

Impact des Changements Climatiques sur le Paysage et les Écosystèmes

Saison par Saison...

UE3a
24 Octobre 2017



Yann VITASSE

yann.vitasse@wsl.ch

unine
UNIVERSITÉ DE
NEUCHÂTEL



Hiver



Printemps



Été



Automne

QUI SUIS-JE ?



PLAN DE LA PRÉSENTATION

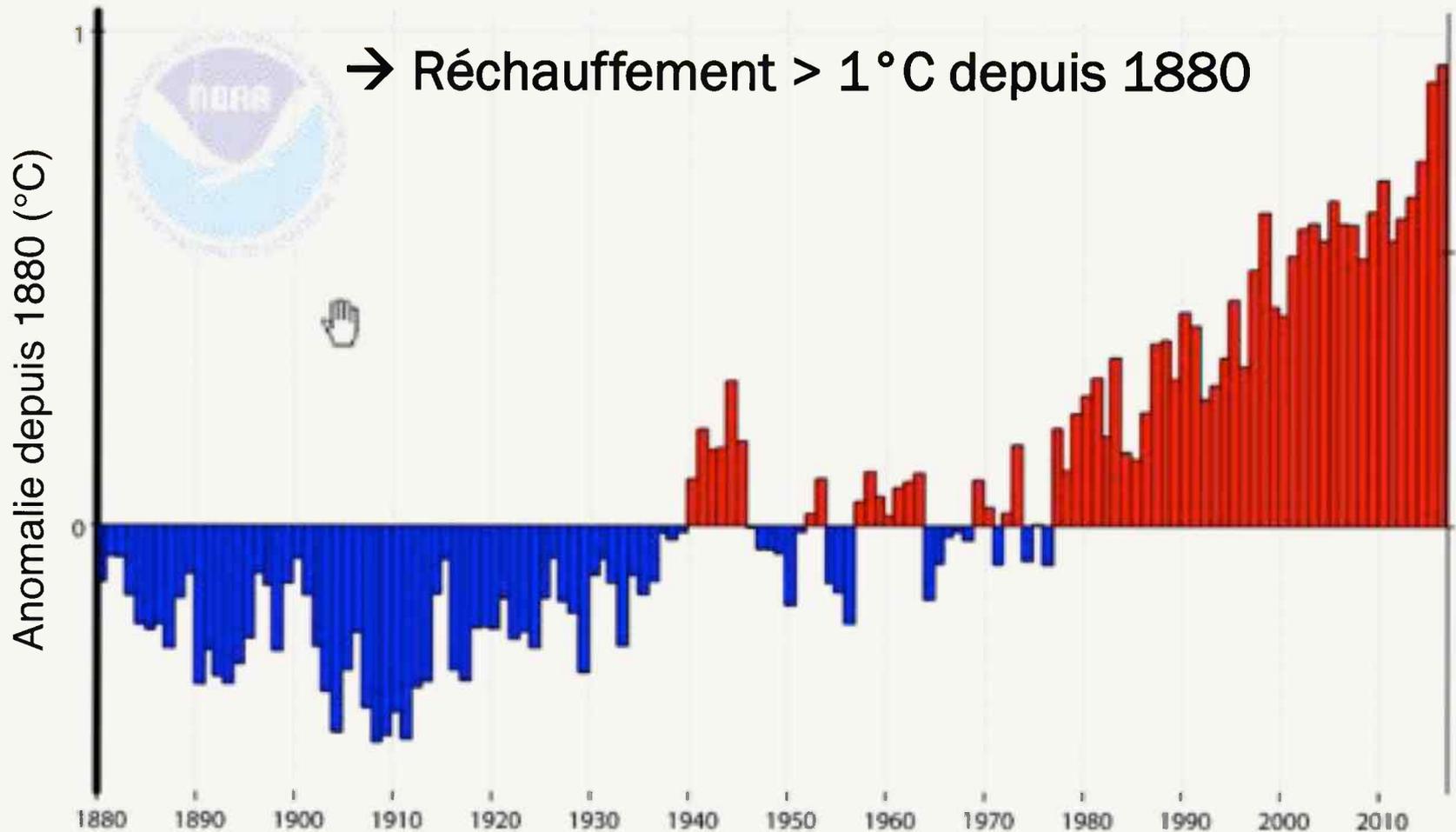
1. Changements climatiques en quelques chiffres
 - 1.1 Changements passés et en cours
 - 1.2 Changements à venir

2. Les manifestations du changement climatique dans le paysage saison par saison
 - 2.1 Hiver
 - 2.2 Printemps
 - 2.3 Été
 - 2.4 Automne

CHANGEMENT CLIMATIQUE EN COURS

Au niveau mondial : Températures

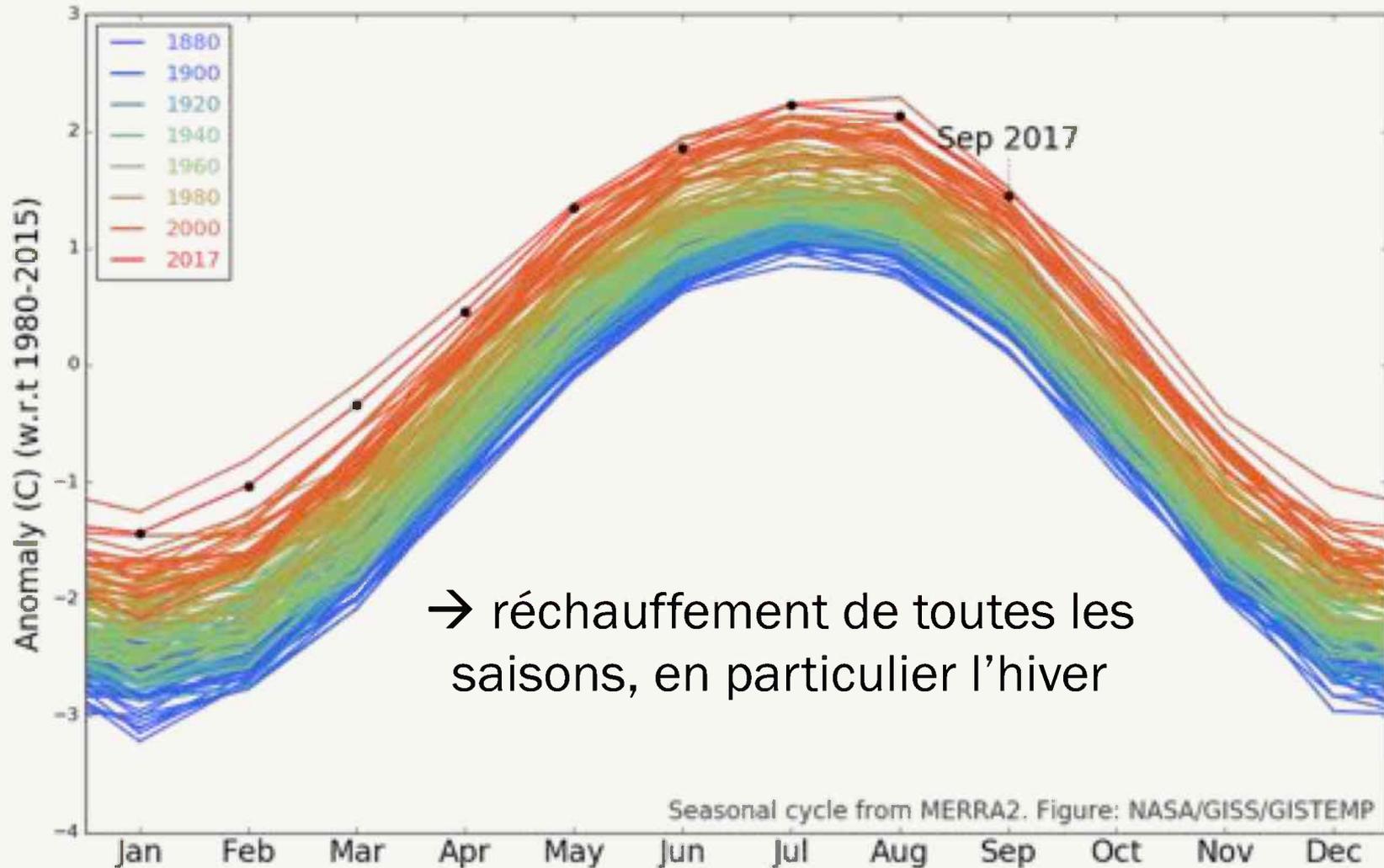
Global Land and Ocean Temperature Anomalies, January-December



CHANGEMENT CLIMATIQUE EN COURS

Au niveau mondial : Températures

GISTEMP Seasonal Cycle since 1880



→ réchauffement de toutes les saisons, en particulier l'hiver

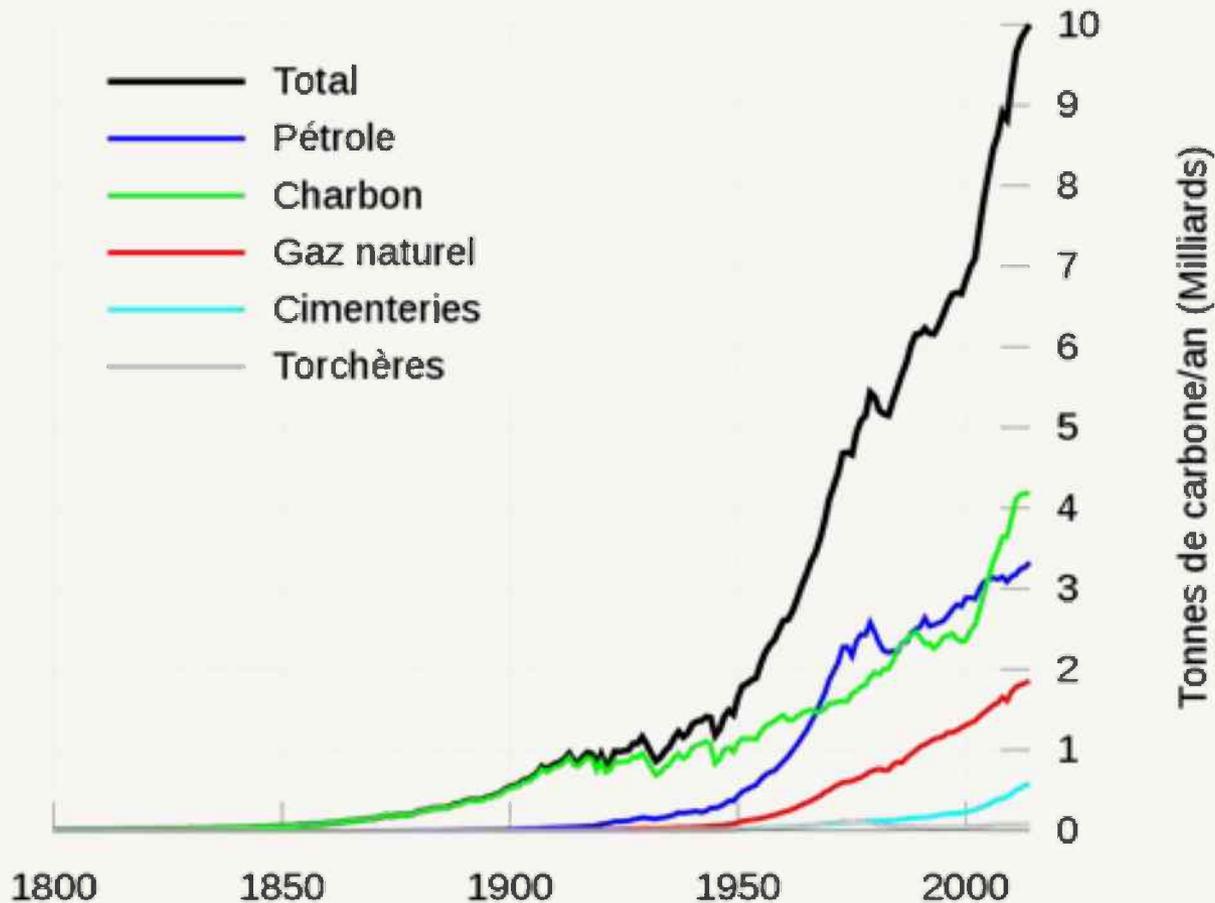
Seasonal cycle from MERRA2. Figure: NASA/GISS/GISTEMP

<https://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs/>

CHANGEMENT CLIMATIQUE EN COURS

Au niveau mondial : émission de CO2

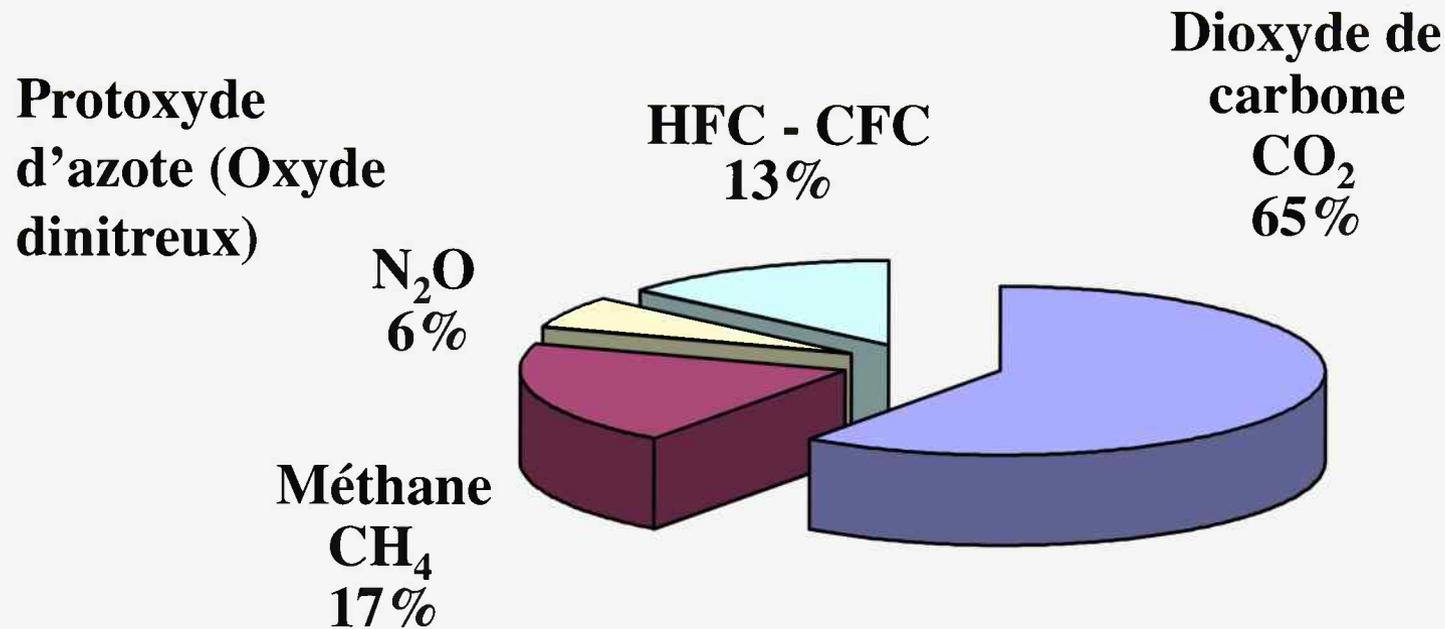
Émission globale de Carbone par type de carburant



Marland et al. 2007. Global, Regional, and National CO2 Emissions

CHANGEMENT CLIMATIQUE EN COURS

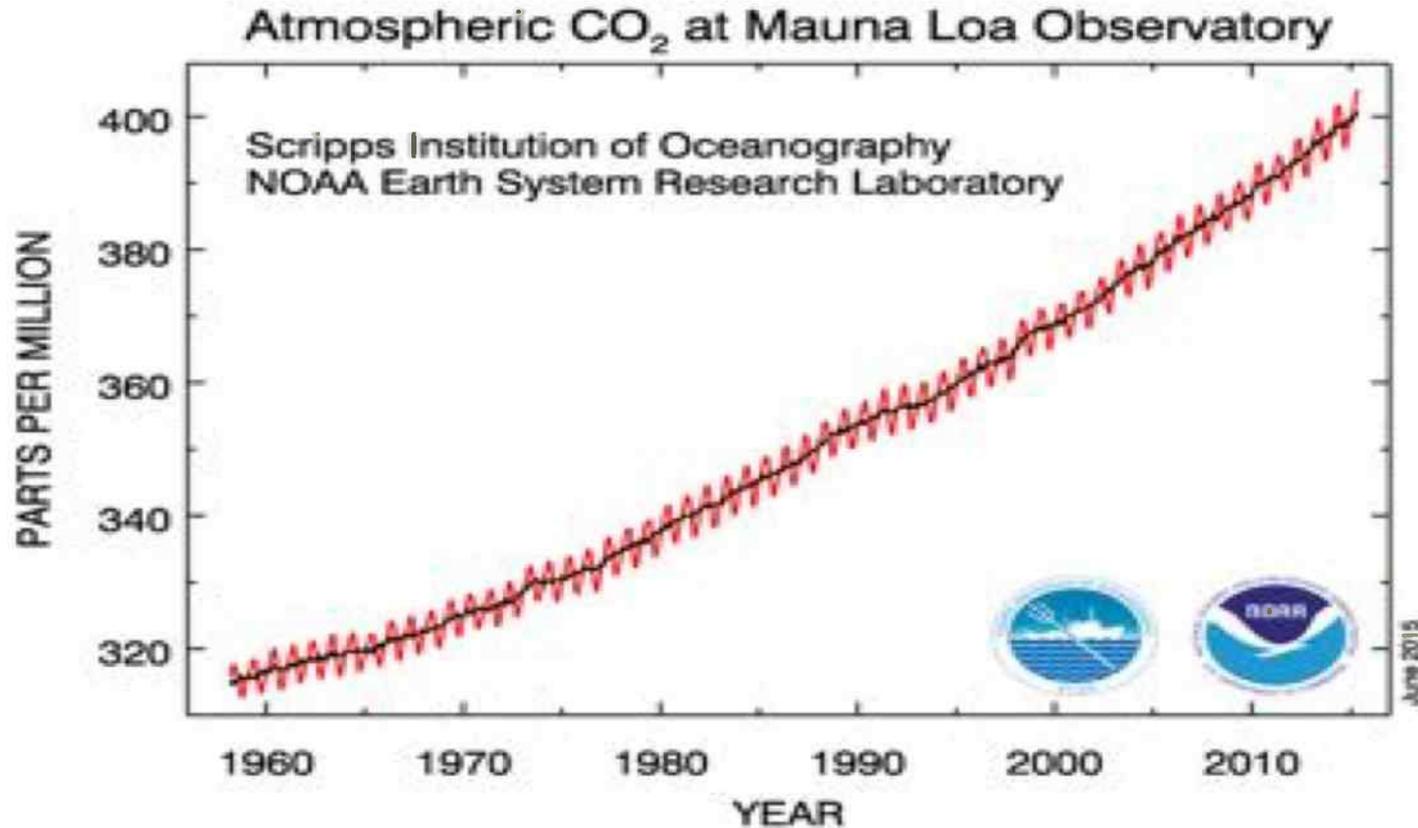
Contribution à l'effet de serre anthropogène



Source des données: <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/aggi/aggi.html>

