



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,  
de la formation et de la recherche DEFR

Agroscope

# Pistes de recherche pour réduire les impacts négatifs du changement climatique en agriculture

**D. Pellet, P. Calanca, A. Holzkämper, B. Dupuis,  
J. Hiltbrunner, J. Herrera**

Genève, le 19 septembre 2019

[www.agroscope.ch](http://www.agroscope.ch) | une bonne alimentation, un environnement sain



# Sommaire

Introduction

Activités de recherche d'Agroscope:

- Maïs
- Blé
- Pomme de terre

Conclusions



## Les canicules vont être de plus en plus longues

Selon une étude publiée dans «Nature Climate Change», dans un monde où le réchauffement de la planète est limité à +2°C, la probabilité de canicules de plus de deux semaines devrait augmenter de 4% en moyenne

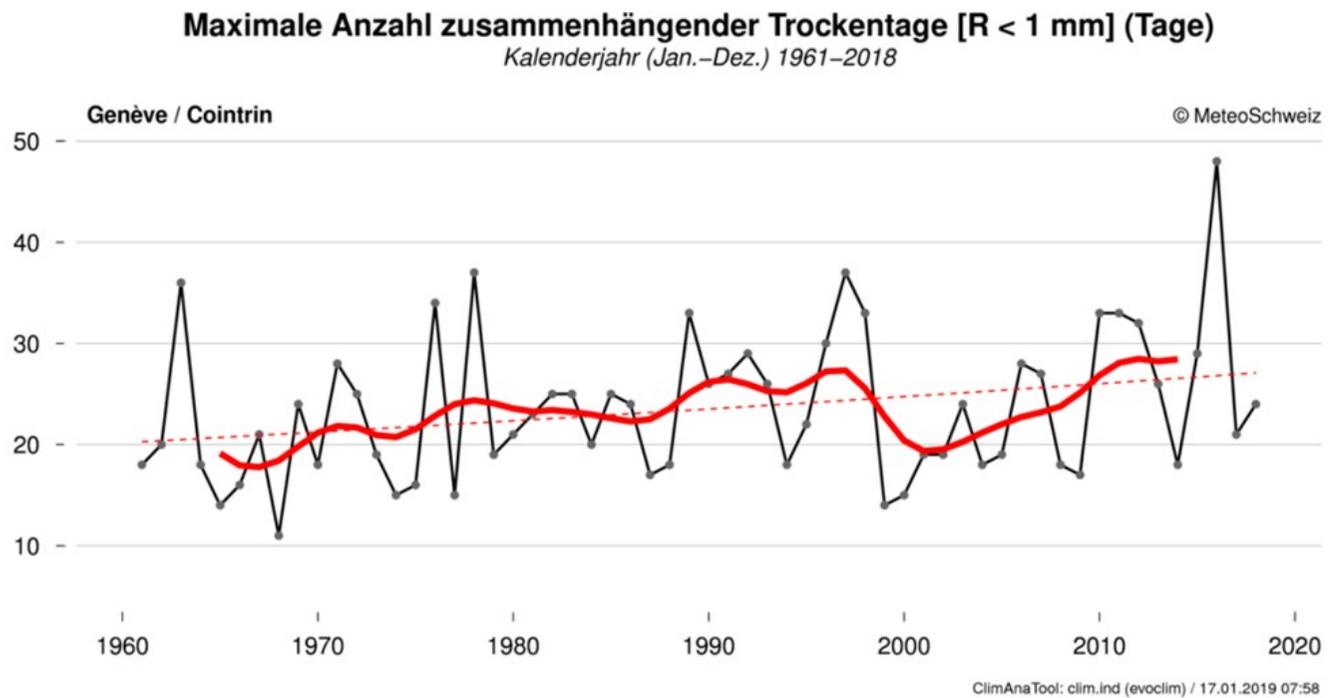
Par exemple, l'Europe a vécu en 2018 une période chaude et sèche particulièrement longue, d'avril à septembre, interrompue par de brèves périodes de rafraîchissement et de pluie, entraînant notamment une baisse des récoltes de blé en Allemagne de 15%, selon les chercheurs.