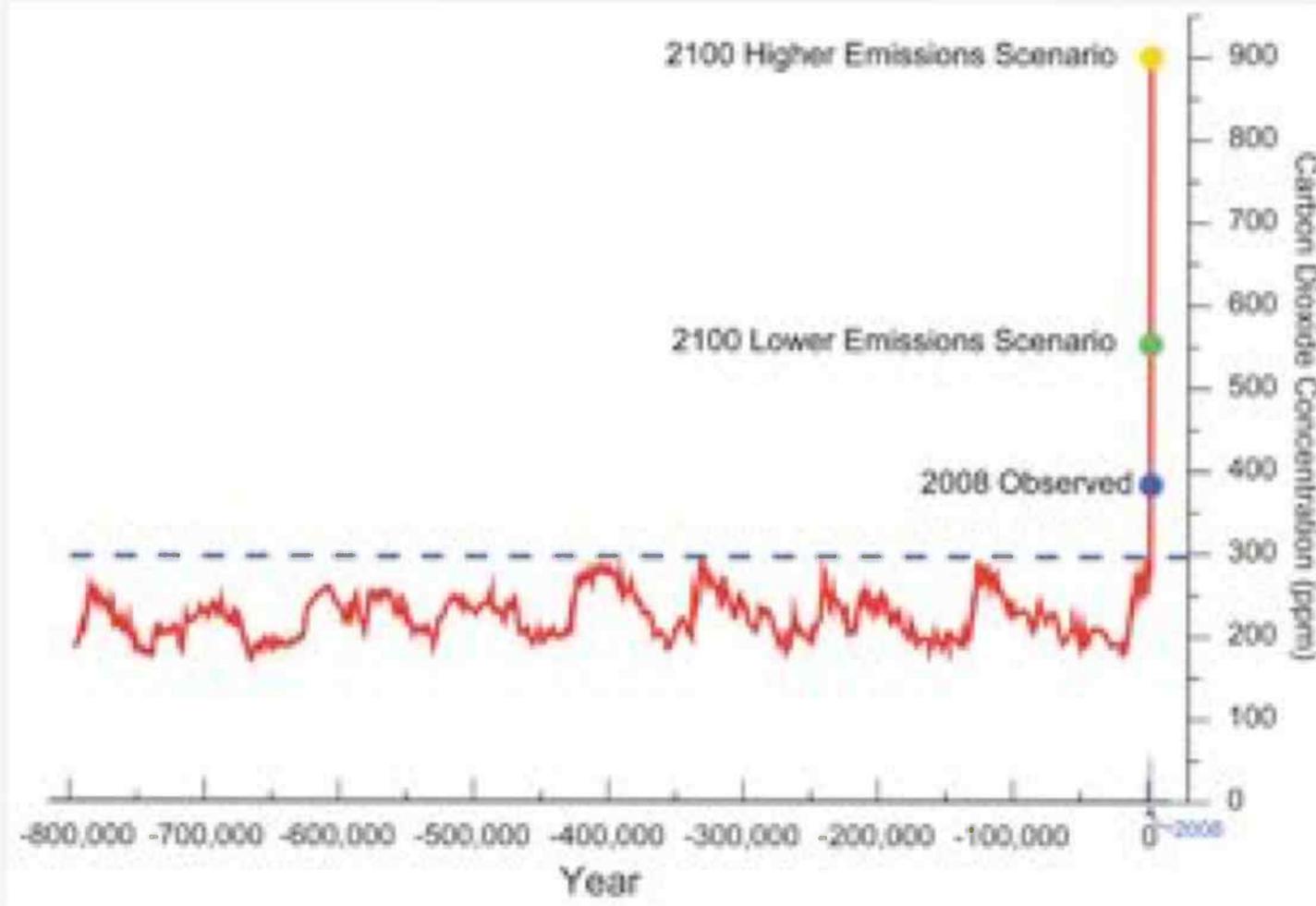
CHANGEMENT CLIMATIQUE EN COURS

Au niveau mondial : CO₂



CHANGEMENT CLIMATIQUE À VENIR

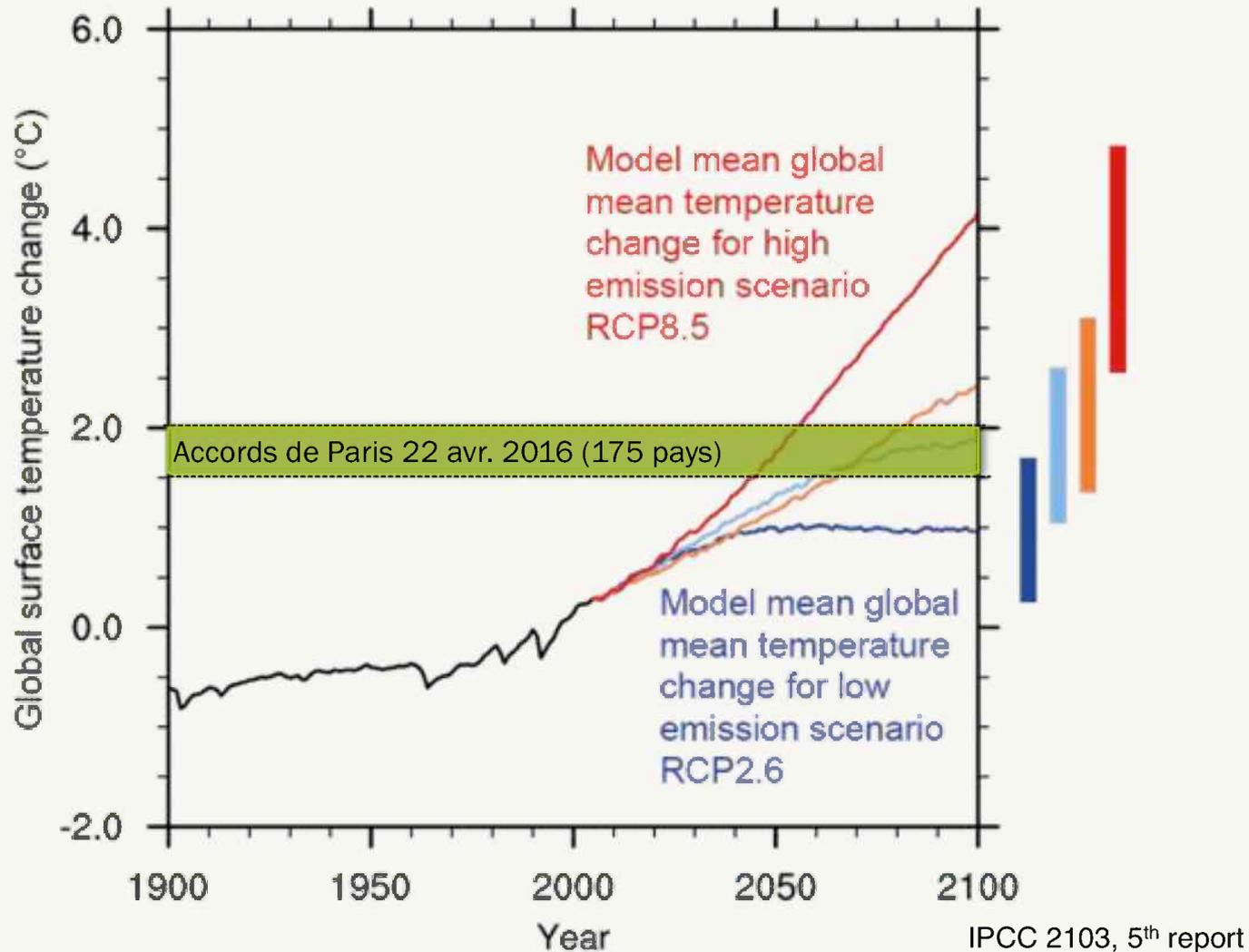
Futur au niveau mondial : CO₂



<http://nca2009.globalchange.gov/800000-year-record-co2-concentration>

CHANGEMENT CLIMATIQUE À VENIR

Futur au niveau mondial : température



CHANGEMENT CLIMATIQUE À VENIR

Futur au niveau mondial : température

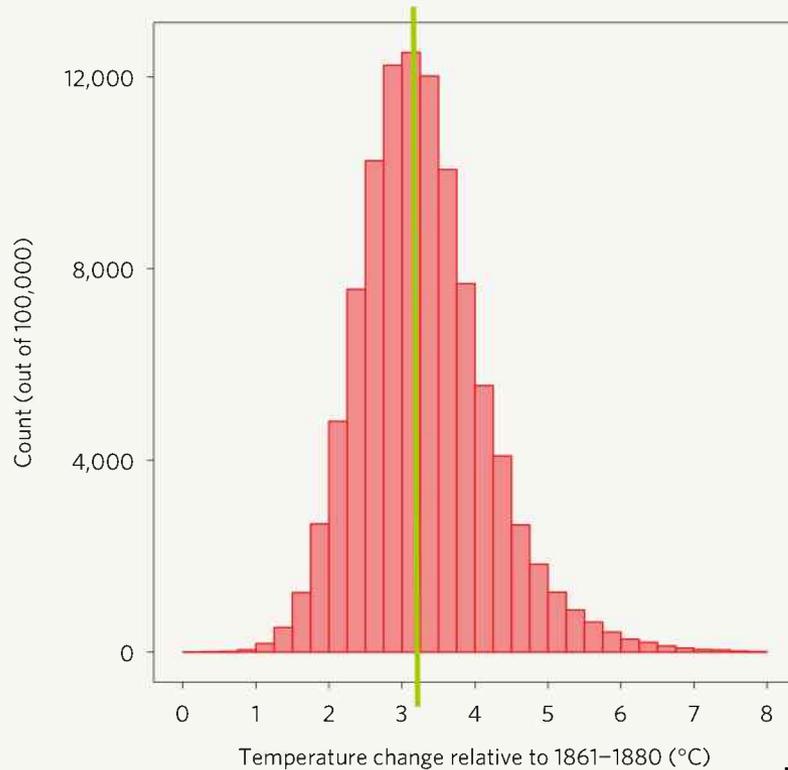
nature
climate change

LETTERS

PUBLISHED ONLINE: 31 JULY 2017 | DOI: 10.1038/NCLIMATE3352

Less than 2 °C warming by 2100 unlikely

Adrian E. Raftery^{1*}, Alec Zimmer², Dargan M. W. Frierson³, Richard Startz⁴ and Peiran Liu¹



→ < 5% de chance de limiter le réchauffement à +2°C d'ici à 2100 (1% pour +1.5°C)

→ > 90% de chance **entre +2 et +4.9°C, Médiane +3.2°C**

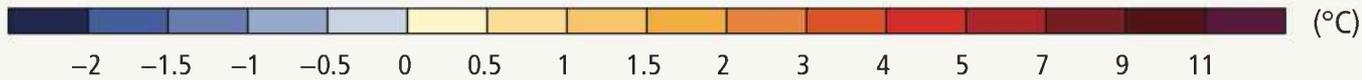
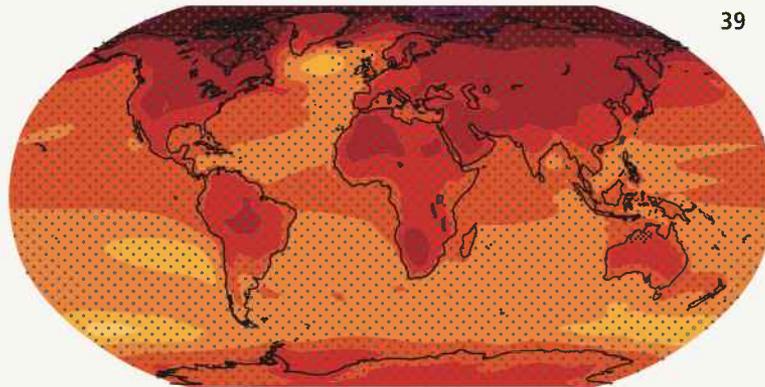
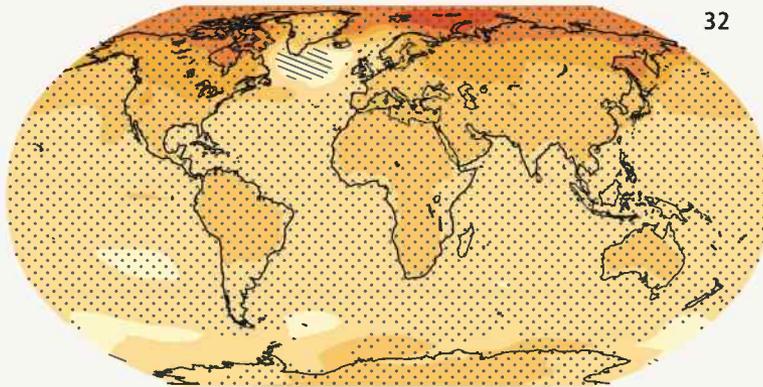
CHANGEMENT CLIMATIQUE À VENIR

RCP2.6

RCP8.5

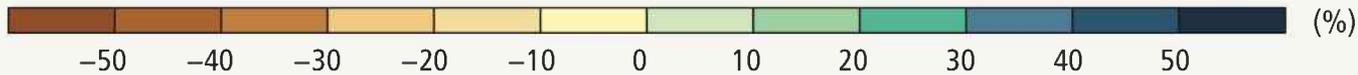
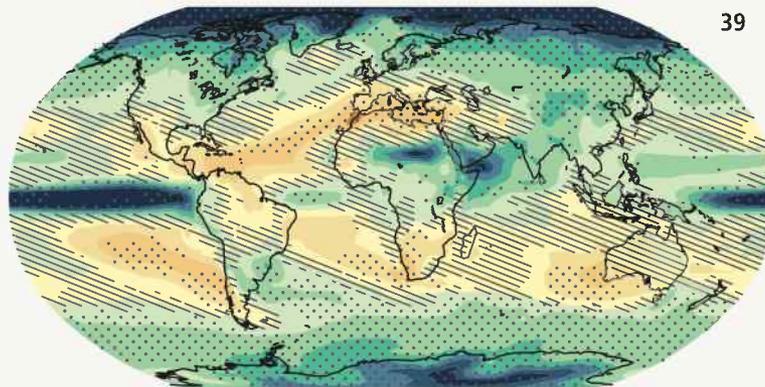
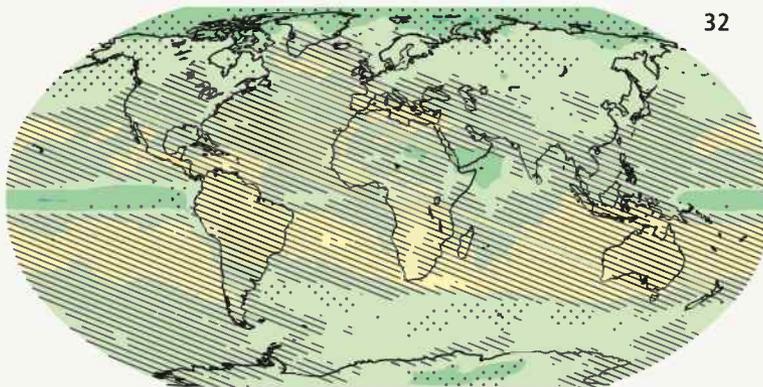
(a)

Change in average surface temperature (1986–2005 to 2081–2100)



(b)

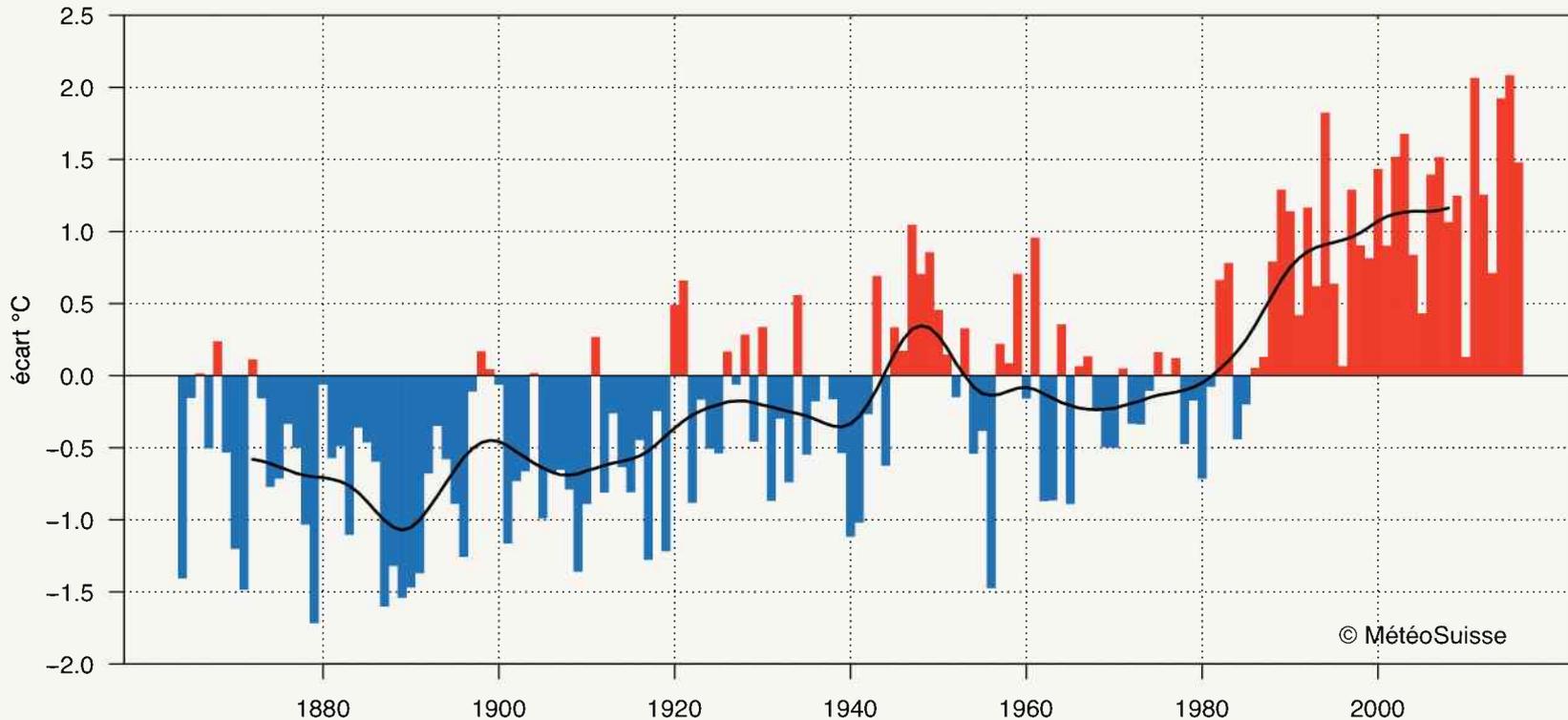
Change in average precipitation (1986–2005 to 2081–2100)



CHANGEMENT CLIMATIQUE EN COURS

En Suisse : Température

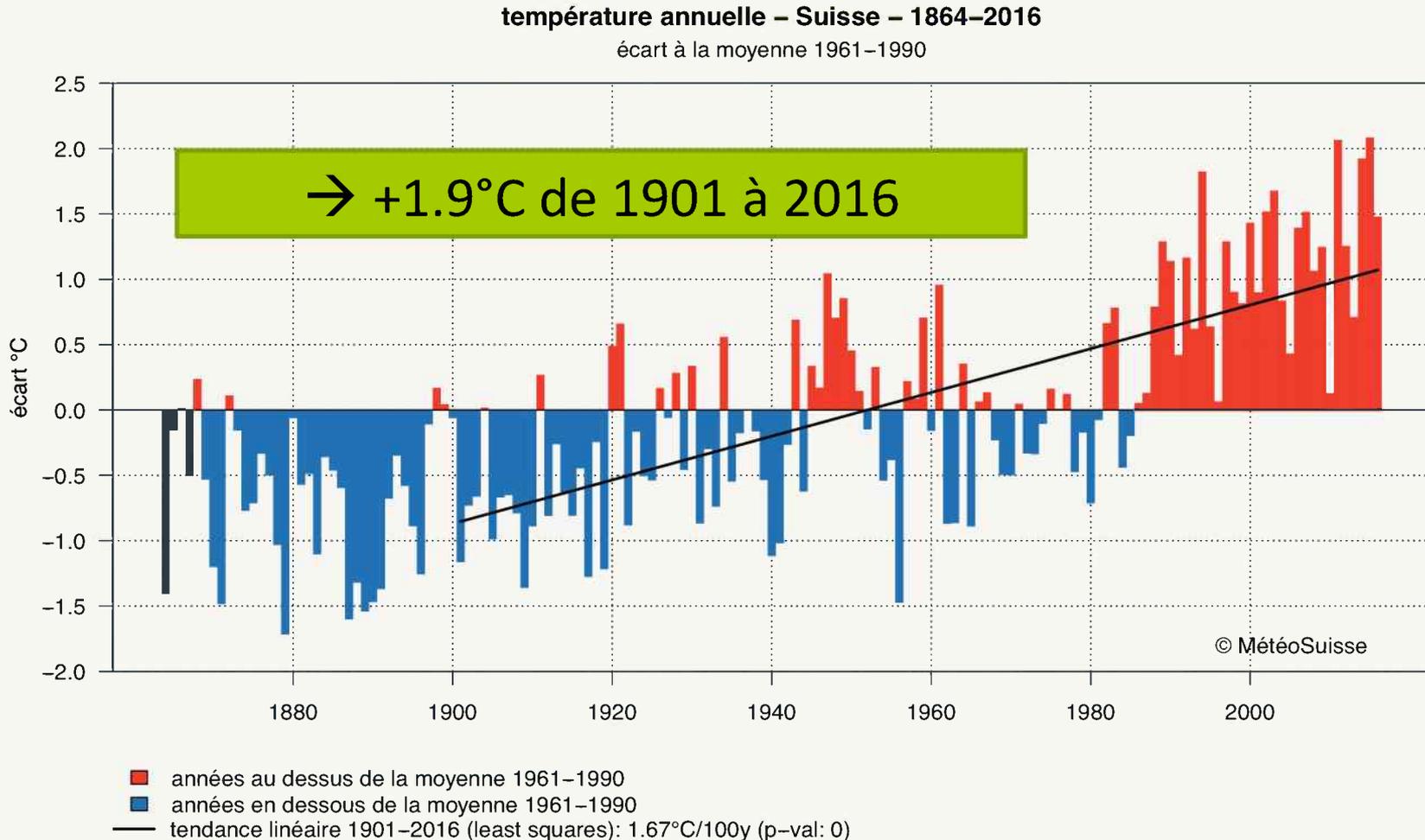
température annuelle – Suisse – 1864–2016
écart à la moyenne 1961–1990



- années au dessus de la moyenne 1961–1990
- années en dessous de la moyenne 1961–1990
- moyenne pondérée sur 20 ans (filtre gaussien passe-bas)

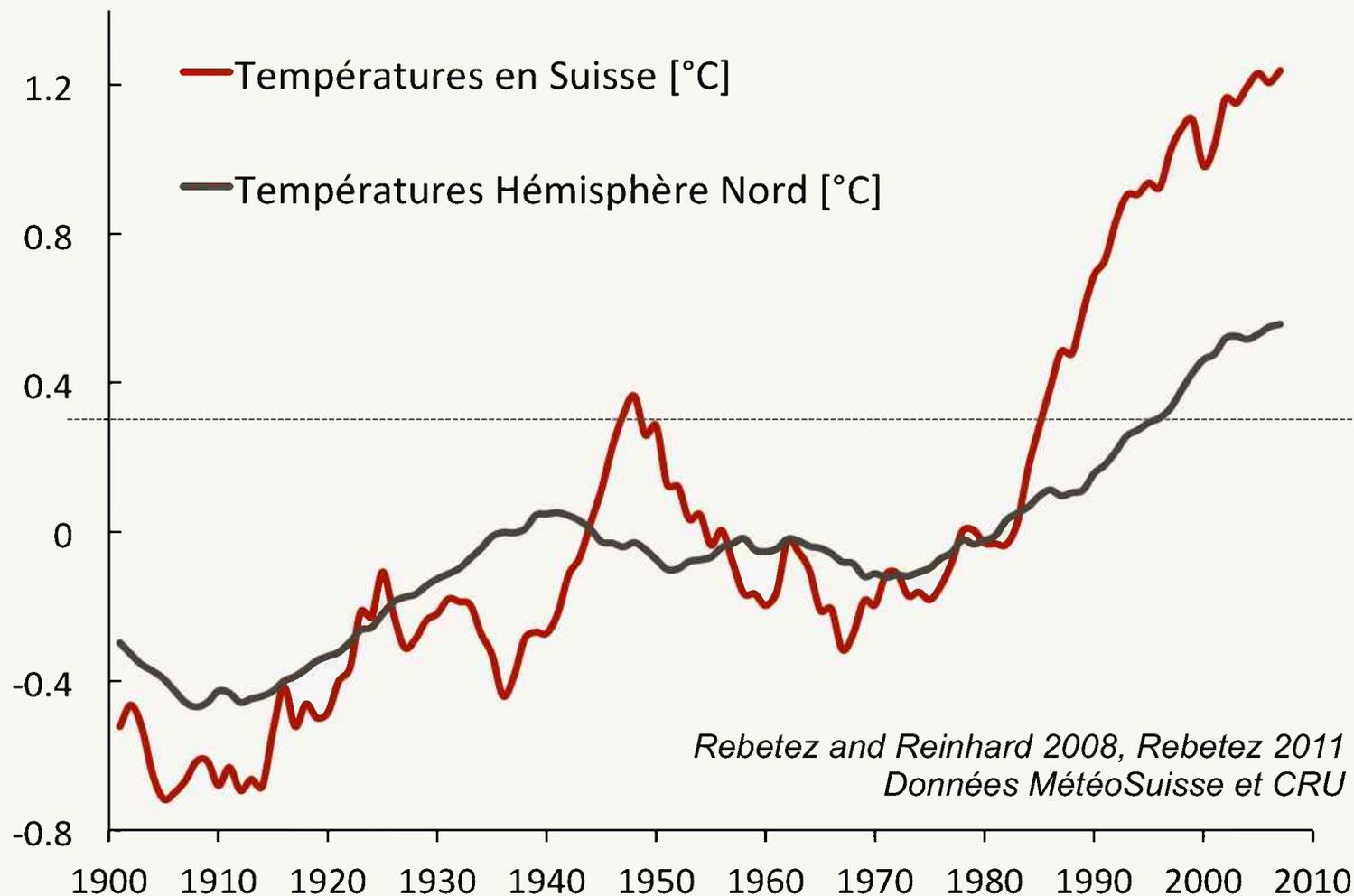
CHANGEMENT CLIMATIQUE EN COURS

En Suisse : Température



CHANGEMENT CLIMATIQUE EN SUISSE

En Suisse: Température



CHANGEMENT CLIMATIQUE À VENIR

Changement attendu des températures et précipitations en Suisse en hiver et en été

Déviation Température (°C)