«Les événements météorologiques extrêmes sont généralement analysés en terme d'intensité et de fréquence. Mais c'est souvent leur persistance qui provoque les effets les plus graves», notamment sur la santé humaine et sur l'agriculture, souligne cette étude.

LE TEMPS, 20.08.19



# Nombre maximum de jours consécutifs sans pluie à Genève



Source: Holzkämper



## Changement Climatique:

### Que fait la recherche?

- Illustration **non exhaustive** de projets de recherche d'Agroscope concernant le maïs, le blé et les pommes de terre. (La protection des végétaux n'est pas abordée ici)
- Groupe de recherche «Climatologie»: modélisation des effets et impacts sur les cultures, recommandations générales
- Groupe de recherche «Variétés et techniques culturales» des grandes cultures. Identification de variétés adaptées au changement climatique, techniques et systèmes de production, cultures alternatives

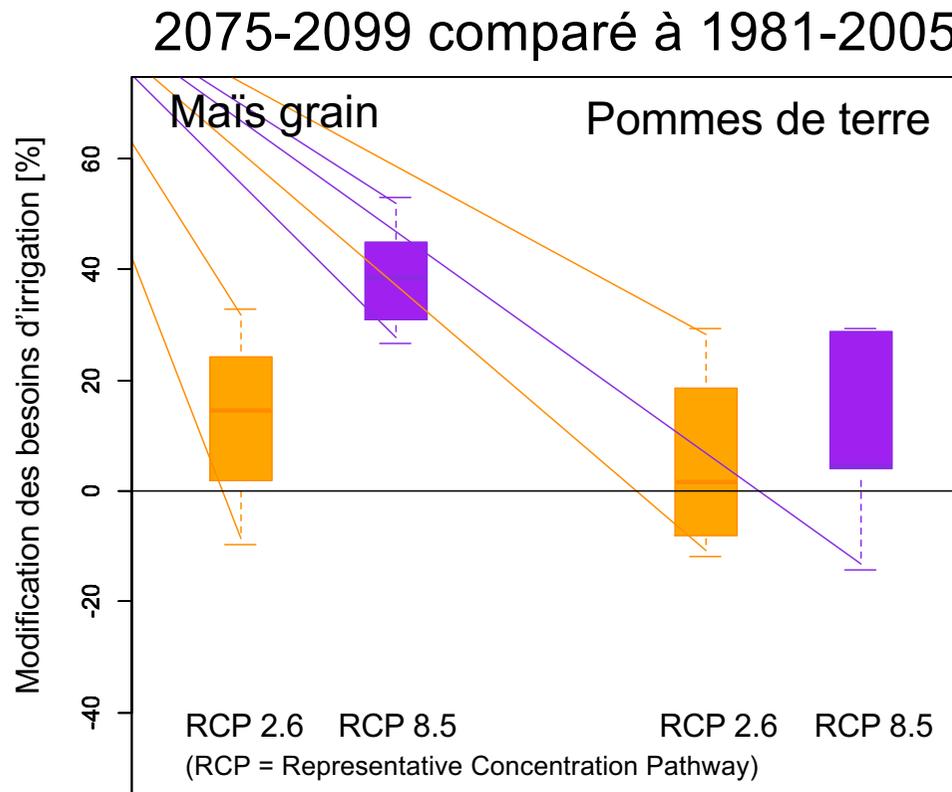


# Activités de recherche pour les grandes cultures: le maïs





# Effet des changements de la température et des précipitations sur les besoins en irrigation



Les besoins en eau pour l'irrigation augmentent plus ou moins, selon la culture, la variété, la période de culture et le scénario

→ Avec des ressources en eau limitées, d'autres alternatives doivent également être choisies