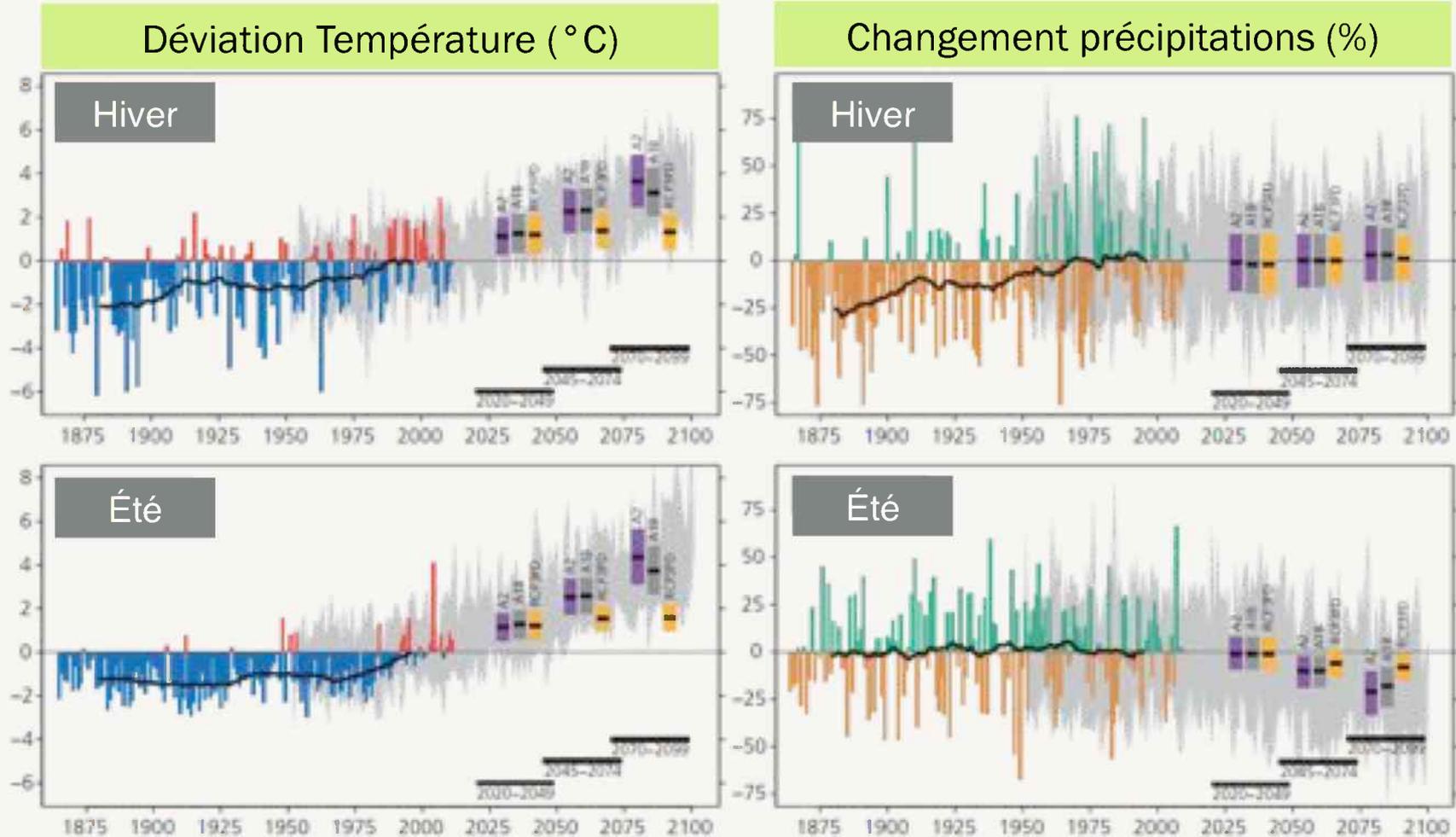
Changement précipitations (%)

Hiver

Hiver

Été

Été



Source: les scénarios du changement climatique en Suisse CH2011

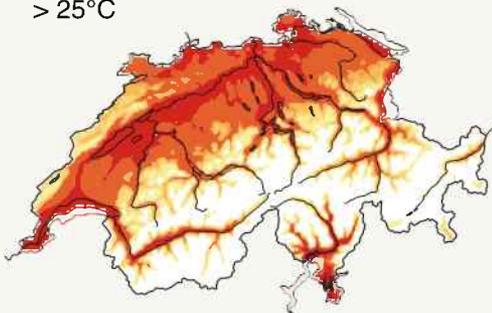
CHANGEMENT CLIMATIQUE EN SUISSE

Changements des journées d'été et du nombre de jours de gel

Observations

(1980-2009)

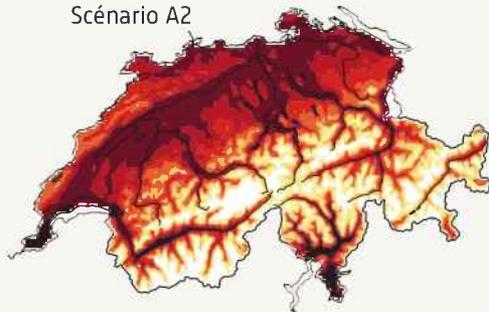
Journées d'été
> 25°C



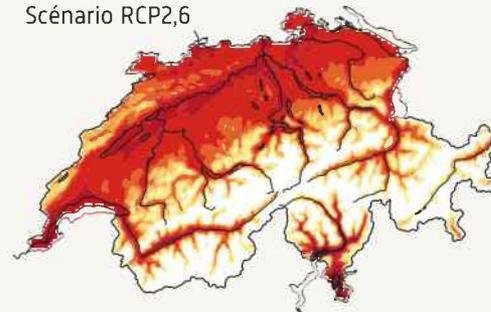
Projections à la fin du siècle

(2070-2099)

Scénario A2

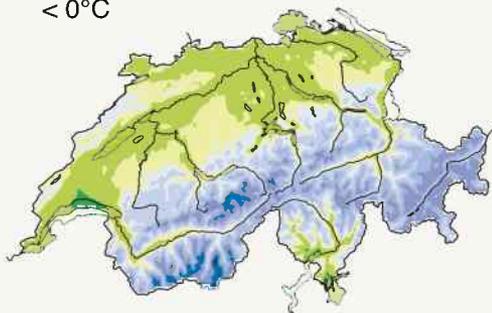


Scénario RCP2,6



[Nombre journées d'été]

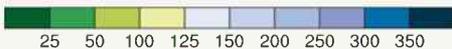
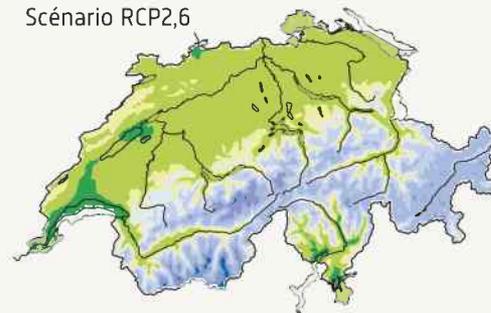
Jours de gel
< 0°C



Scénario A2



Scénario RCP2,6



[Nombre jours de gel]



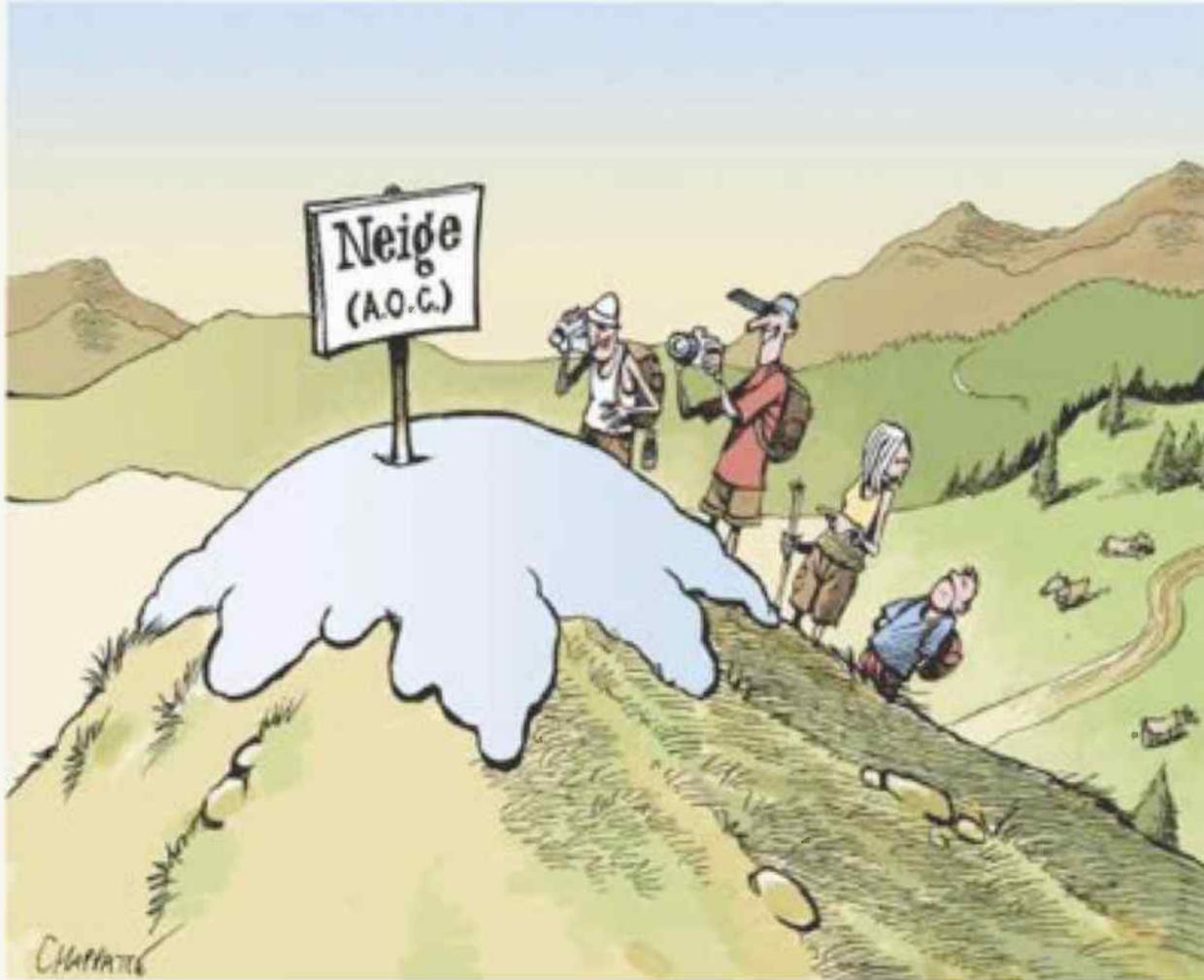
© Y. Vitasse

Les manifestations du changement
climatique saison par saison :

HIVER

LA NEIGE

En Suisse...

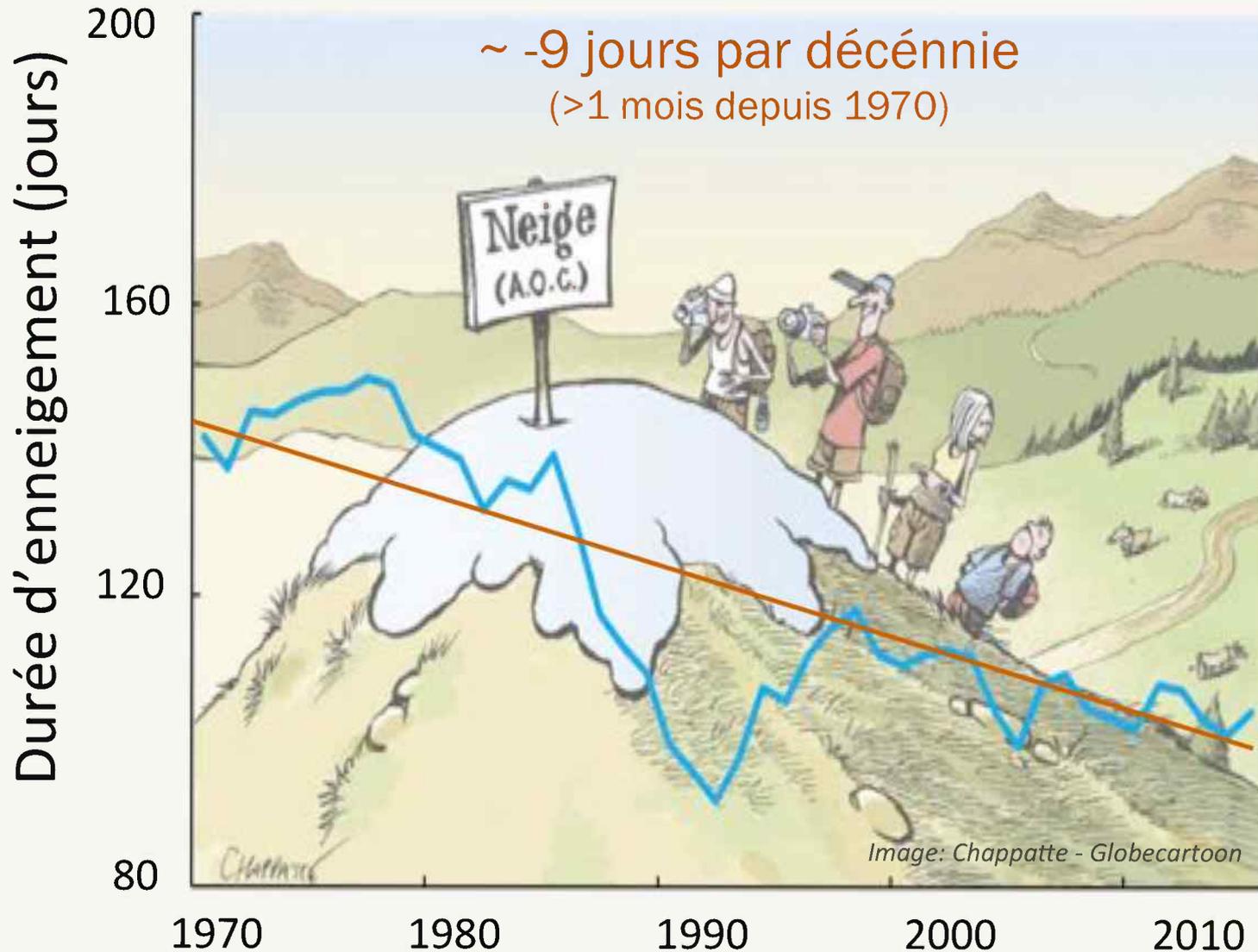


Hiver



LA NEIGE

Durée d'enneigement en Suisse 11 stations 1139–2540 m



data: Klein et al. Climatic Change 2016



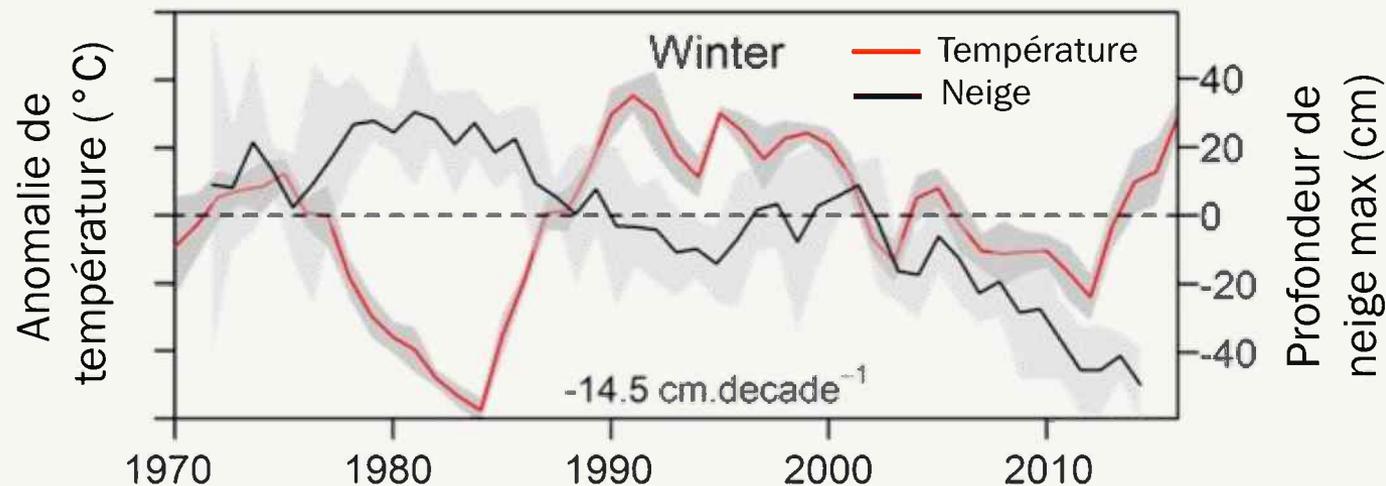
Hiver



LA NEIGE

Profondeur de la couche neige en Suisse

→ -0.5 m depuis 1970 entre 1100 et 2500 m



Vitasse et al. in prep

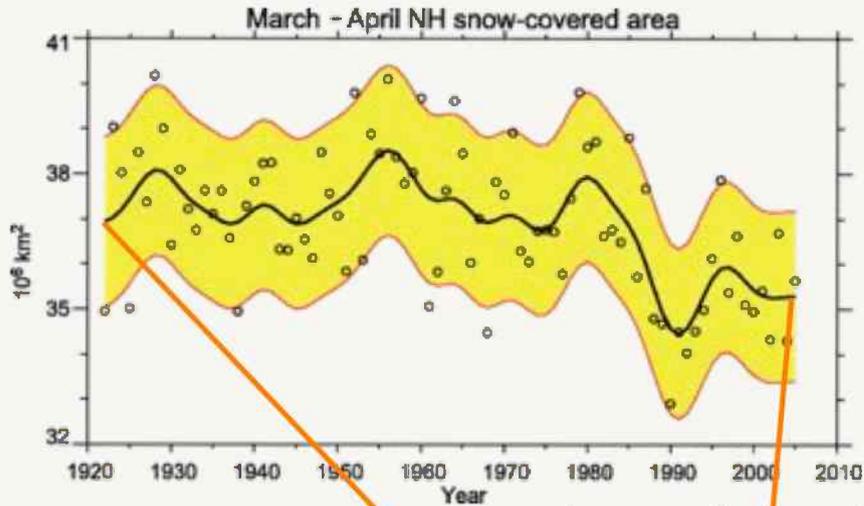


Hiver

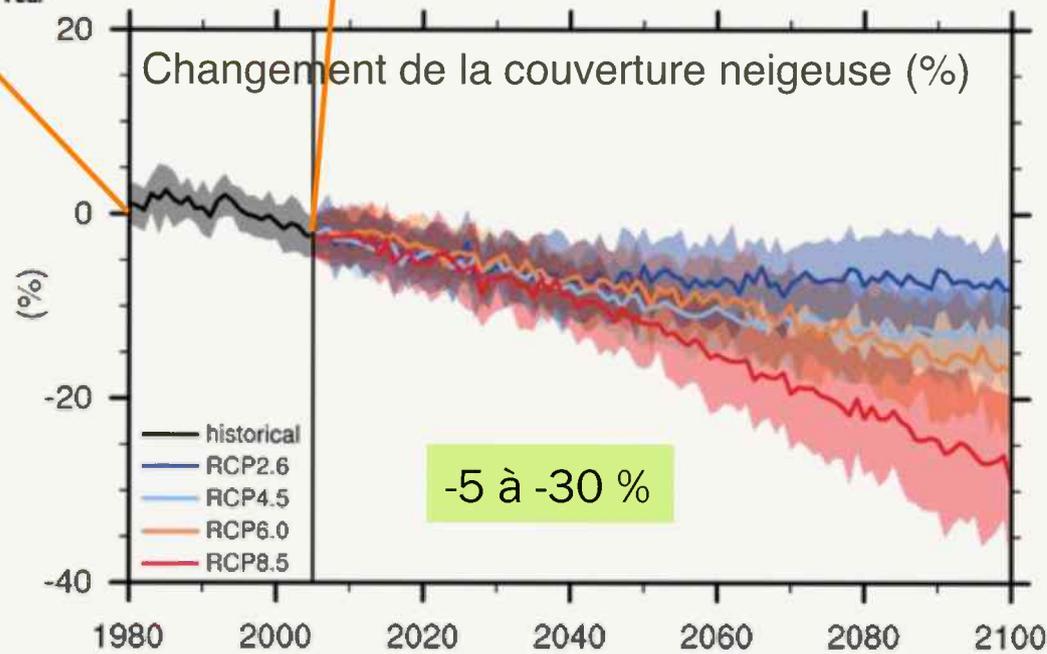


LA NEIGE

Dans le monde...



Couverture neigeuse
Hémisphère Nord

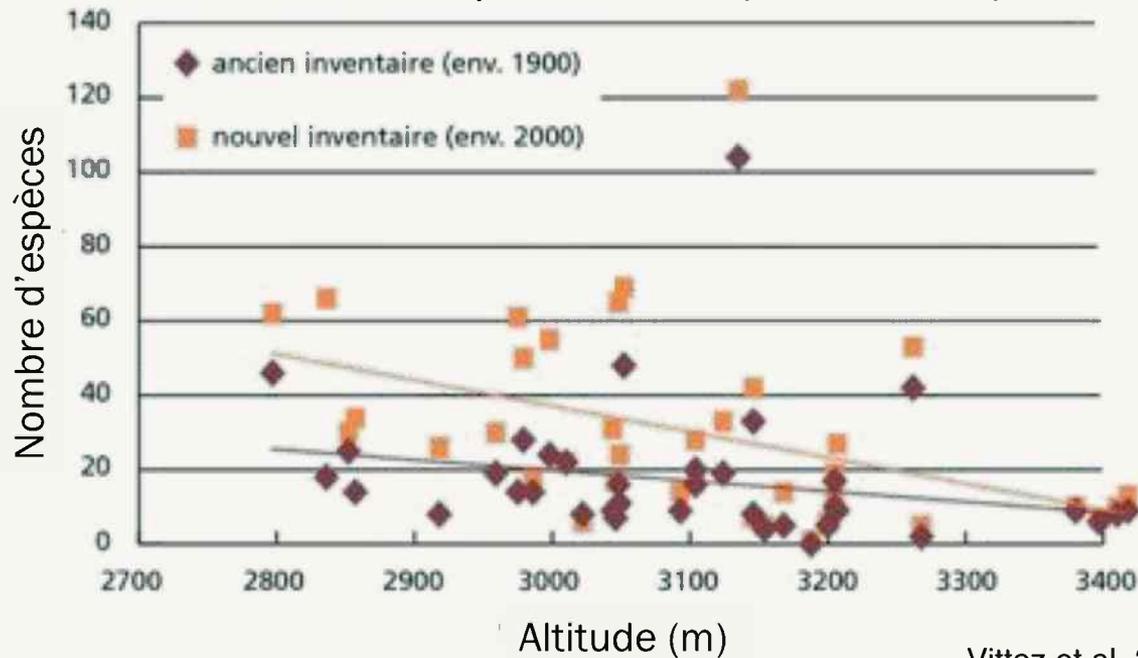


BIODIVERSITÉ MILIEU ALPIN

Biodiversité des plantes alpines en Suisse

→ Effets du CC positifs sur la biodiversité en milieux alpins, pour l'instant...