# Conséquences pour le maïs

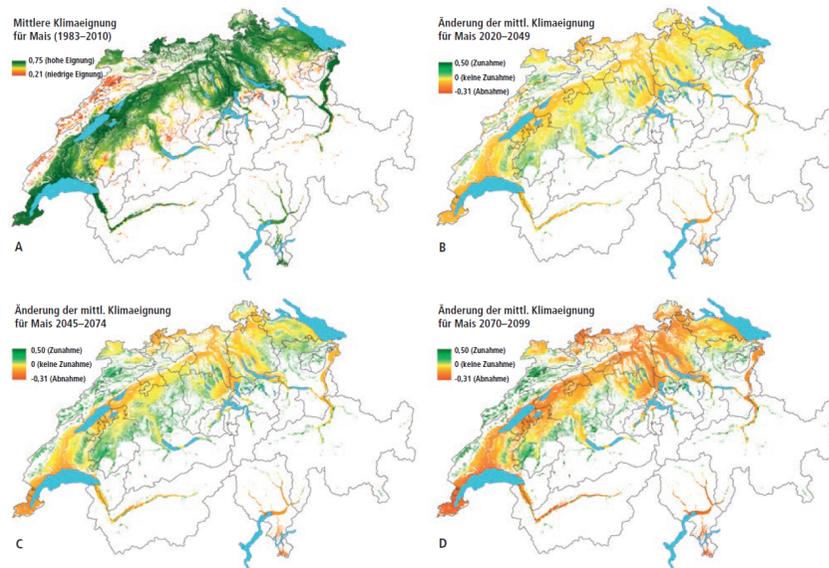


Abb. 3 | Karten der aktuellen Klimaeignung für Körnermais (A) (1983–2010, aus Holzkämper *et al.* 2015) sowie für die drei Zeithorizonte 2020–49 (B), 2045–74 (C) und 2070–99 (D), berechnet auf Basis der Mediane der Temperaturänderungen aus 20 Klima-Modellketten für das A2-Emissionsszenario. (Flächen mit Hangneigungen > 15% sind ausgeschlossen.)

Dégradation des conditions de croissance à GE pour le maïs en raison de températures élevées (>35 °C) à la floraison et durant la maturation, et de stress hydrique en fin de végétation.

Holzkämper 2015



# Le sorgho, (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), alternative au maïs ?





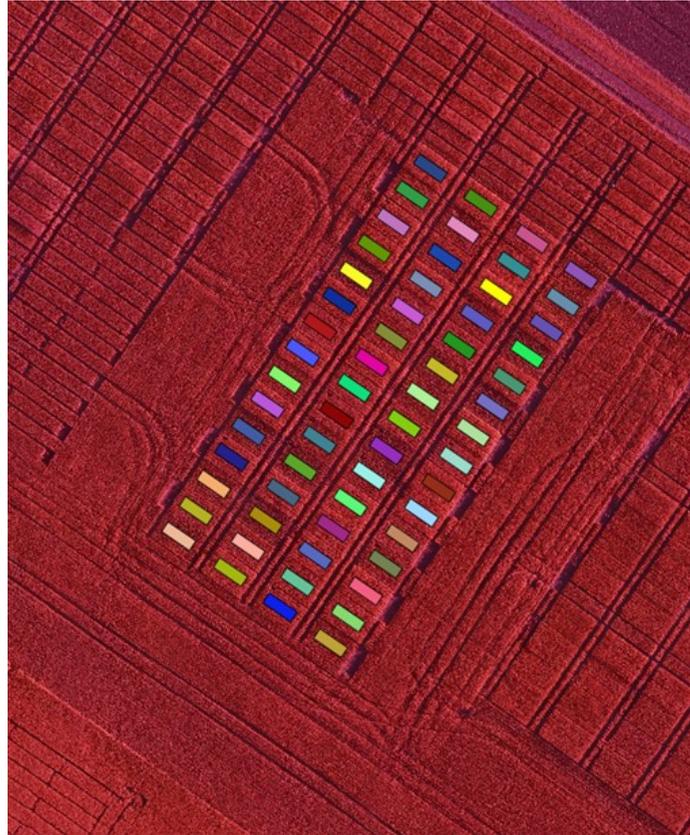
## Intérêt du sorgho

- Besoins en eau réduit pour une production équivalente à celle du maïs (WUE), notamment aussi, grâce à une couche de cirre sur les feuilles qui réduit la transpiration.
- Pour l'alimentation humaine et l'affouragement (volaille, porcs, bovins)
- Peu sensible à la pyrale du maïs et indemne de Diabrotica
- Facile à intégrer dans la rotation

Hiltbrunner (2012)



# Activités de recherche pour les grandes cultures: **le blé**





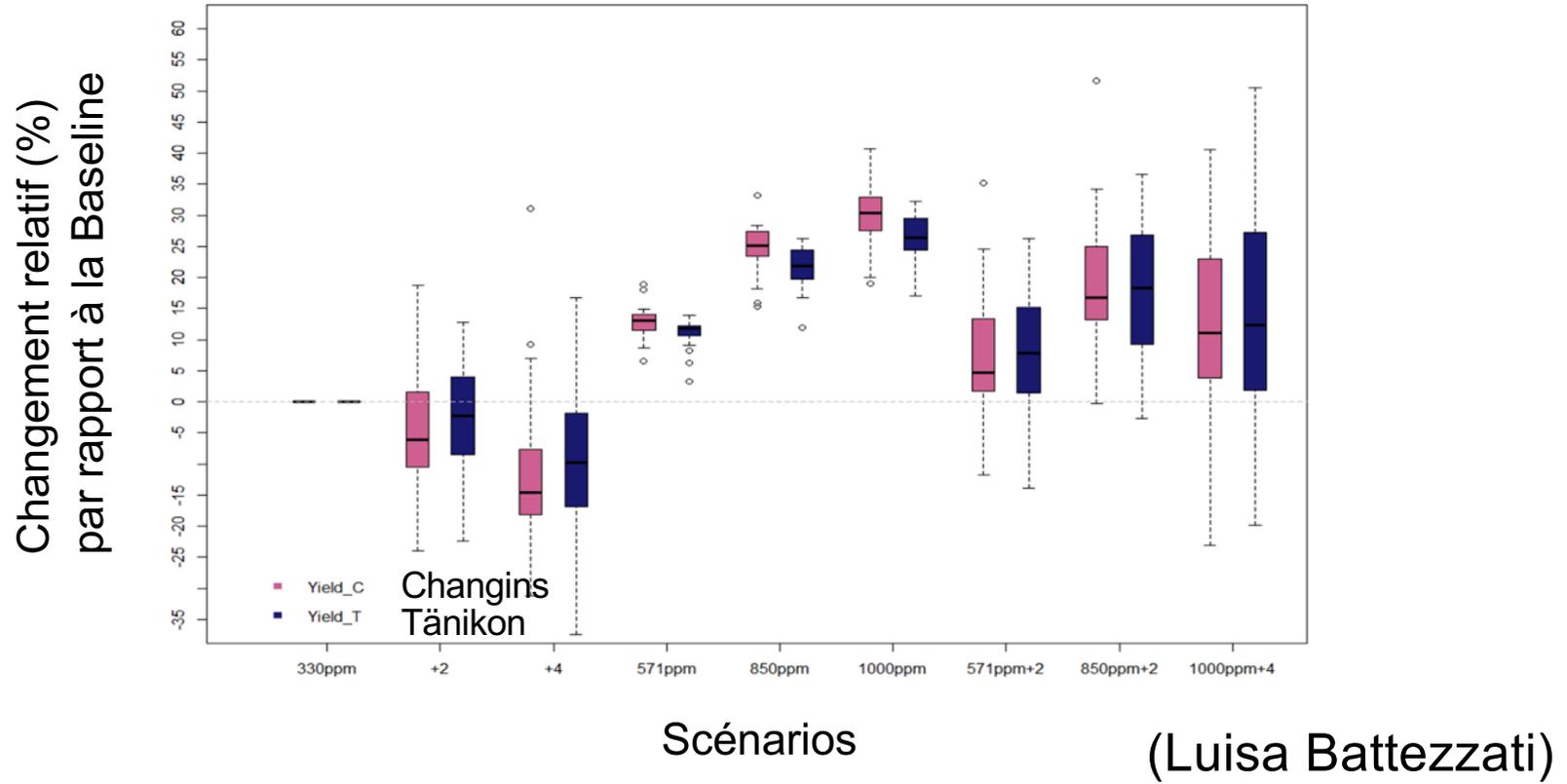
## Changement climatique et rendements du blé d'hiver