Richesse floristique a augmenté de +86% sur les sommets alpins Suisse (1900–2000)



Vittoz et al. 2009

La biodiversité en Suisse, Evolution, situation, action Académie des Sciences naturelles
source: université de Lausanne



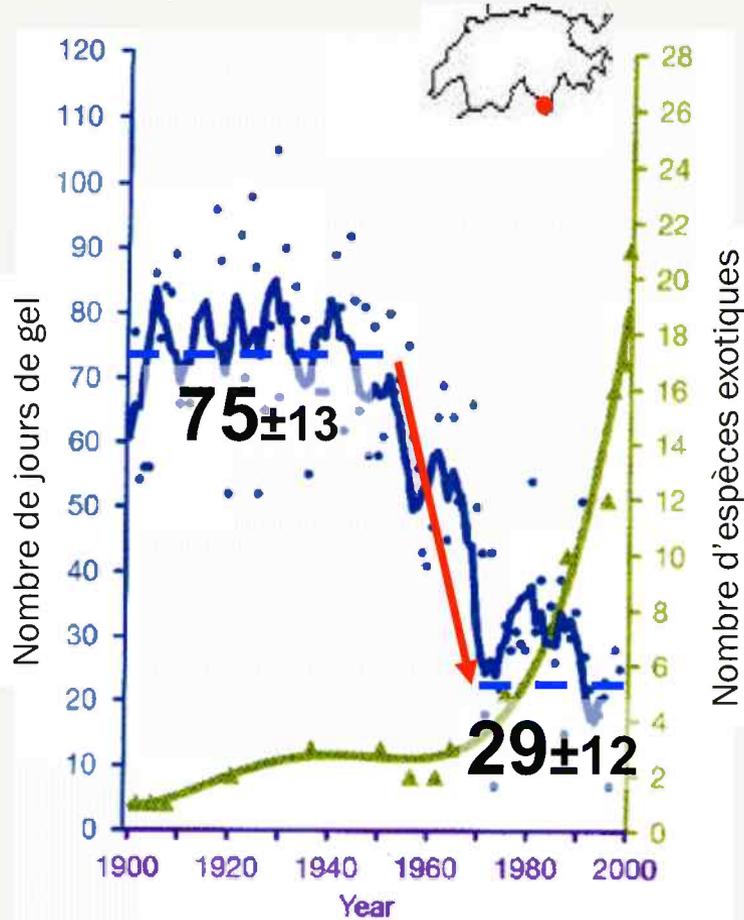
LES ESPÈCES INVASIVES

Laurophyllisation des forêts au sud des Alpes

ex: laurier cerise, troène du japon, palmier chanvre, camphre laurier...



Hiver



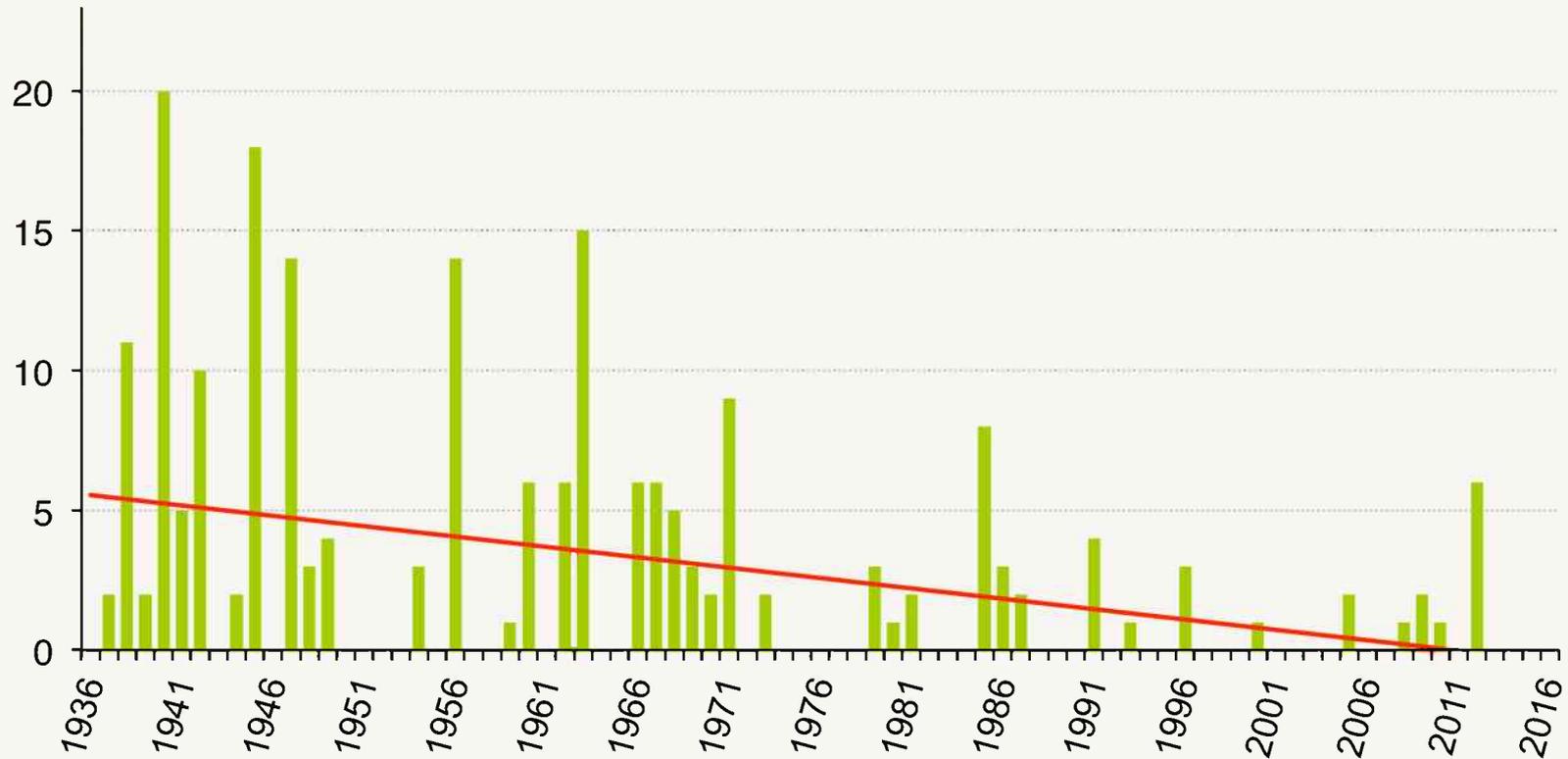
Walther *et al.* (2002) *Nature*

<http://www.waldwissen.net>

LES ESPÈCES INVASIVES

Perte des épisodes froids à Locarno

Nombre de jours $< -5^{\circ}\text{C}$



source: MeteoSwiss





© Y. Vitasse

Les manifestations du changement
climatique saison par saison :

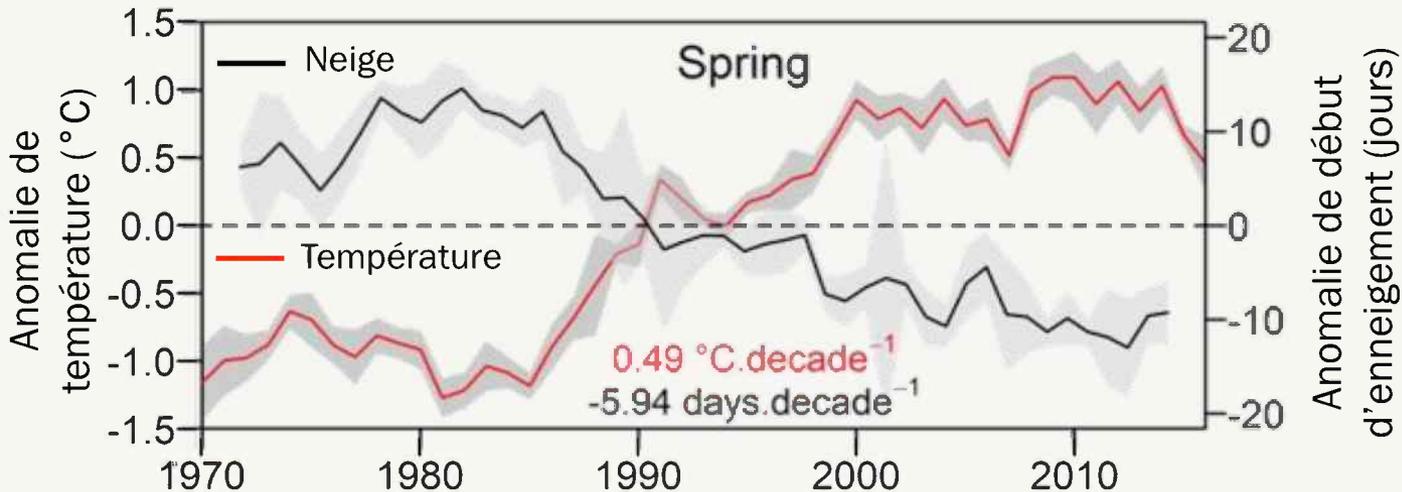
PRINTEMPS

FONTE DE LA NEIGE

→ Fonte de la neige de plus en plus précoce

(~ -6 jours / 10 ans ~ 21 jours)

→ +1.7 °C au printemps depuis 1970



Vitasse et al. in prep



IMPACT SUR LA PHÉNOLOGIE

“L'étude des évènements biologiques cycliques en relation avec les variations saisonnières du climat”

Schwartz, M.D., 2003.



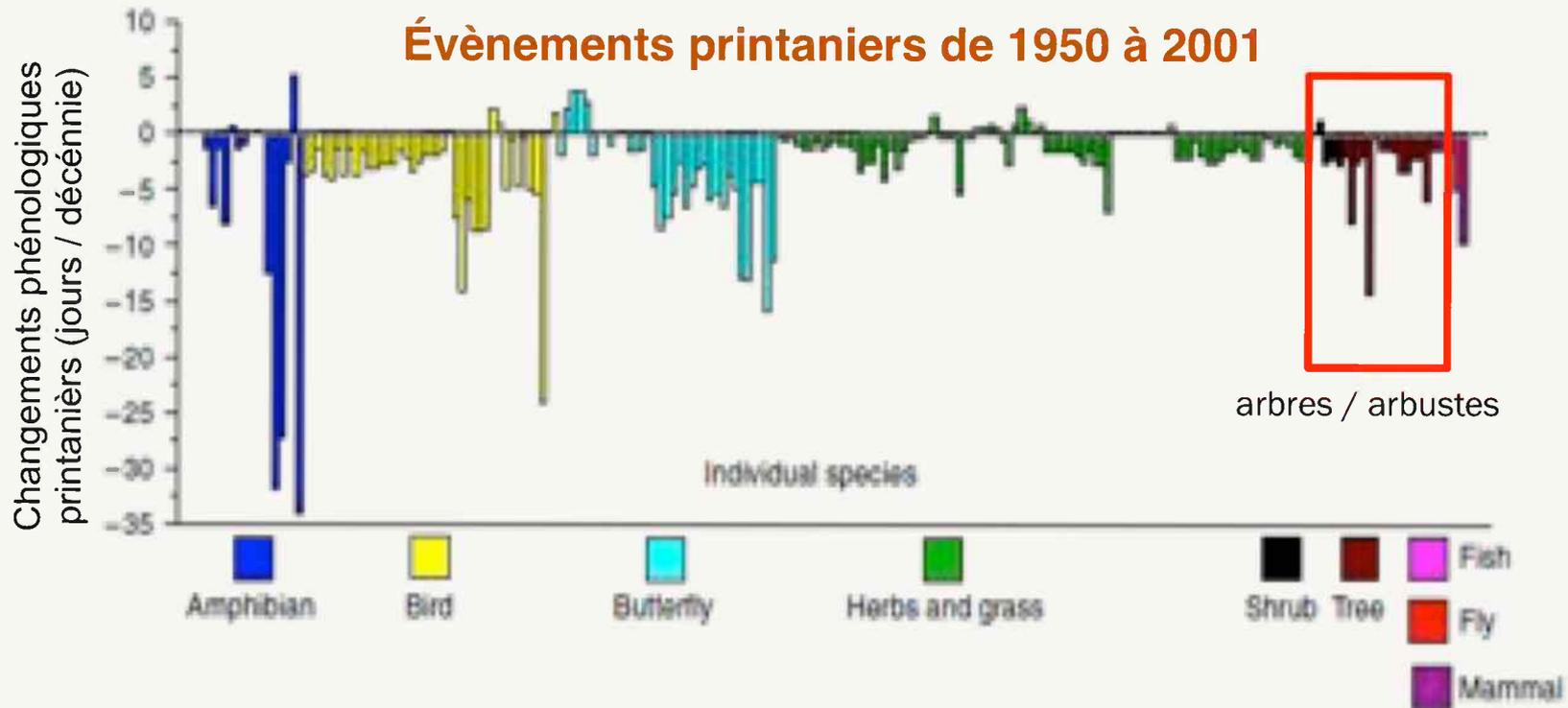
Printemps



IMPACT SUR LA PHÉNOLOGIE

Au niveau mondial

Printemps de plus en plus précoce...



Printemps



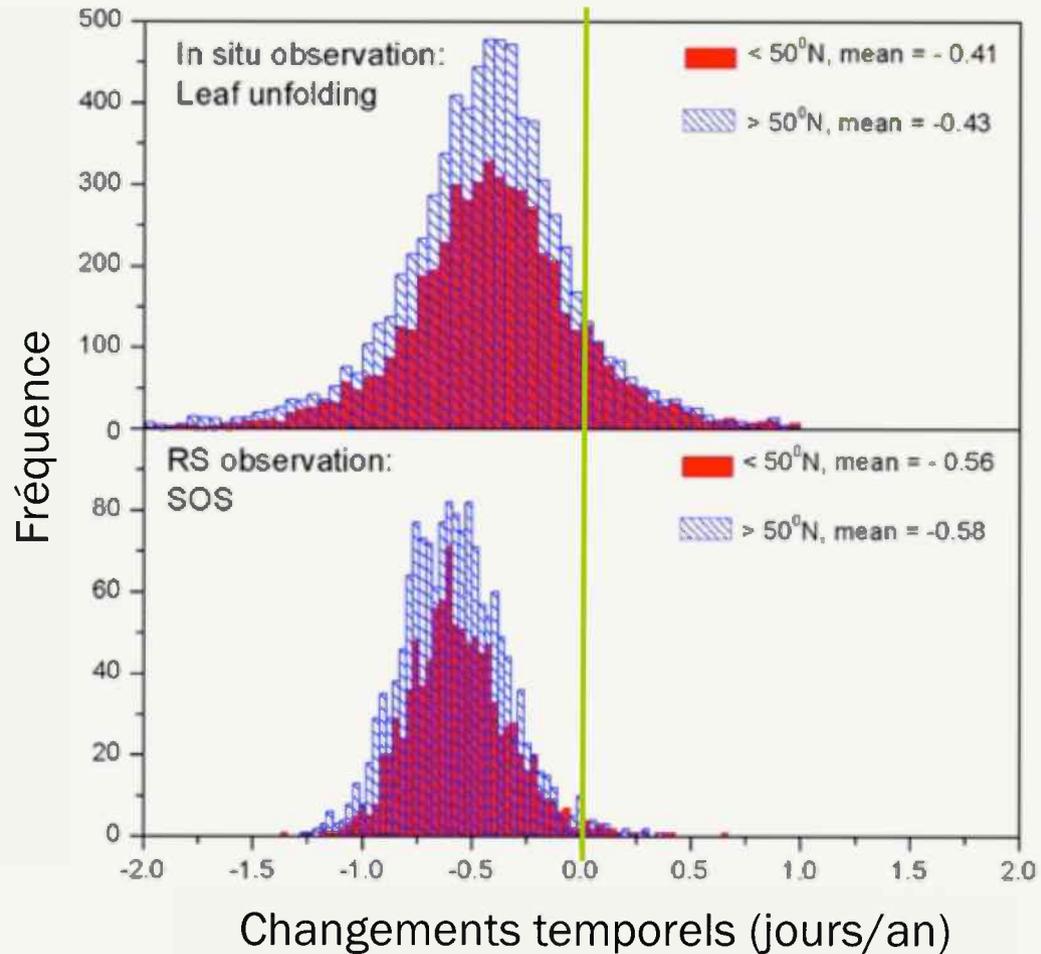
IMPACT SUR LA PHÉNOLOGIE

Début de feuillaison Europe: 1982-2011

→ ~2 semaines d'avance en 30 ans

Observations de terrain

Données satellites



Printemps

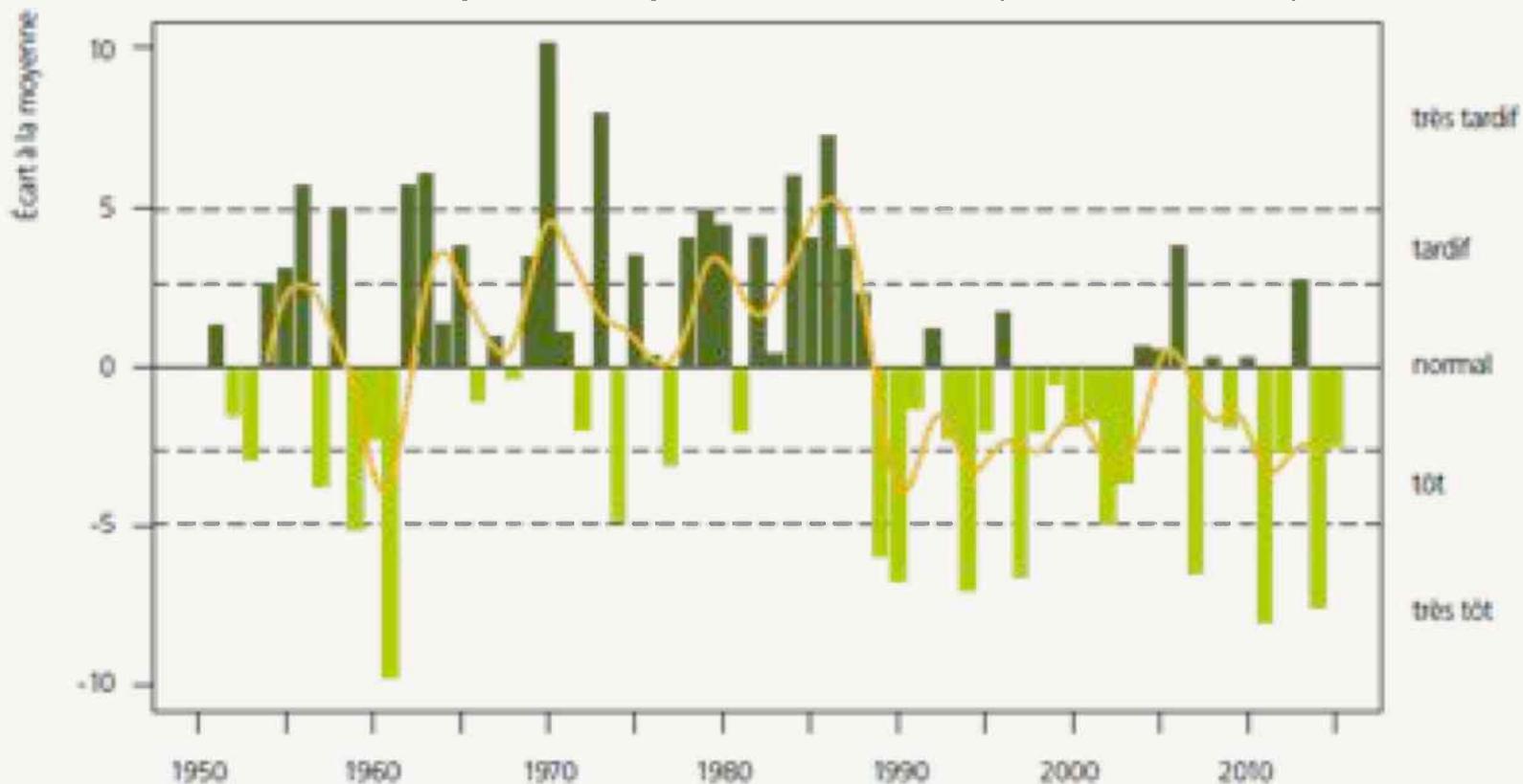


IMPACT SUR LA PHÉNOLOGIE

En Suisse

→ Printemps de plus en plus précoces...

Indice du printemps en Suisse (1951–2015)



source: météo Suisse



IMPACT SUR LA PHÉNOLOGIE



Printemps

Suisse : Floraison des arbres fruitiers et herbacées



Cerisier



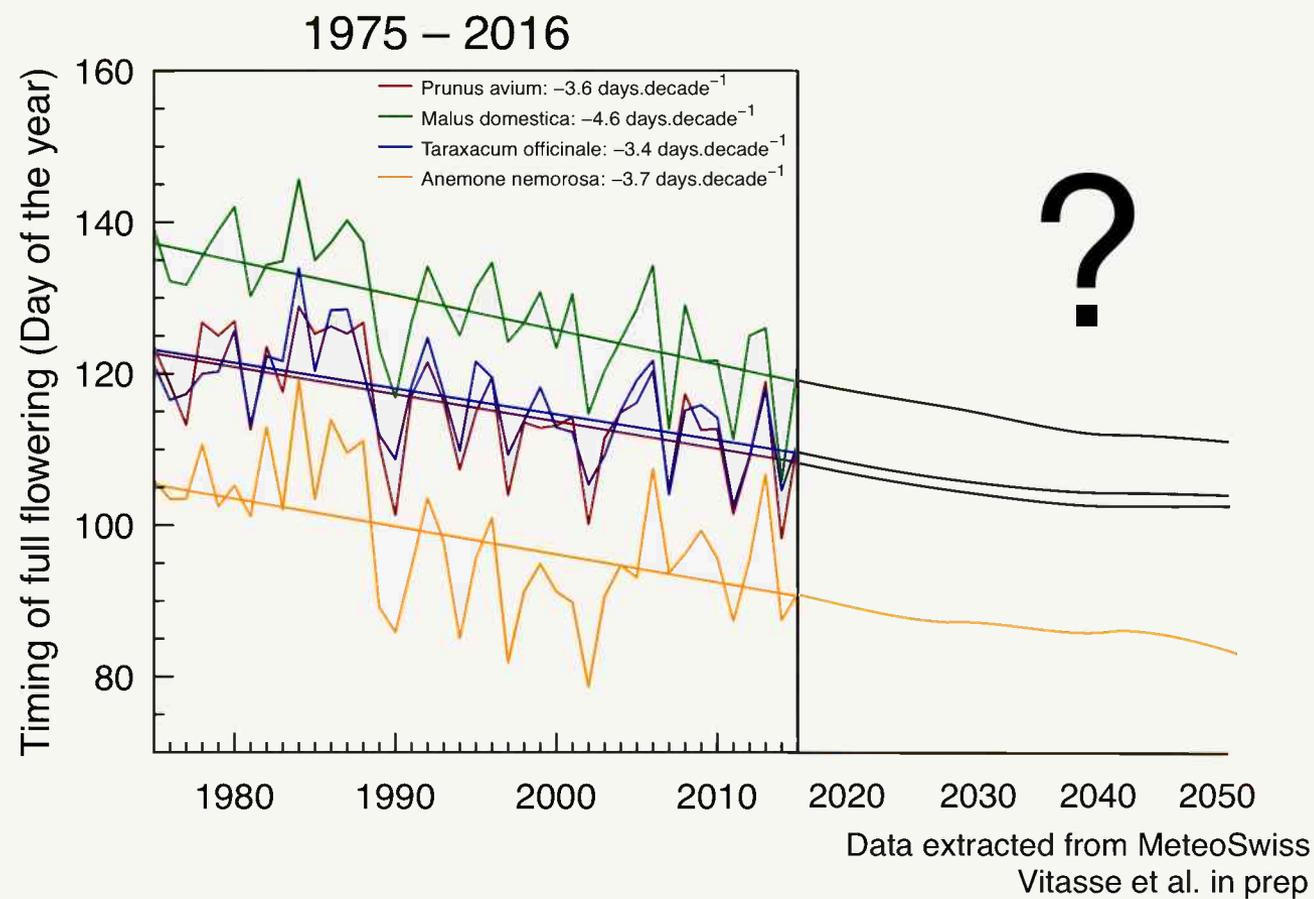
Pommier



Pissenlit



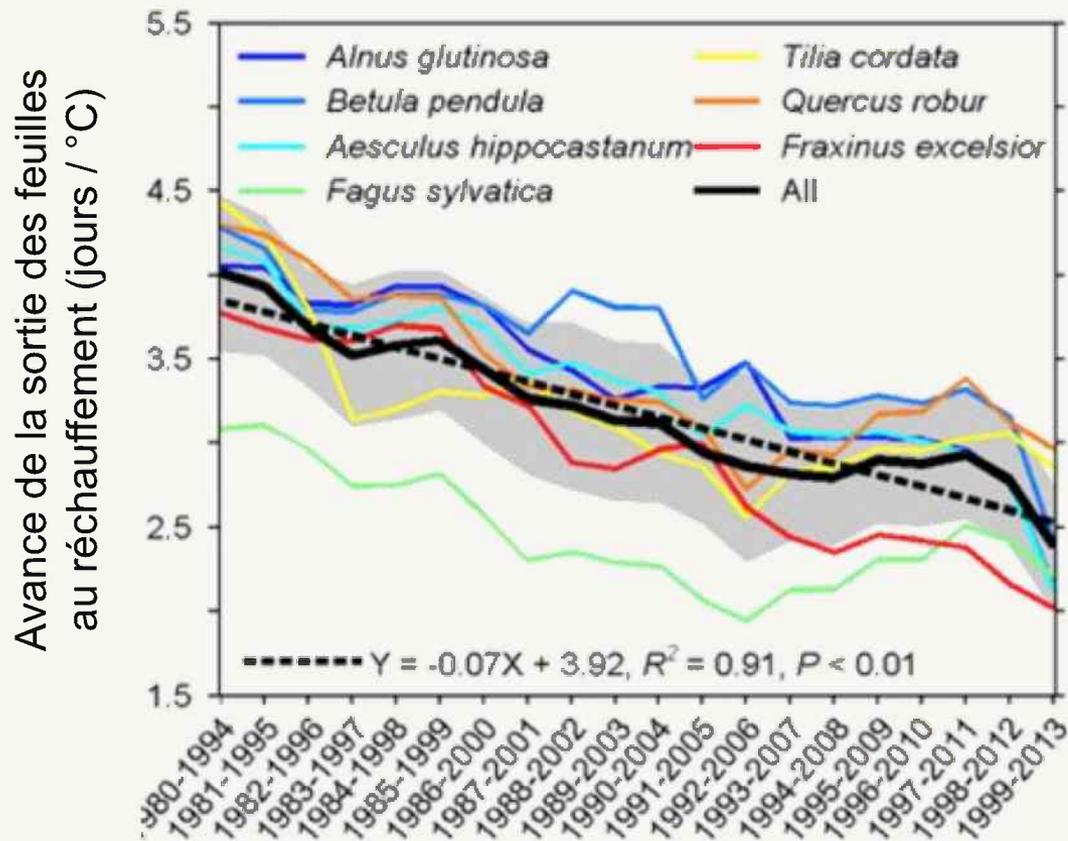
Anémone des bois



→ Avance $\sim 3.8 \text{ jours.décennie}^{-1} = \sim 15 \text{ jours depuis } 1975$