Résultats de simulations avec STICS pour comprendre les effets de l'augmentation de la température, des concentrations de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère et leur combinaison. Travail de stage de Luisa Battezzati

With ambient CO <sub>2</sub>	With elevated CO <sub>2</sub>	With CO <sub>2</sub> and increasing T
Baseline (330 ppm)	570 ppm	570 ppm +2°C
330 ppm +2°C	850 ppm	850 ppm +2°C
330 ppm +4°C	1000 ppm	1000 ppm +4°C



# Résultats: rendements

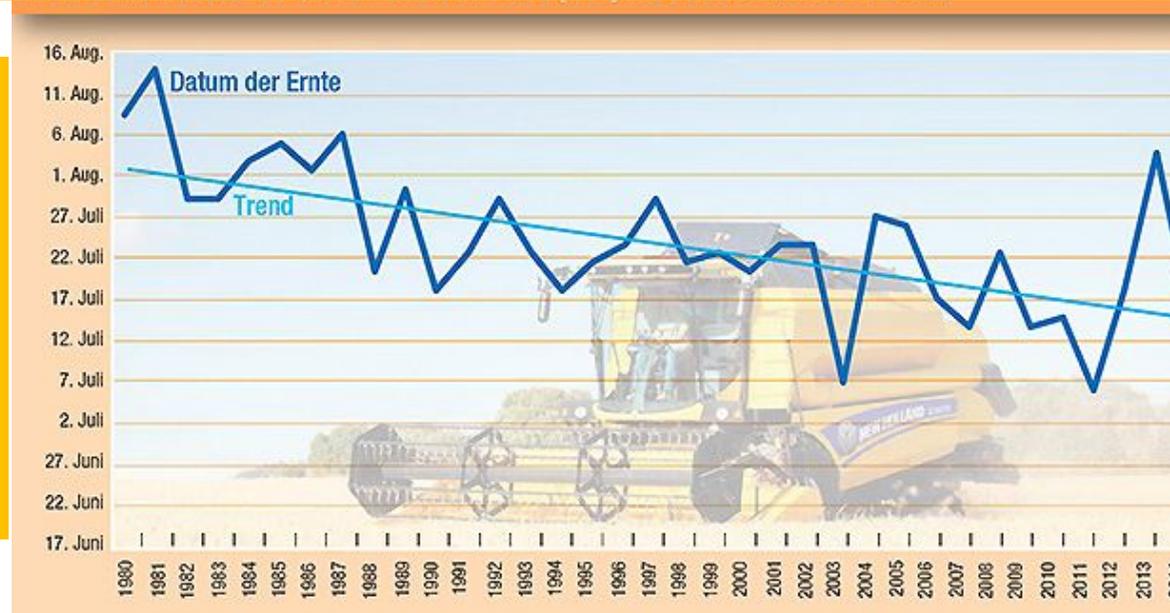




# Changement climatique et choix variétal

## Début de la moisson du blé à Changins de 1980 à 2014

Date de la récolte



Données: Fossati, Agroscope Changins



## Contrôle de l'environnement avec des abris anti-pluie

- **SoIACE (2017-2022):** Solutions for improving agroecosystem and crop efficiency for water and nutrient use - 25 partners - *Funding agency:* EU commission.



(Photos, J. Herrera, Agroscope)

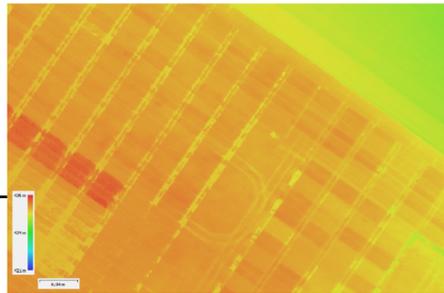


# Identification des variétés adaptées aux effets du changement climatique

- Exploiter la variabilité existante parmi les variétés proposées par les sélectionneurs / commerce des semences
  
- Intégrer:
  - le phénotypage digital,
  - la description des facteurs limitants du milieu ou «envirotyping»
  - La modélisation 3D et modélisation statistique
  - Voir projet européen H2020 «INVITE» (Innovation in plant variety testing in Europe), 2019-2024, financé par la Commission européenne, 27 partenaires



# Phenotyping and “envirotyping”



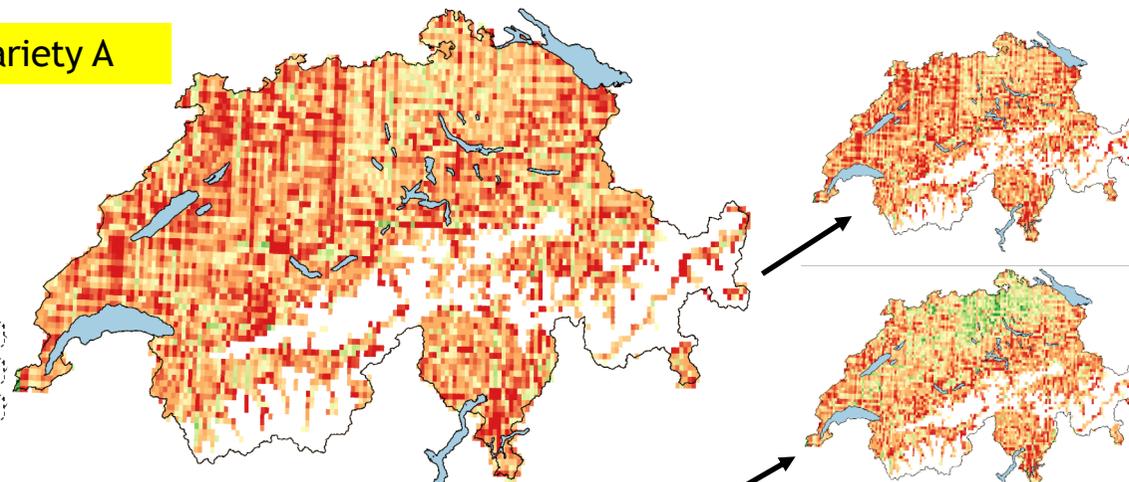
Adaptation aux changes  
D. Pellet et al.

# Genotype- and site- specific prediction of grain yield of wheat

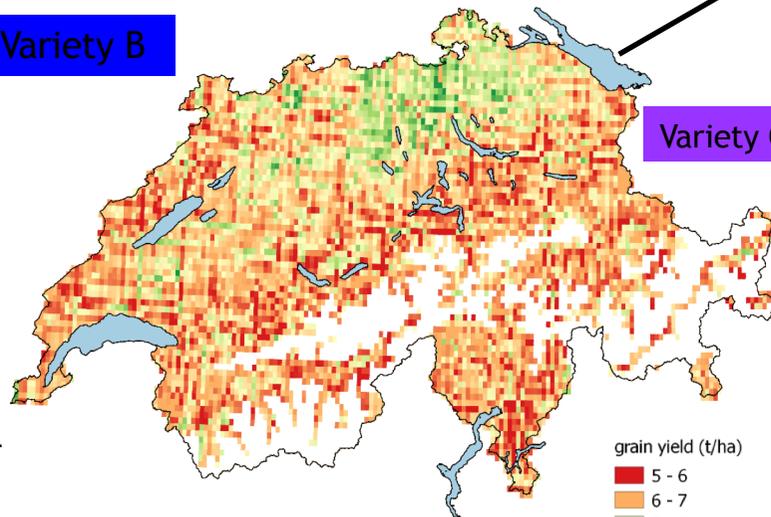
*Applications of artificial intelligence for agronomic and systems research*