IMPACT SUR LA PHÉNOLOGIE

Mais...les dates de sorties de feuilles répondent de moins en moins au réchauffement climatique...



Fu et al. *Nature* 2015



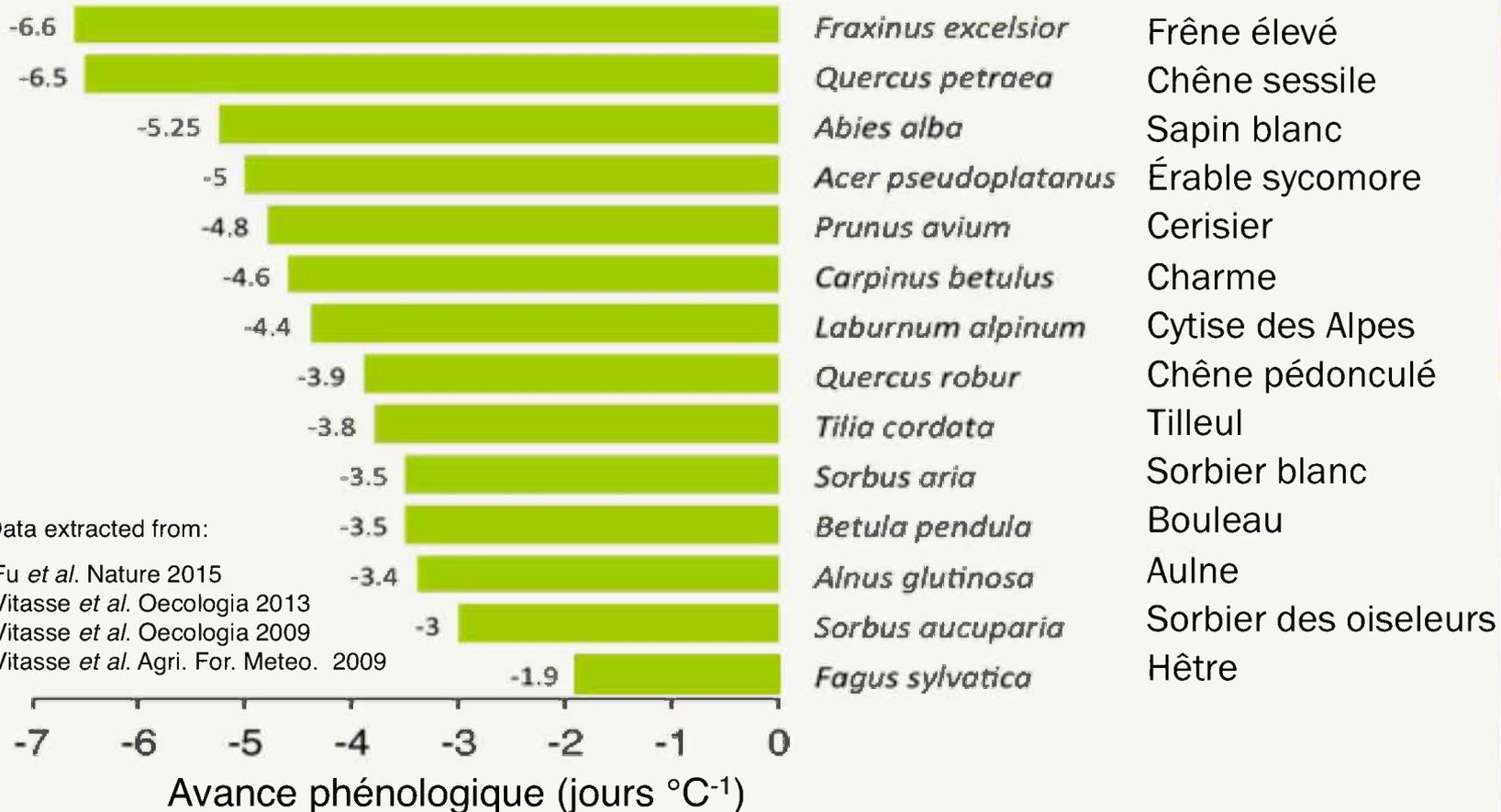
Printemps



→ Manque de froid, durée du jour limitante...

IMPACT SUR LA PHÉNOLOGIE

Les espèces répondent différemment...



→ La compétition entre les espèces devrait changer: certaines espèces seront plus avantagées que d'autres

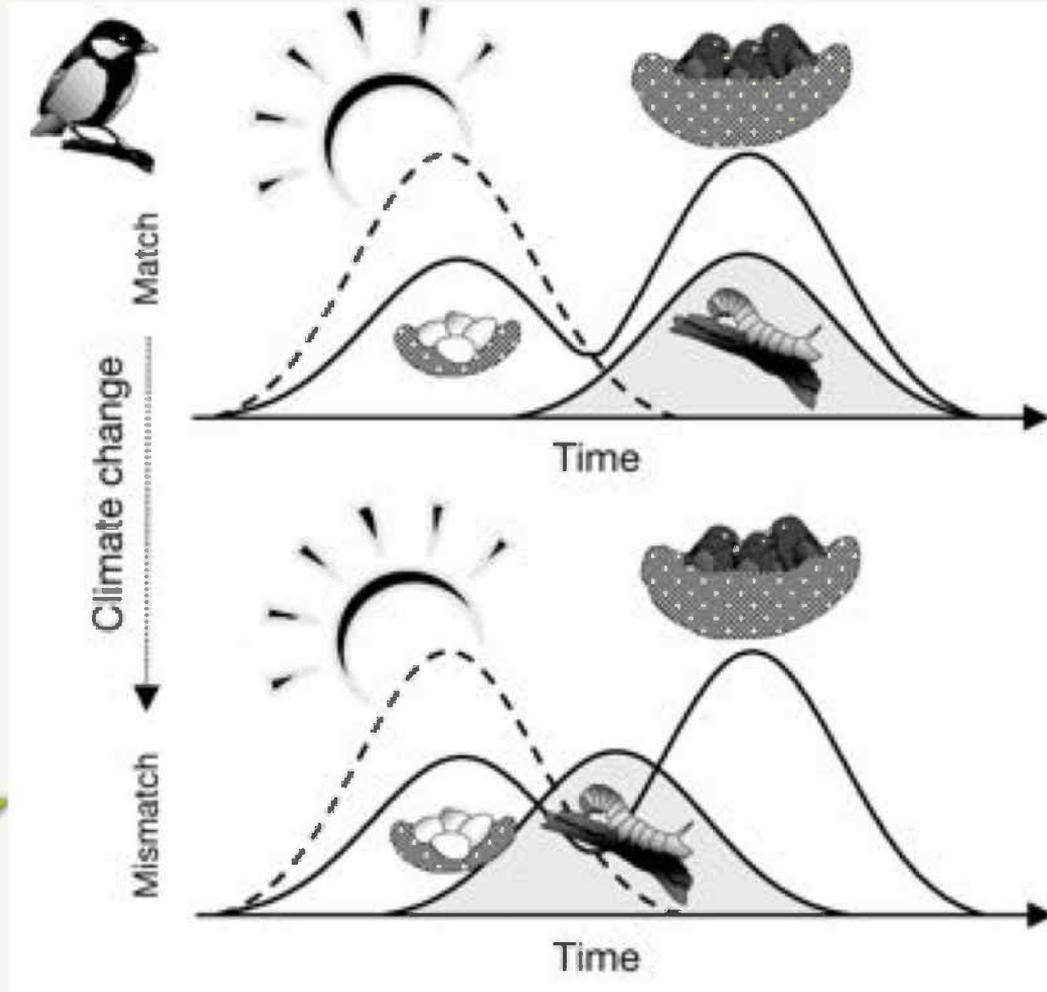
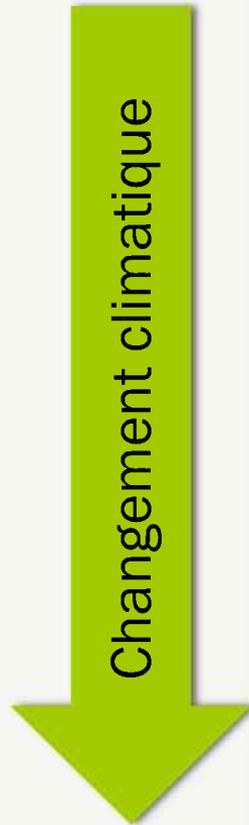


Printemps



IMPACT SUR LA PHÉNOLOGIE

Désynchronisation entre les espèces?
Exemple d'interactions entre différentes espèces



Avril 2017, Conthey, Valais



Photo: M. Rebetez

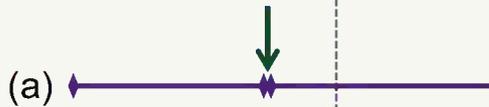
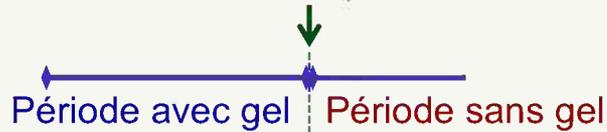
Avril 2017, Delémont, Jura



Photo: Y. Vitasse

RISQUES DE DOMMAGES PAR LE GEL ?

Augmentation du risque de dommage des plantes par le gel?



Hypothèse a

Avance phénologique ~ Période sans gel

→ **Risque de dommage par le gel inchangé**

Résultats



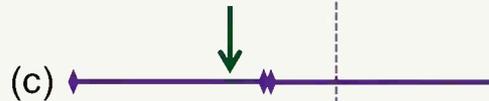
< 800m



Hypothèse b

Avance phénologique < Période sans gel

→ **Risque de dommage par le gel diminue**



Hypothèse c

Avance phénologique > Période sans gel

→ **Risque de dommage par le gel augmente**



> 800m



Printemps





Décembre 2015, Sierra Nevada, California
© NASA

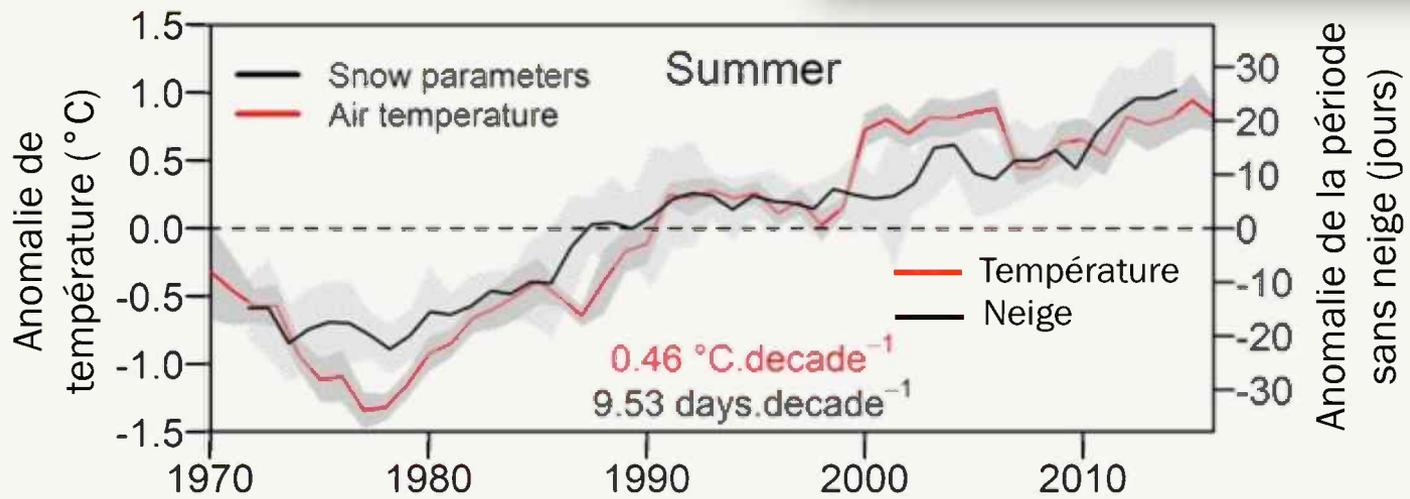
Les manifestations du changement
climatique saison par saison :
ÉTÉ

SAISON DE CROISSANCE



→ Allongement de la période sans neige 9.5 j./10 ans

→ +1.6 °C en été depuis 1970



Vitasse et al. in prep

LA BANQUISE



→ -50% en 36 ans!!



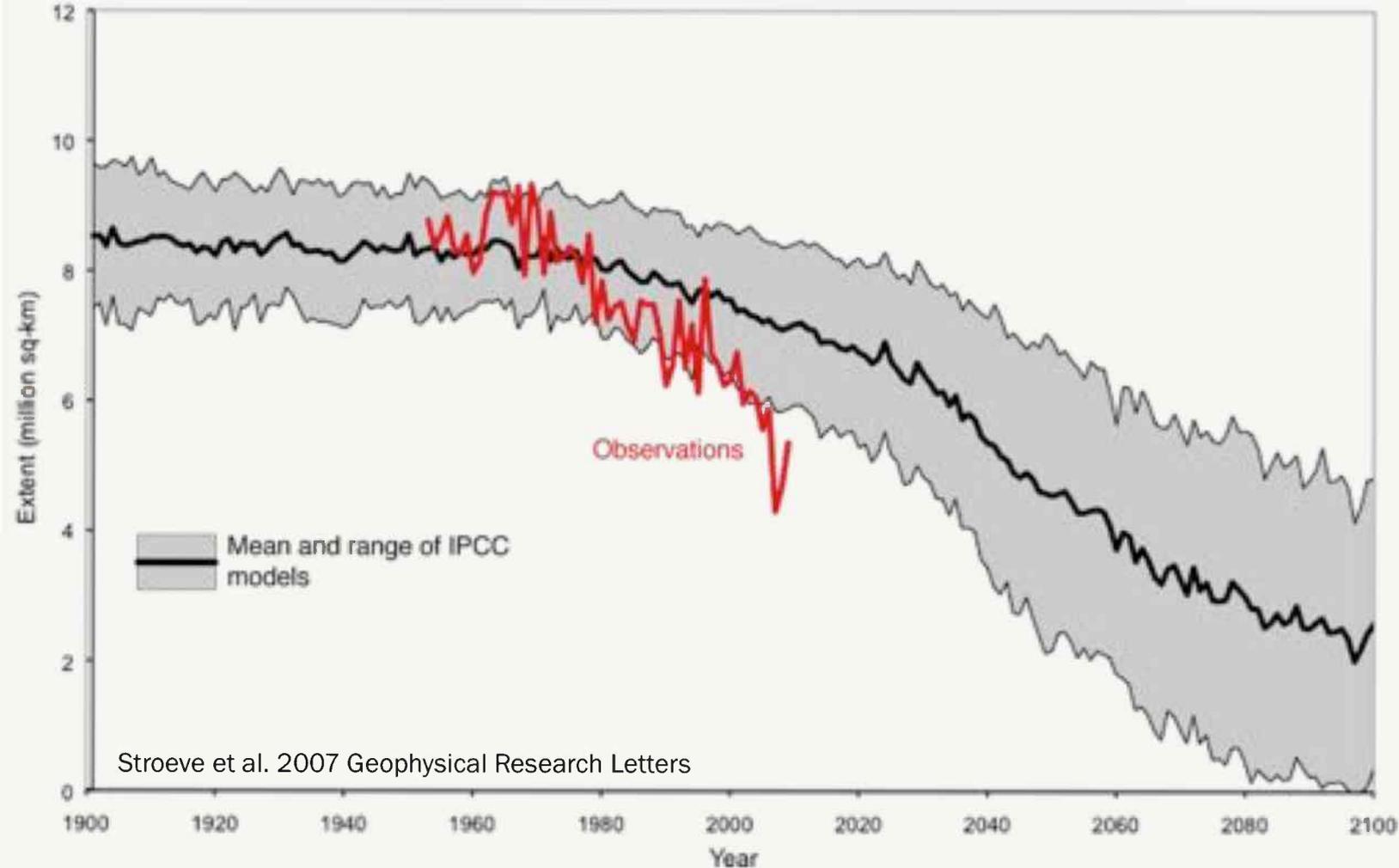
LA BANQUISE

1980 ~ 7.0 Millions km²

2016 ~ 3.5 Millions km²

→ -50% en 36 ans!!

Étendue de la banquise (septembre)



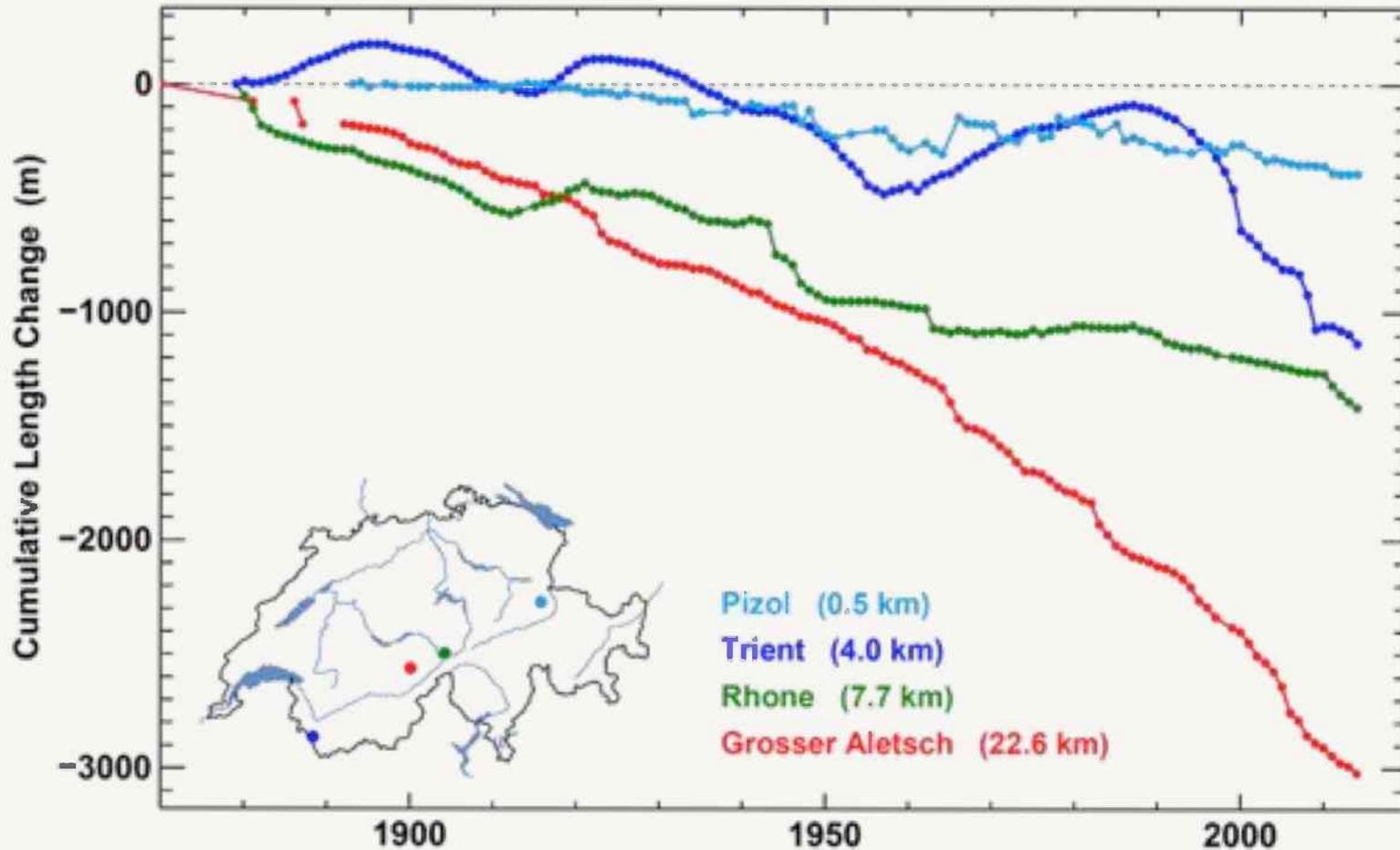
Été



LES GLACIERS

En Suisse...

Variation de l'étendue de quatre glaciers en Suisse



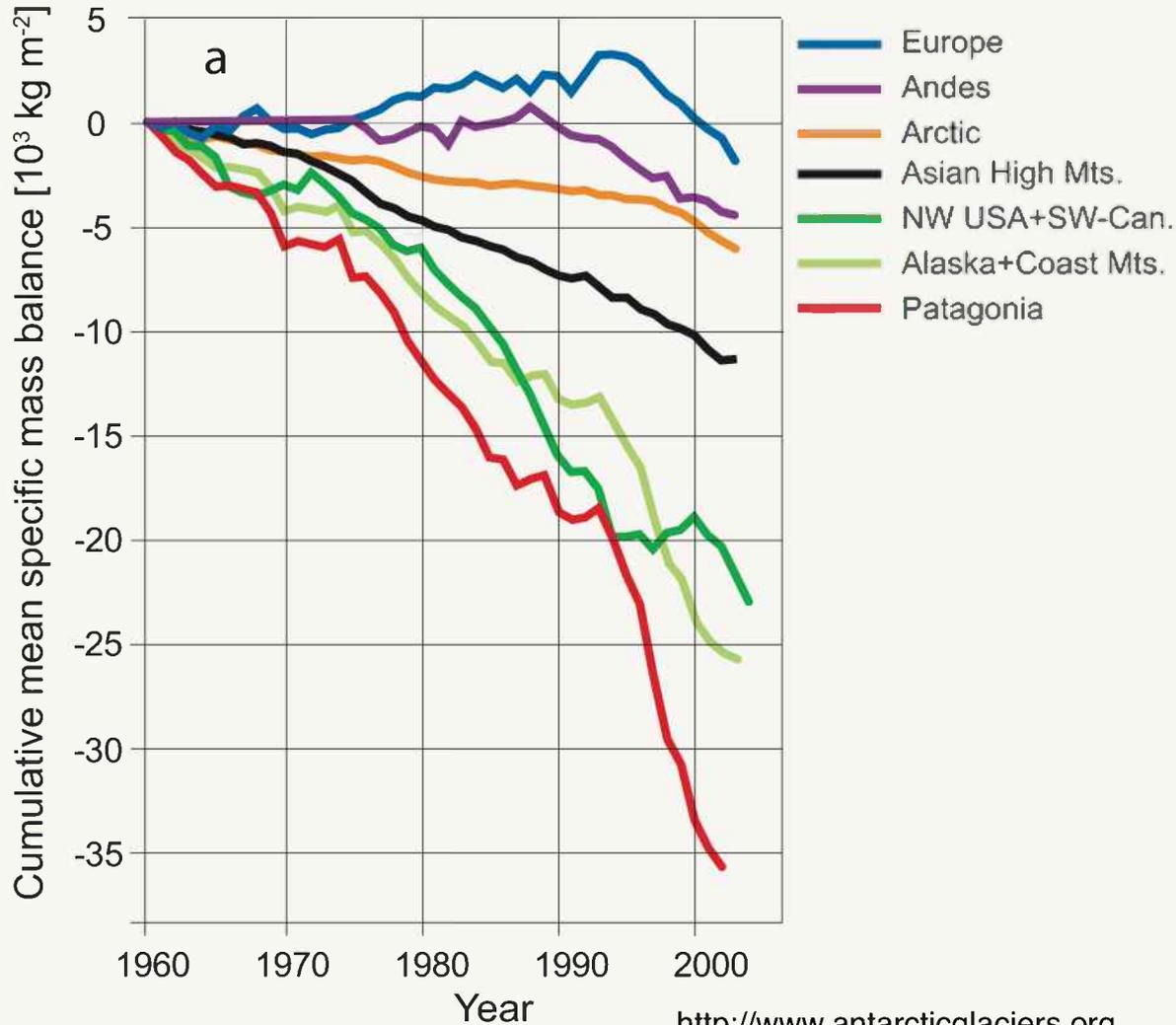
Été



LES GLACIERS

Dans le monde...

Variation du volume des glaciers dans le Monde



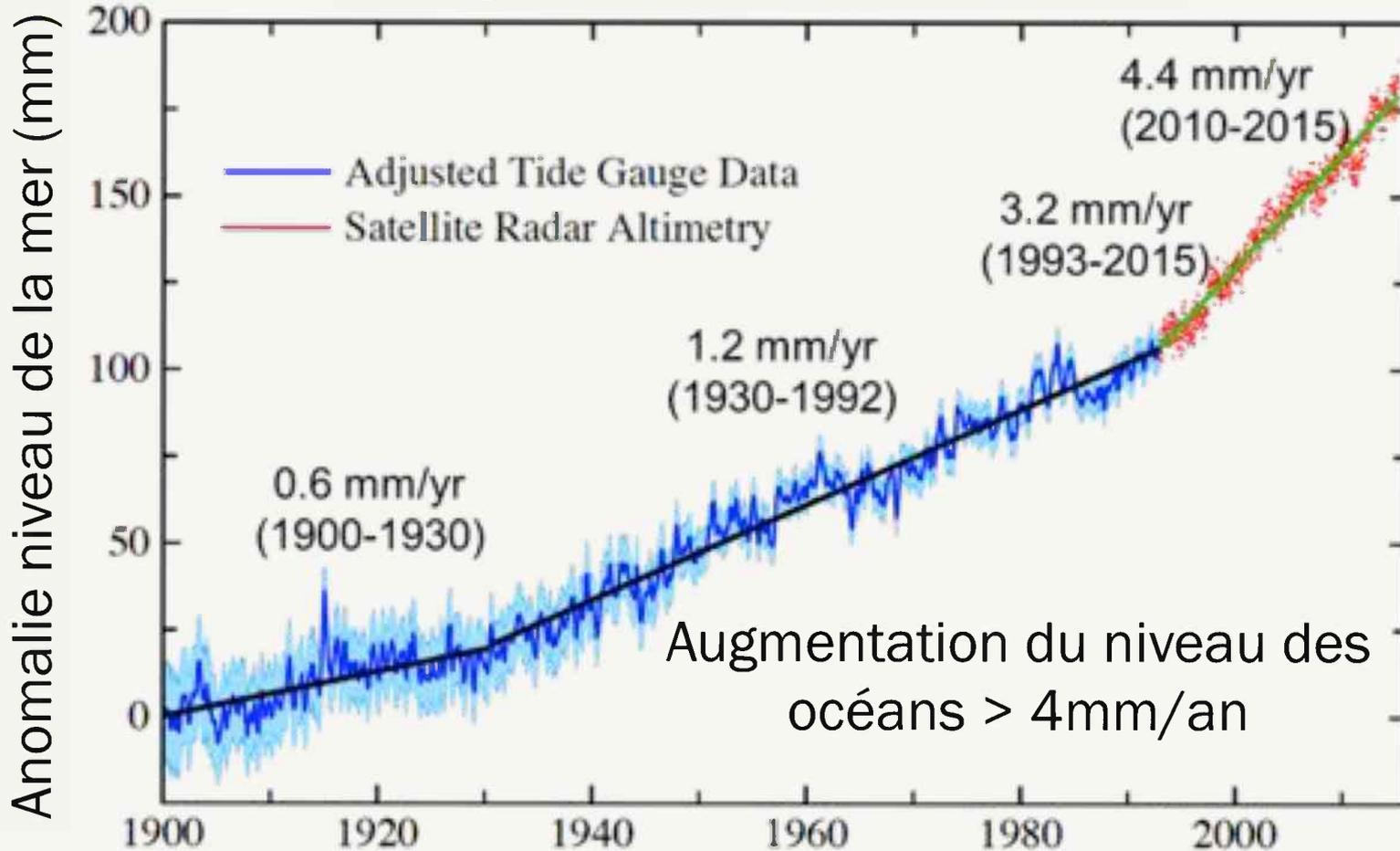
Été



NIVEAU DES OCÉANS

Au niveau mondial : Niveau de la mer

Changement du niveau de la mer

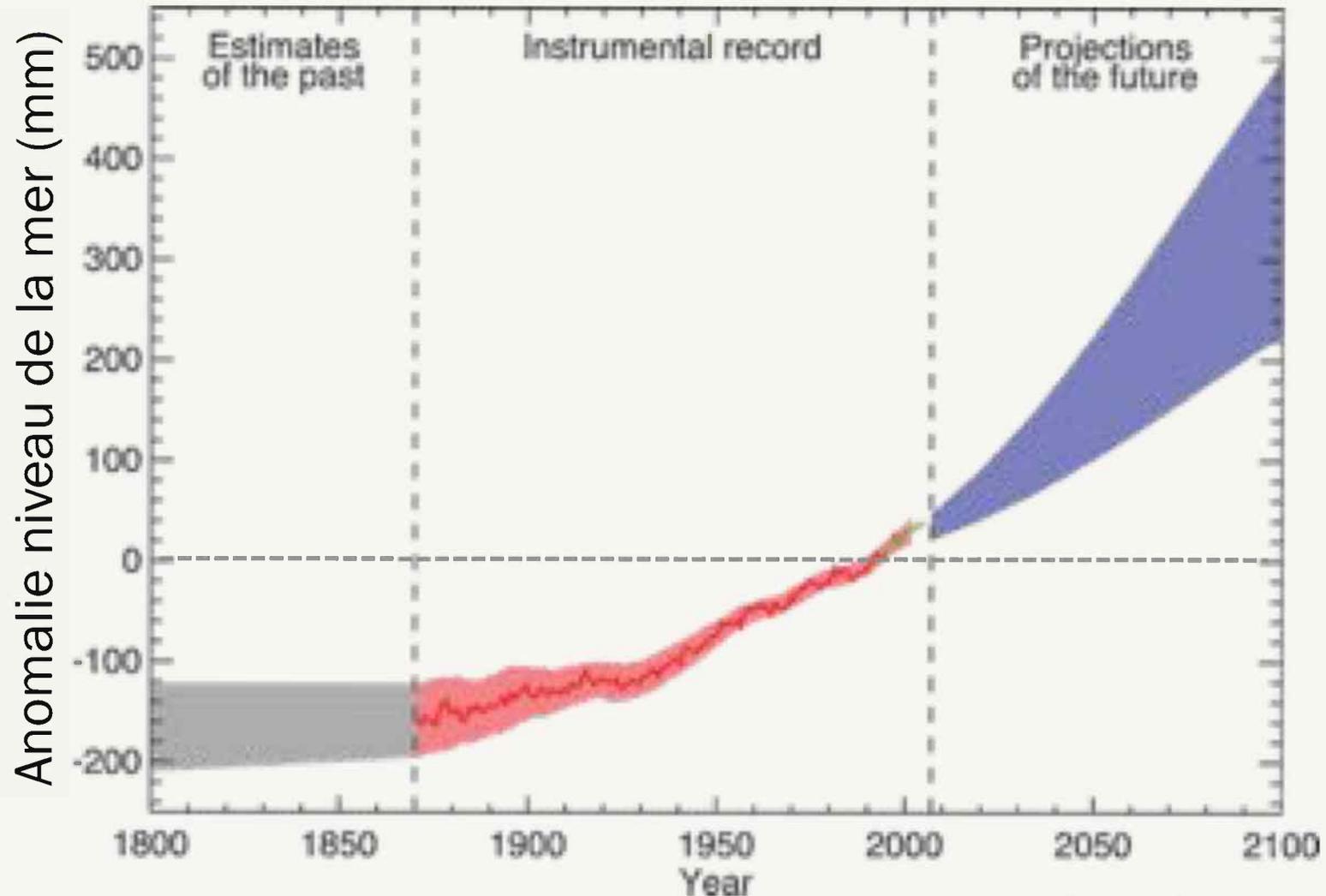


Été



NIVEAU DES OCÉANS

Au niveau mondial : Niveau de la mer



Source: Climate Change Science

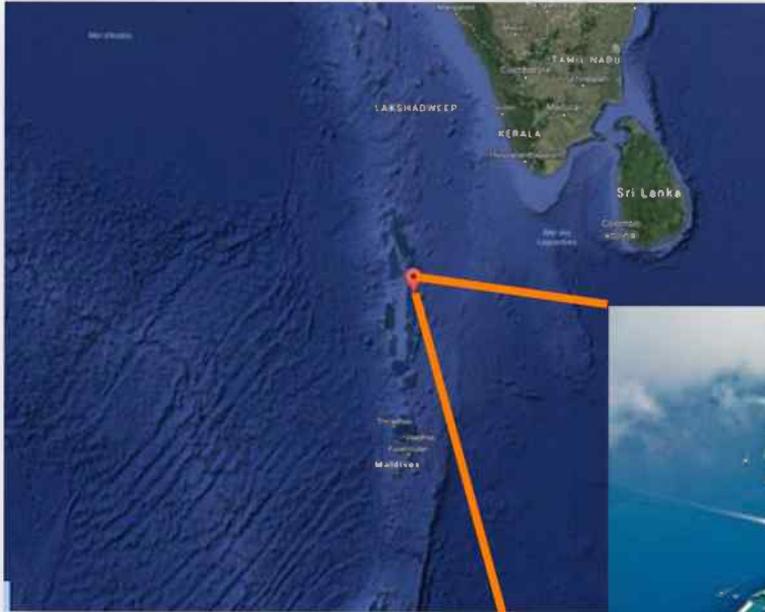


Été



NIVEAU DES OCÉANS

Au niveau mondial : Niveau de la mer



Atoll de Malé (Archipel des Maldives), 393'595 hab.
Altitude max: 2 mètres, densité: 17'884 hab.km²!

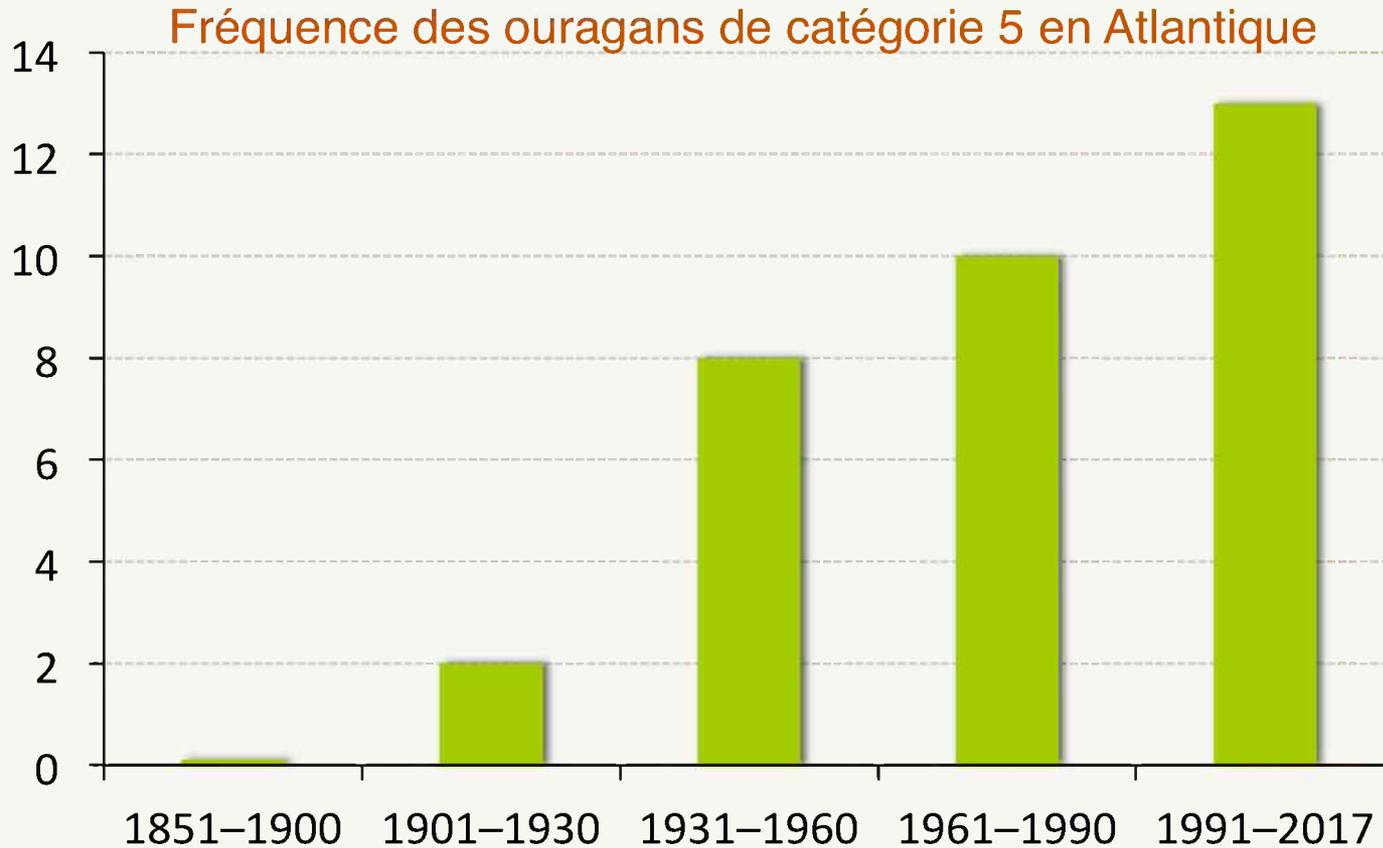


Été



OURAGANS

Fréquence des ouragans



→ Augmentation de la température des océans donne plus d'énergie aux cyclones



Été



MIGRATION DES ESPÈCES

Progression de la limite supérieure de la forêt



Été

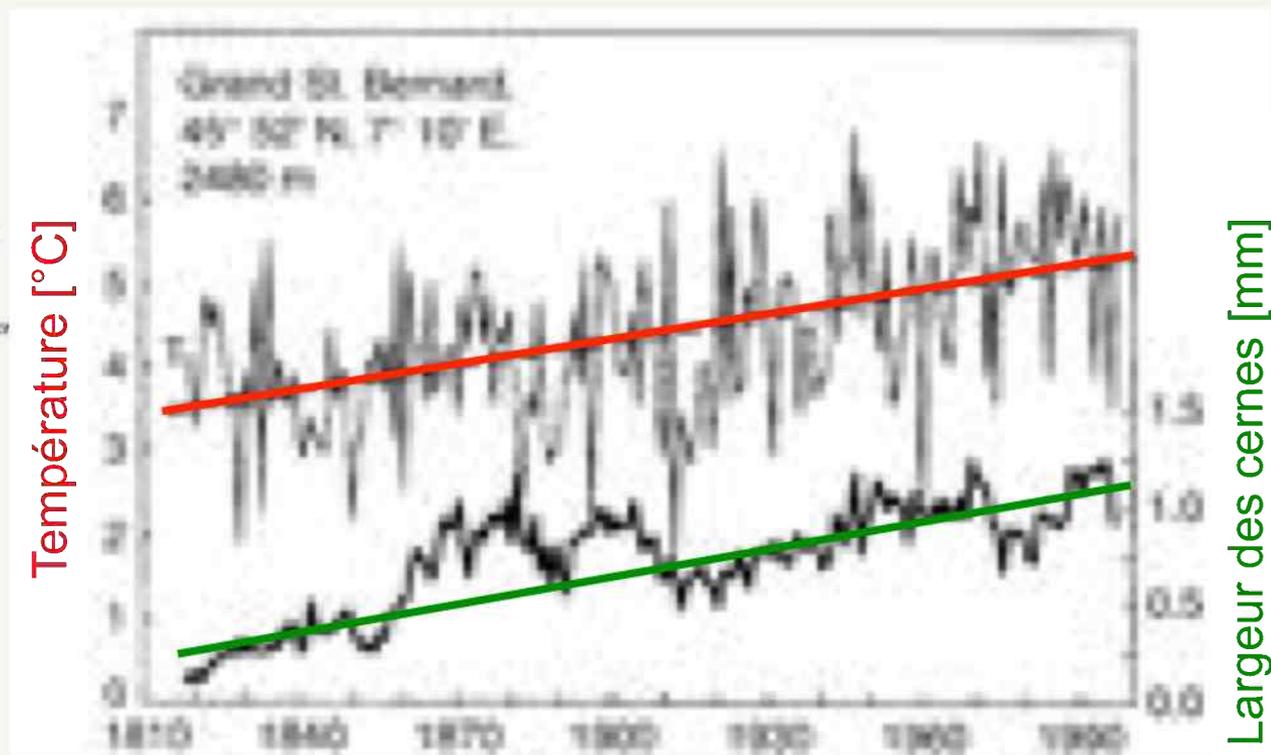
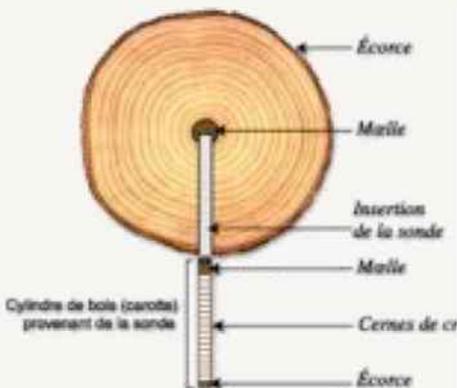


Limite progressive en Valais avec le mélèze et l'arole

MIGRATION DES ESPÈCES

Croissance des arbres à la limite de la forêt

→ En Valais, à la limite supérieure de la forêt, les arbres croissent maintenant plus de deux fois plus vite qu'au début du 19^{ème} siècle



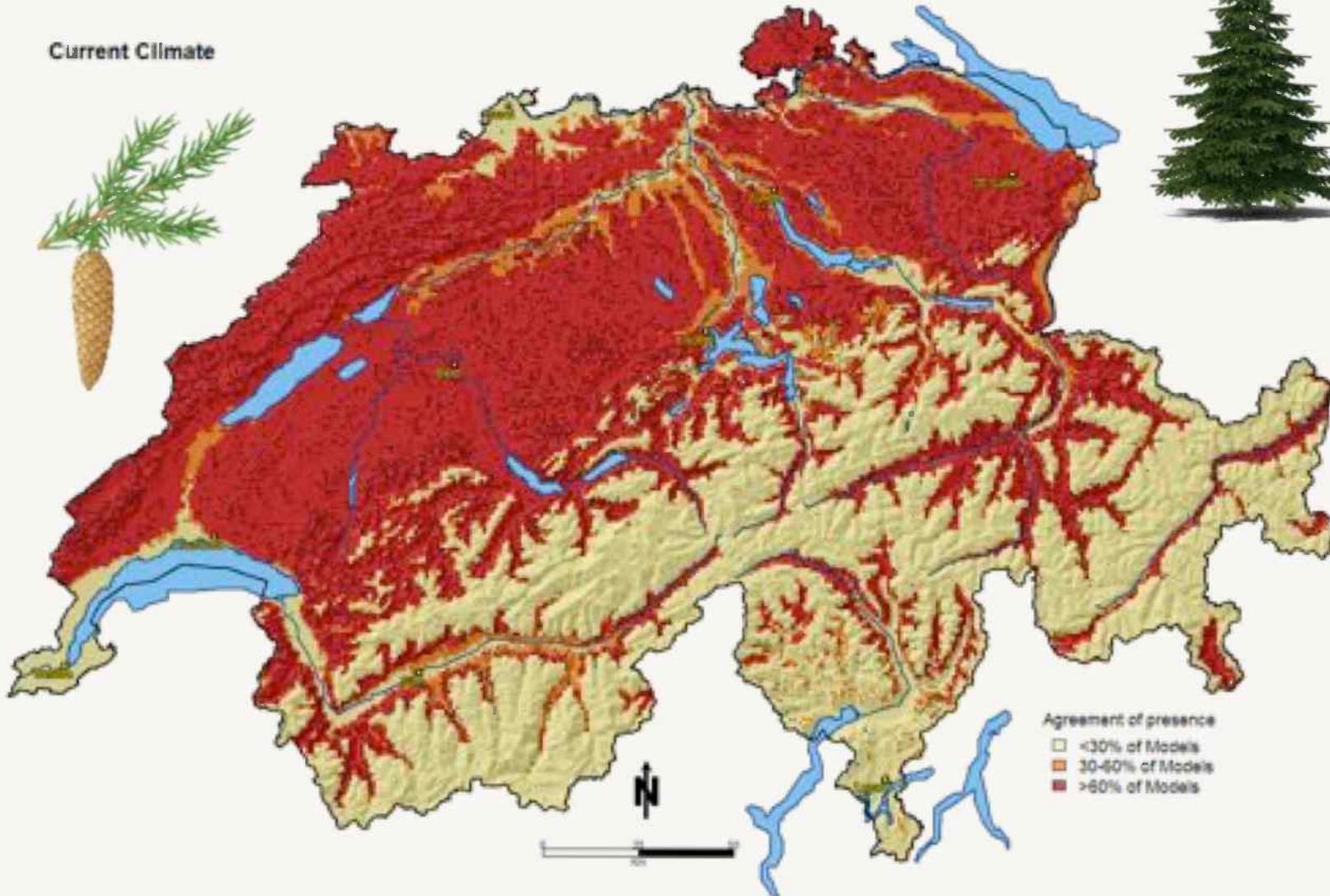
Été



ENVELOPPES CLIMATIQUES DES ESPÈCES

Les perdants...

Épicéa (*Picea abies*)



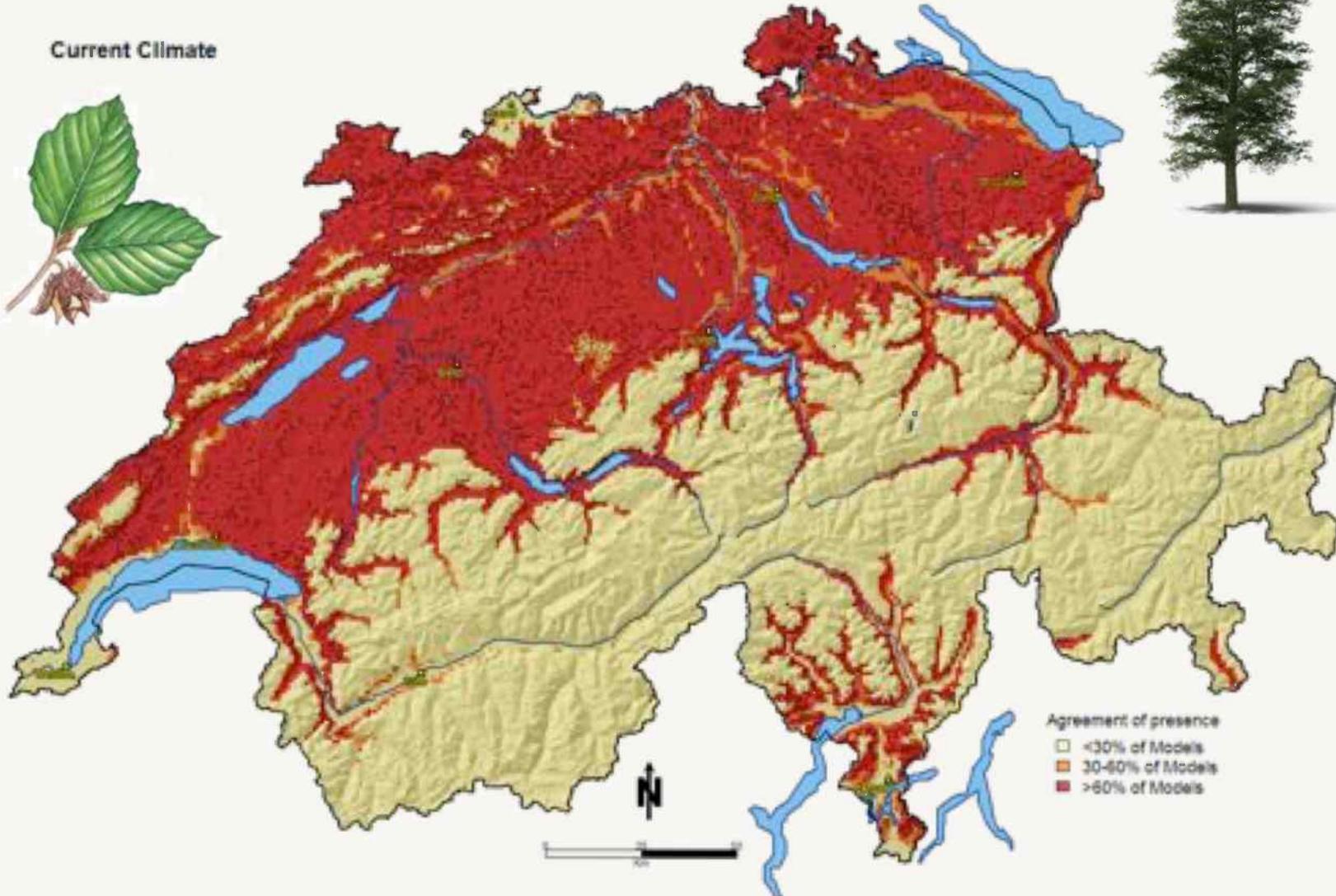
Été



ENVELOPPES CLIMATIQUES DES ESPÈCES

Les perdants...

Hêtre (*Fagus sylvatica*)



Été

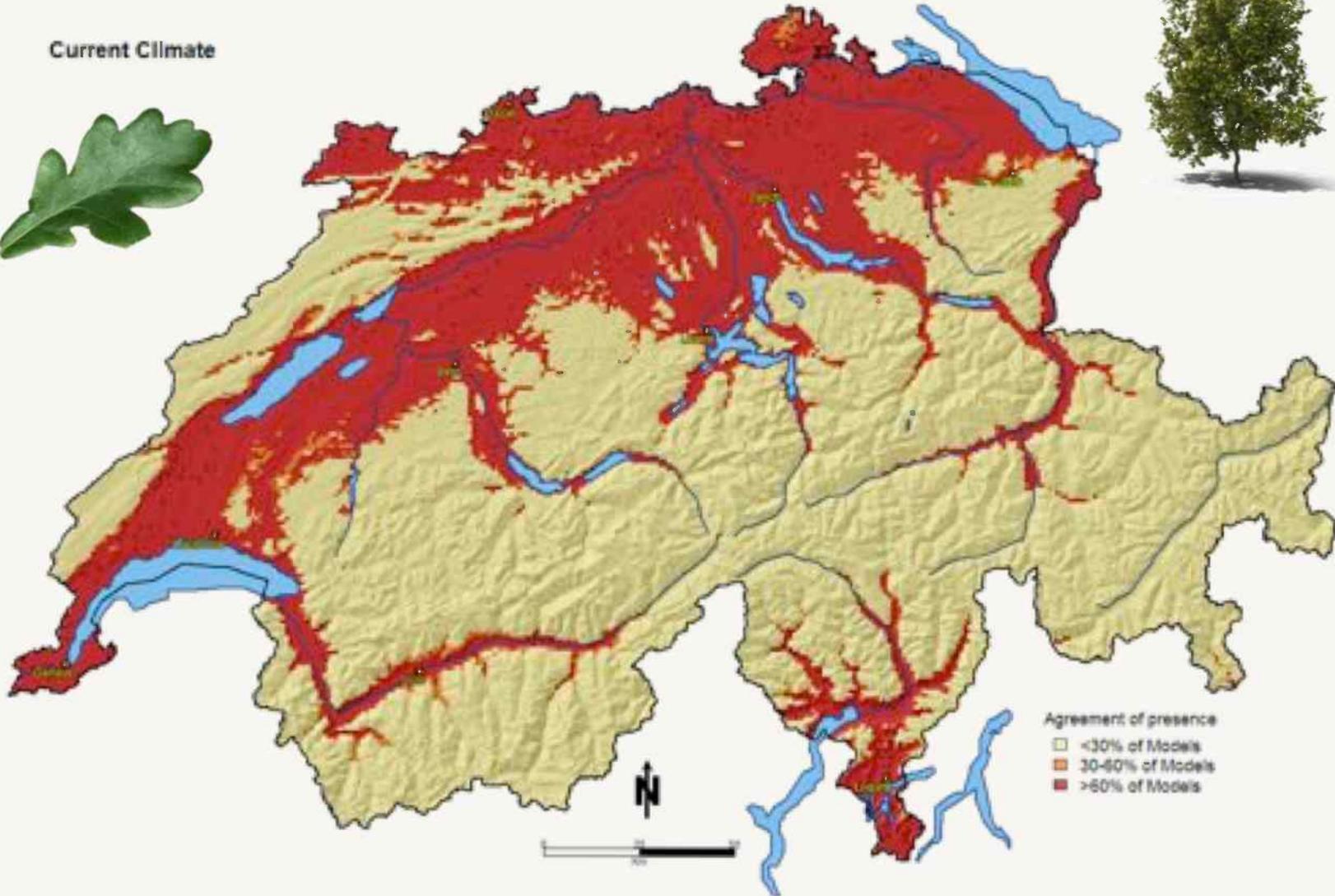


ENVELOPPES CLIMATIQUES DES ESPÈCES

Les gagnants...

Chêne (*Quercus petraea*)

Current Climate

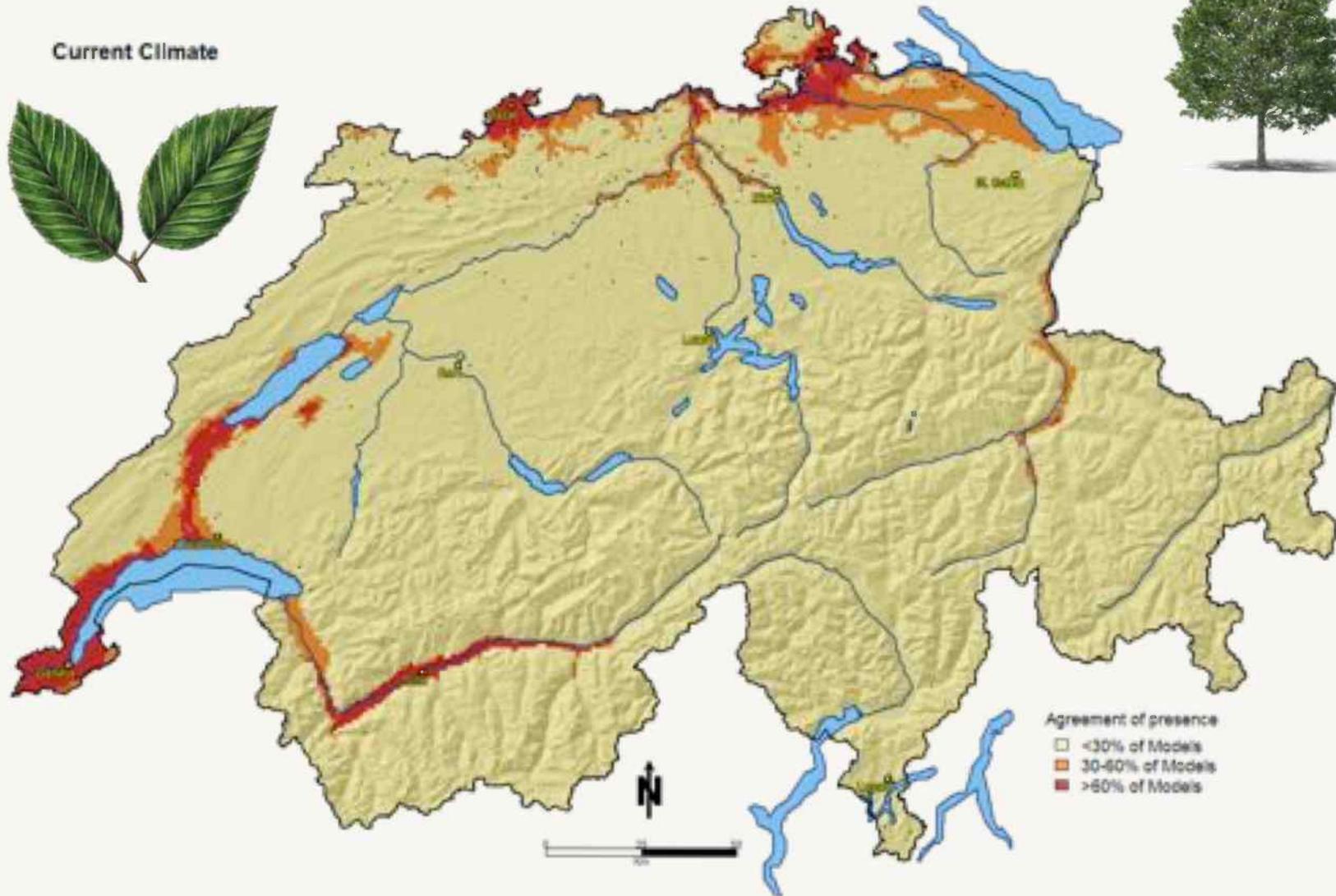


Été



ENVELOPPES CLIMATIQUES DES ESPÈCES

Les gagnants... **Charme (*Carpinus betulus*)**

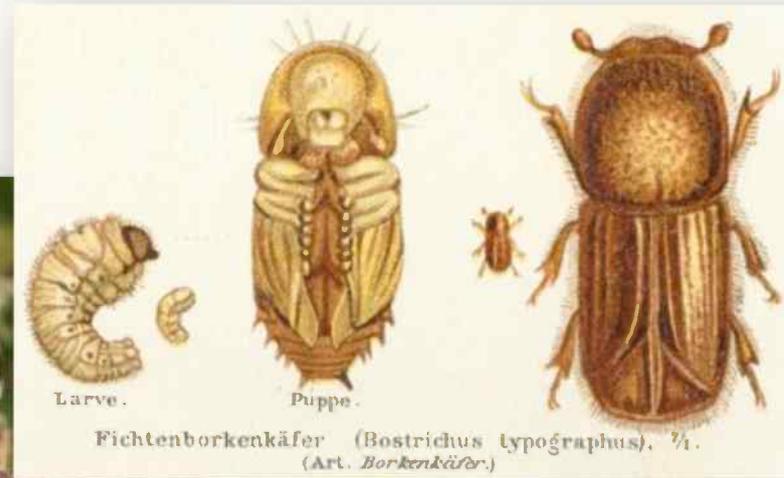


Été



MALADIES ET RAVAGEURS

BOSTRYCHE TYPOGRAPHE
Ips typographus



MALADIES ET RAVAGEURS



Été



Attaque de bostryches sur les épicéas, Préalpes fribourgeoises

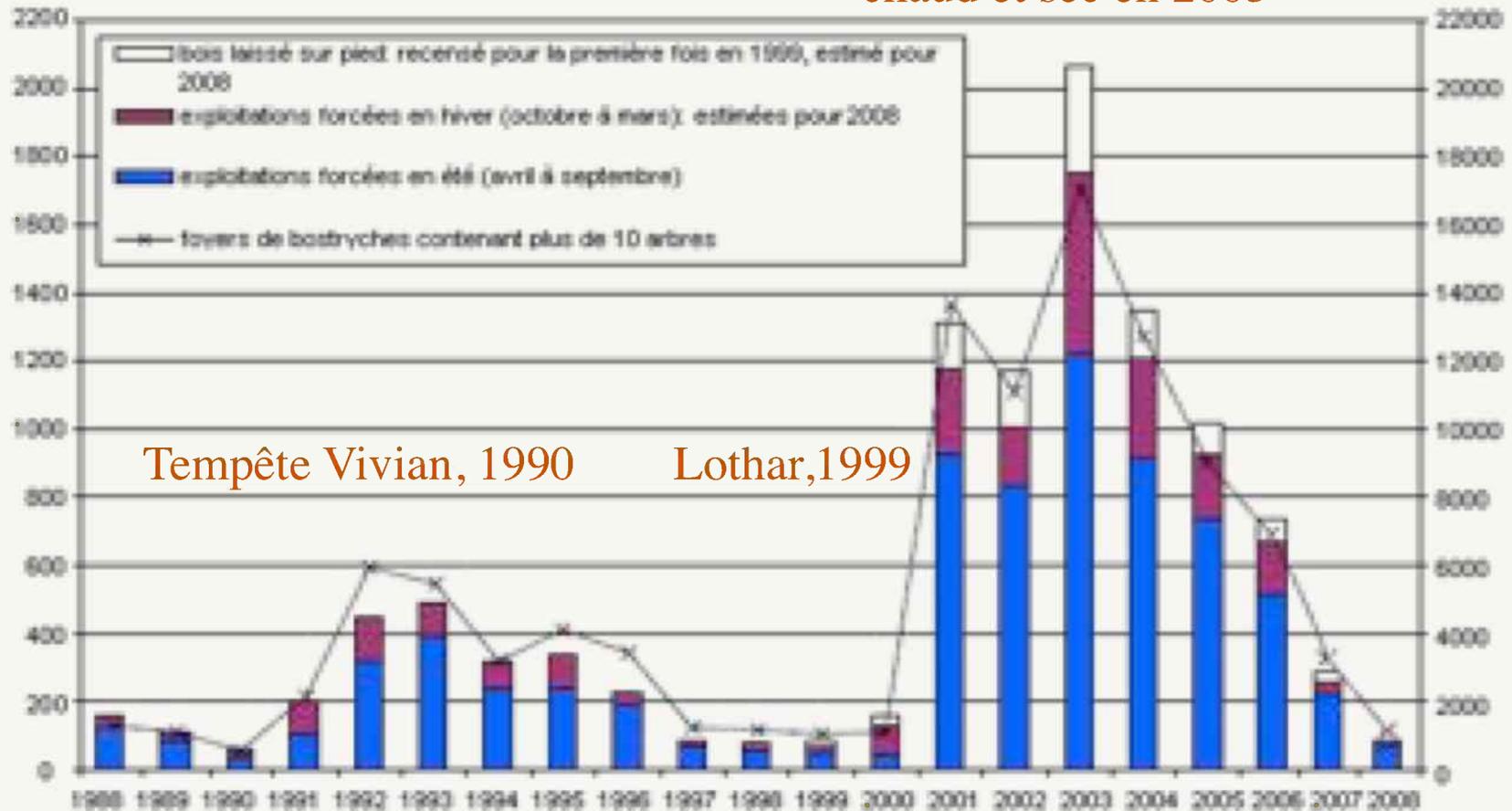
MALADIES ET RAVAGEURS

Evolution des populations de bostryches en Suisse

Volume de bois infesté (en millions de m³)

Hivers doux et été chaud et sec en 2003

Nombre de foyers de bostryches



Tempête Vivian, 1990

Lothar, 1999



Été

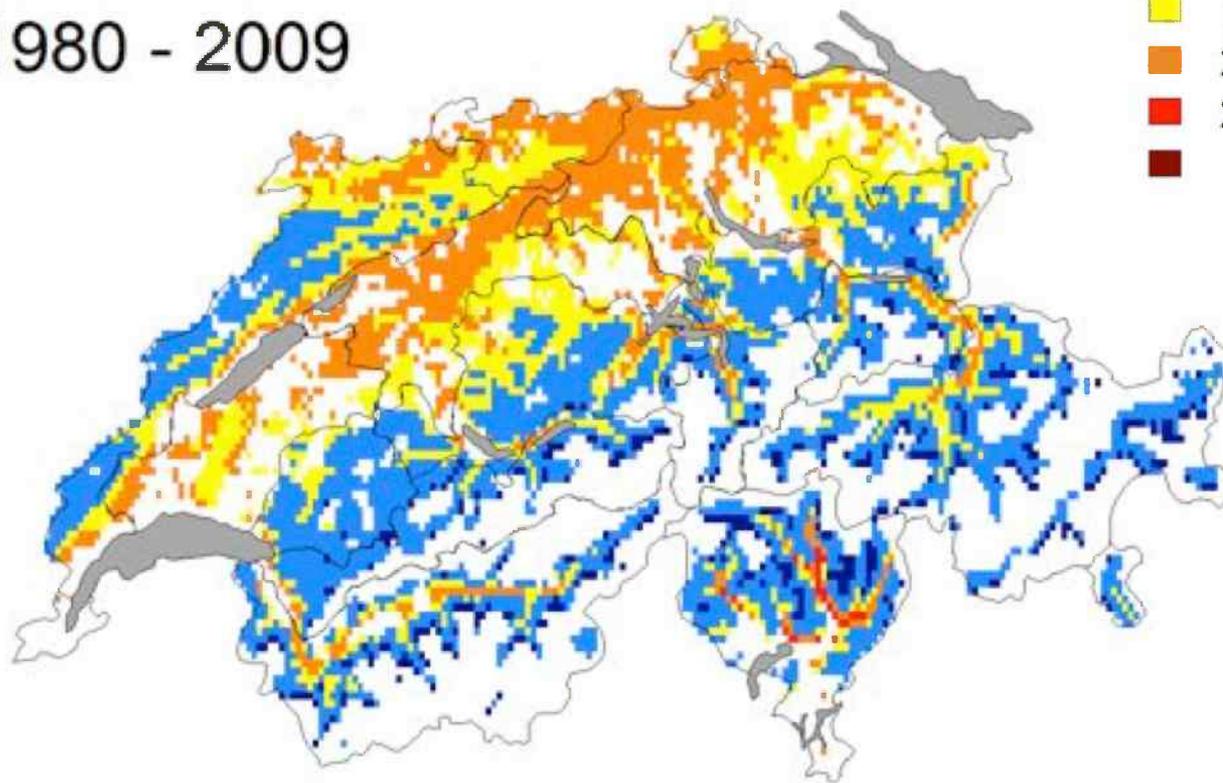


MALADIES ET RAVAGEURS

BOSTRYCHE TYPOGRAPHE

Nombre potentiel de générations

1980 - 2009



Été



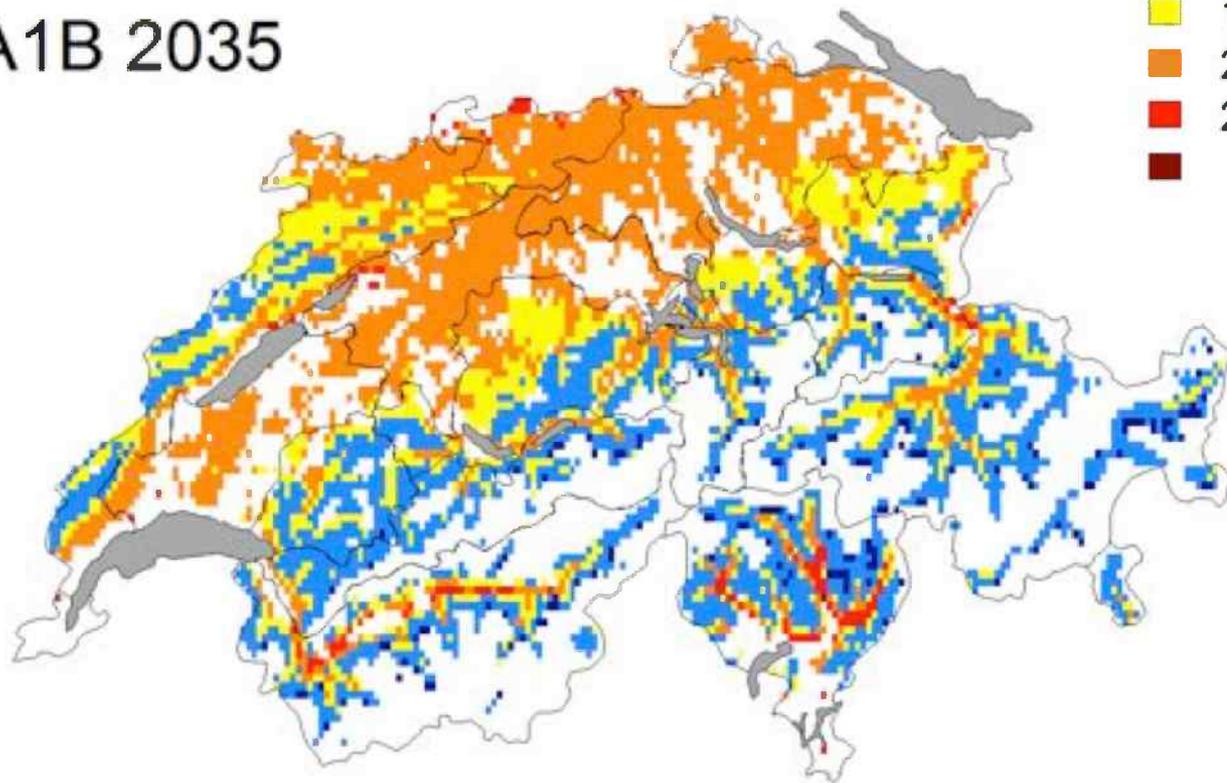
Jakoby et al. 2015: Borkenkäfer im Klimawandel – Modellierung des künftigen Befallsrisikos durch den Buchdrucker (*Ips typographus*). Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf, 45 S., ETH Zürich e-collection

MALADIES ET RAVAGEURS

BOSTRYCHE TYPOGRAPHE

Nombre potentiel de générations

A1B 2035



Été



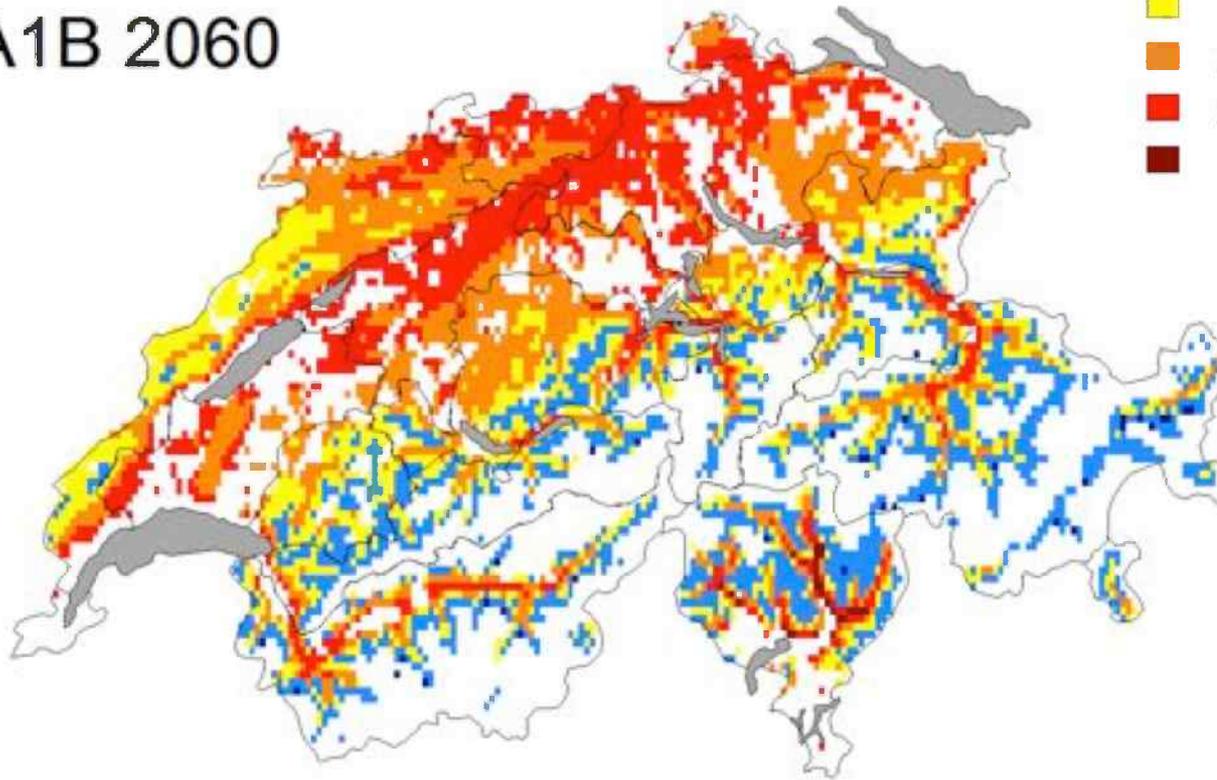
Jakoby et al. 2015: Borkenkäfer im Klimawandel – Modellierung des künftigen Befallsrisikos durch den Buchdrucker (*Ips typographus*). Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf, 45 S., ETH Zürich e-collection

MALADIES ET RAVAGEURS

BOSTRYCHE TYPOGRAPHE

Nombre potentiel de générations

A1B 2060



Été



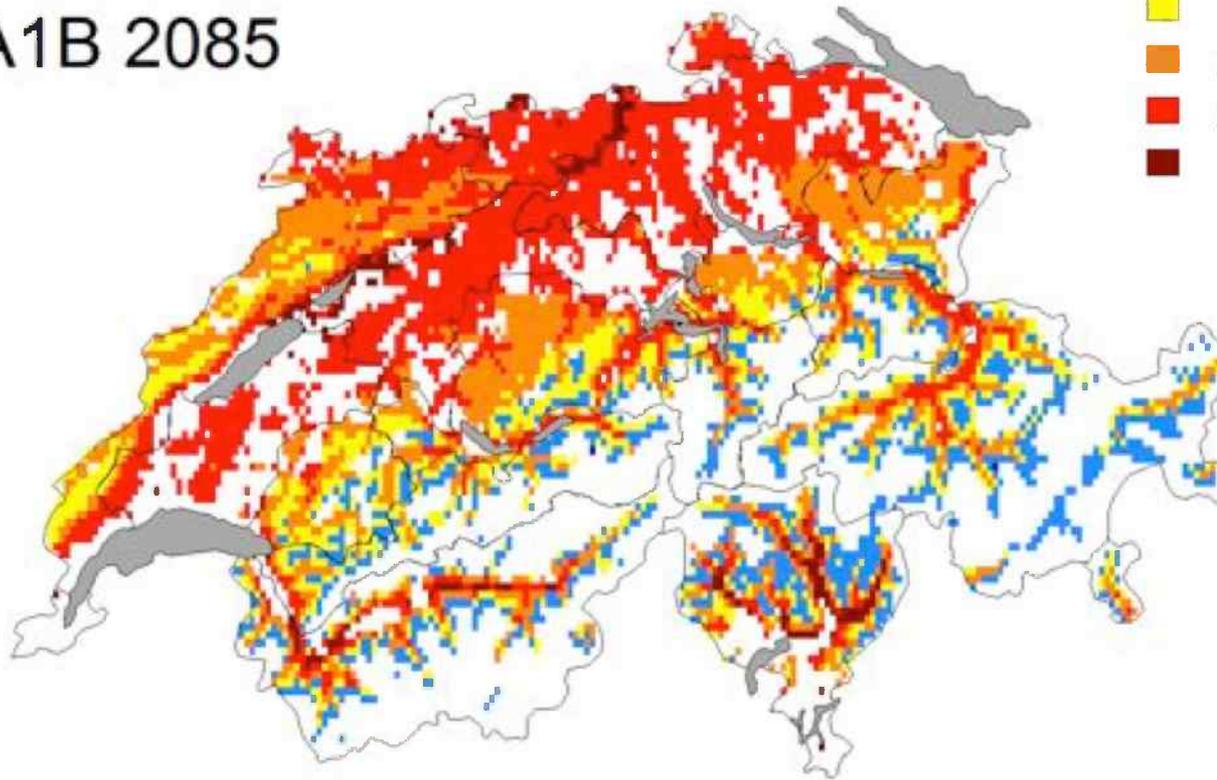
Jakoby et al. 2015: Borkenkäfer im Klimawandel – Modellierung des künftigen Befallsrisikos durch den Buchdrucker (*Ips typographus*). Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf, 45 S., ETH Zürich e-collection

MALADIES ET RAVAGEURS

BOSTRYCHE TYPOGRAPHE

Nombre potentiel de générations

A1B 2085



Été



Jakoby et al. 2015: Borkenkäfer im Klimawandel – Modellierung des künftigen Befallsrisikos durch den Buchdrucker (*Ips typographus*). Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf, 45 S., ETH Zürich e-collection

RAVAGEURS POUR L'AGRICULTURE

Pression des insectes ravageurs

→ augmentation attendue car le cycle de vie des insectes est très fortement influencé par les températures

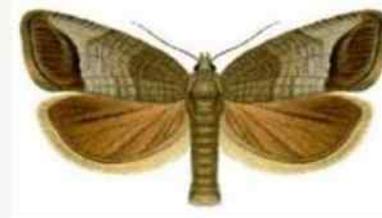
Ex: carpocapse (vers des fruits)

Cydia pomonella

→ Actuellement ~1 génération par an, on prédit **2 à 3 générations par an d'ici la fin du siècle**



Source: wikipedia



Stoeckli et al. Plos One 2012



SÉCHERESSES ESTIVALES

Dépérissement des Pins dans le Valais

Pins dépérissants à Viège (VS)



Été



@ A. Rigling (WSL)



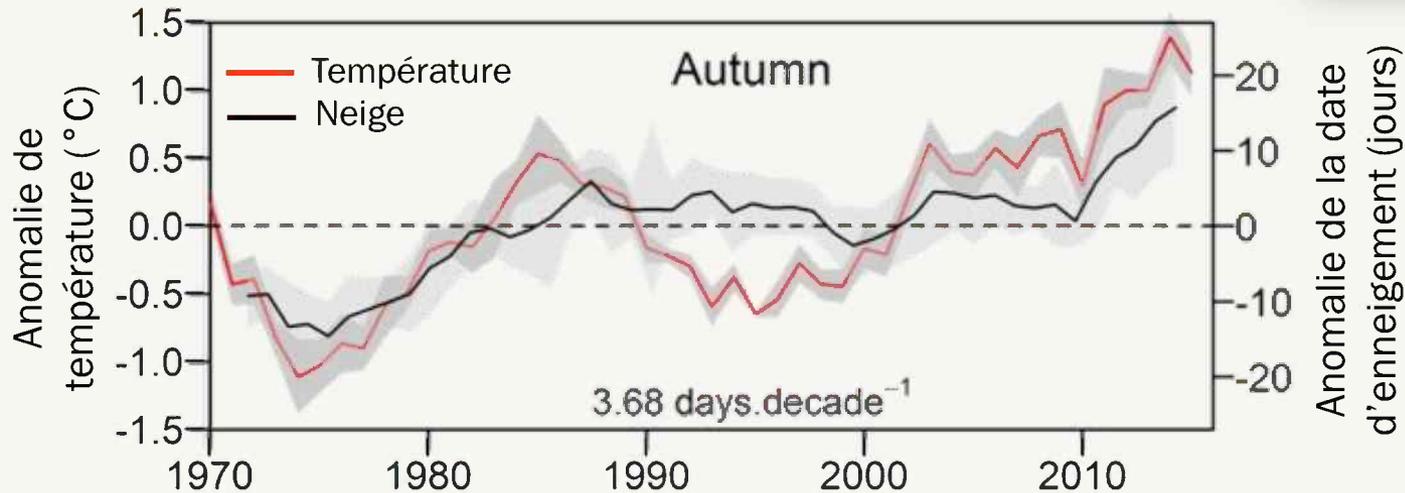
© Y. Vitasse

Les manifestations du changement
climatique saison par saison :

AUTOMNE

INSTALLATION DU MANTEAU NEIGEUX

Début de l'enneigement + tardif 3.7 j./10 ans
(~13 jours depuis 1970)



Vitasse et al. in prep

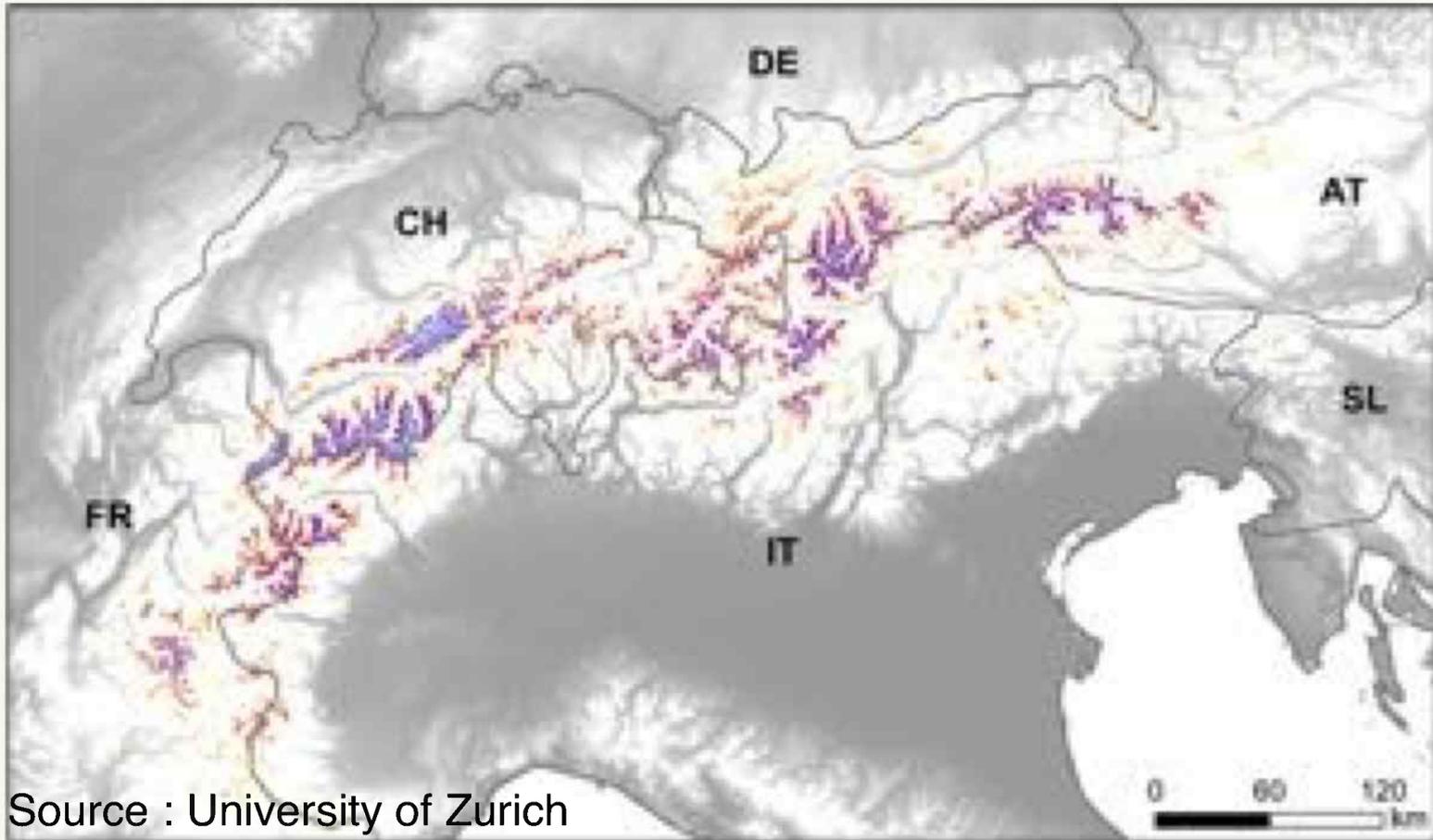


Automne

PERGÉLISOL

Fonte du Pergélisol (sol gelé) et ses conséquences

Alpine Permafrost Index Map (APIM)



Source : University of Zurich

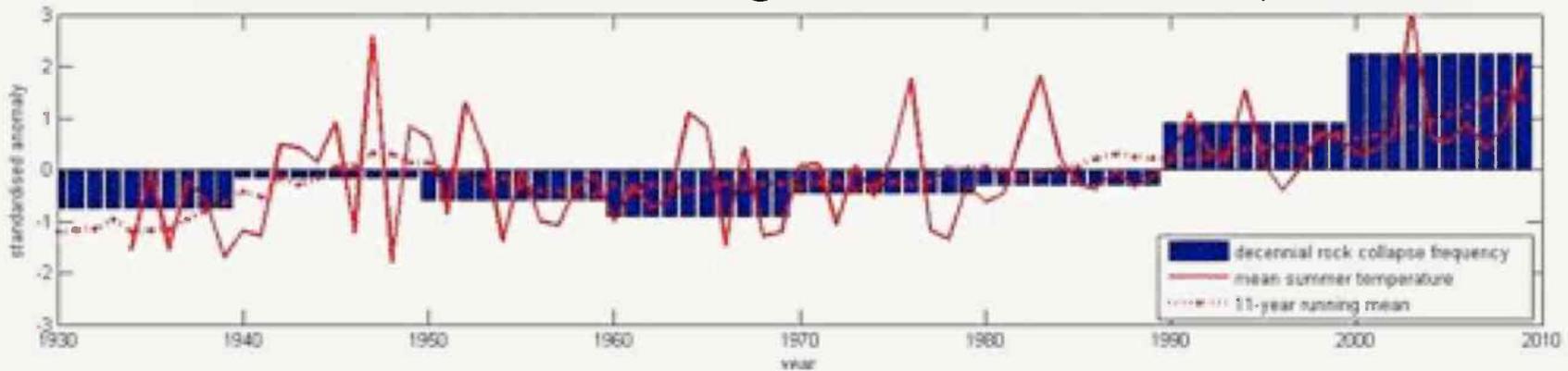


Automne

PERGÉLISOL

Conséquence de la fonte du pergélisol

Chute de rochers dans les Aiguilles de Chamonix et température...



Einhorn et al. Revue de géographie alpine 2015



Automne

LAVES TORRENTIELLES ET GLISSEMENT DE TERRAIN

Val Bregaglia (GR), Lave torrentielle arrivant sur le village de Bondo le 23 Août 2017



→ 3 à 4 Millions de m³ de matieres rocheuses emportées



Automne

LAVES TORRENTIELLES ET GLISSEMENT DE TERRAIN

Val Bregaglia (GR), Lave torrentielle arrivant sur le village de Bondo le 23 Août 2017



→ 3 à 4 Millions de m³ de matières rocheuses emportées

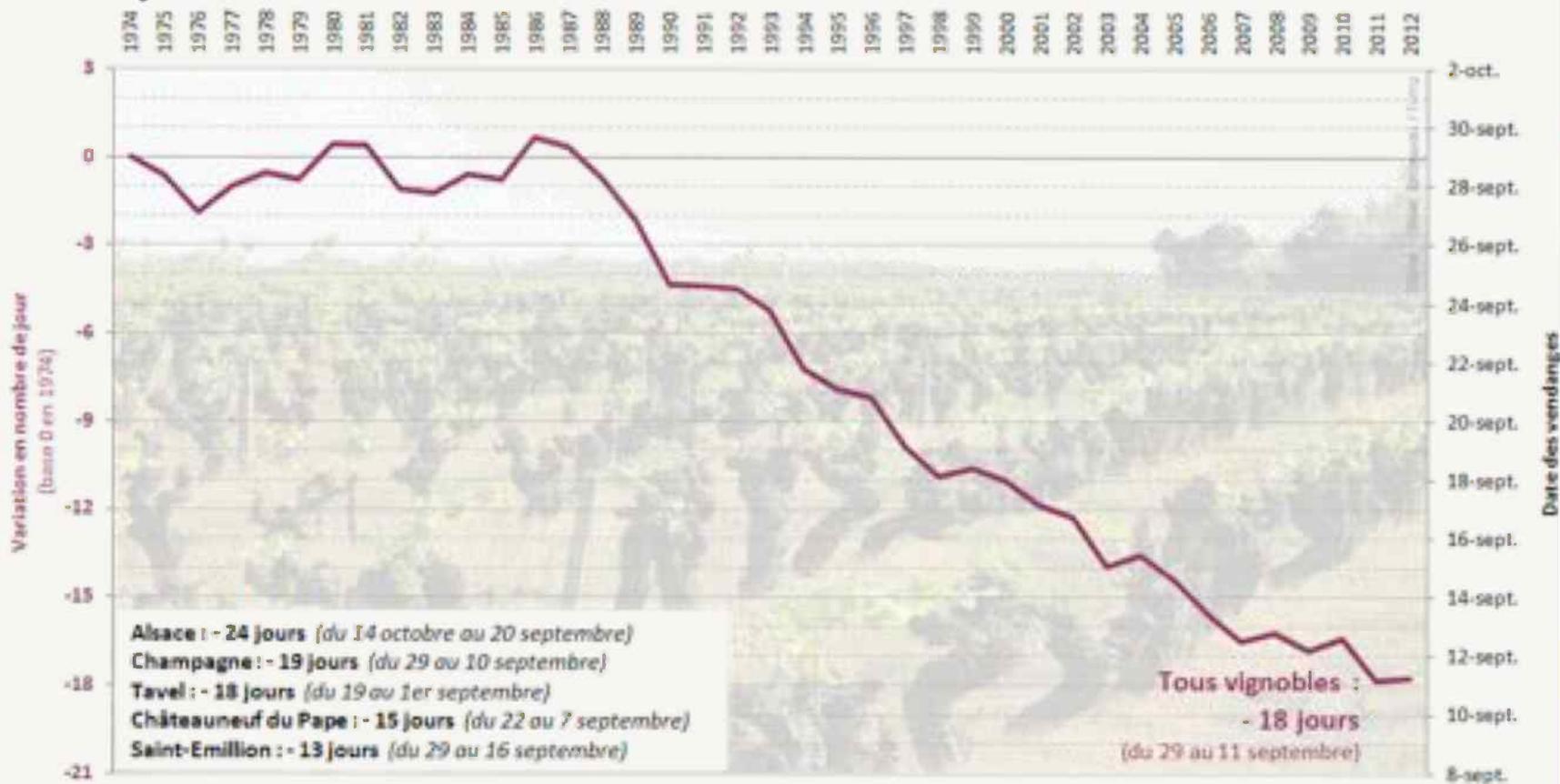


Automne

MATURATION DU RAISIN - VENDANGES



Evolution de la date moyenne de vendange entre 1974 et 2012 dans un panel de vignobles français



Note : 1974 = moyenne décennale 1965-1974 et 2012 = moyenne décennale 2003-2012.



Automne

QUALITÉ DU VIN EN SUISSE



"Le réchauffement climatique est positif pour la viticulture suisse, car il garantit une meilleure maturation, notamment pour les cépages tardifs"

Vivian Zufferey, chercheur en production végétale à Agroscope, 2015



www.montreuxriviera.com



Automne

Merci...



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