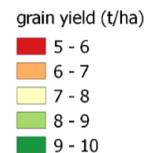
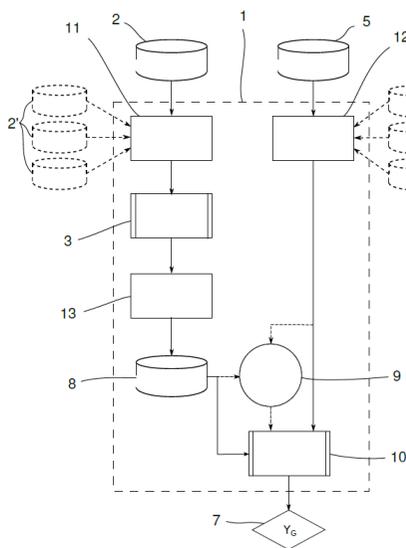
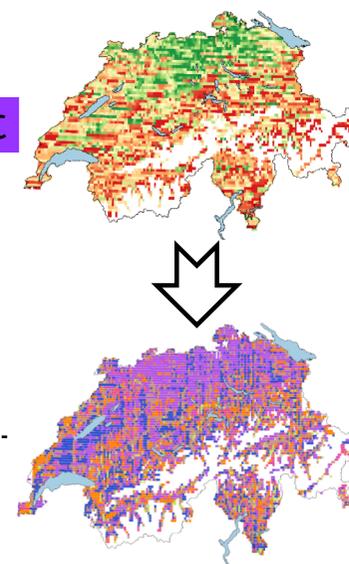
Variety A



Variety B



Variety C



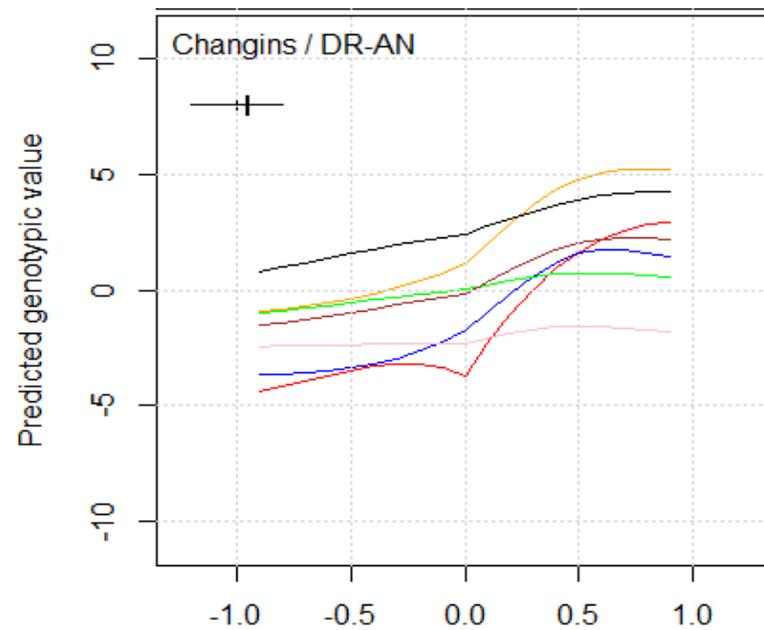
Herrera et al., 2018

Adaptation aux changements climatiques,  
D. Pellet et al.



# Blé: tolérance variétale à la disponibilité en eau

- Tolérance variétale à la disponibilité en eau



Herrera et al., 2017



# Activités de recherche pour les grandes cultures: la pomme de terre



(Photo: G. Darbon, Agroscope)



# Réduire les effets du stress hydrique par l'inoculation de microorganismes



- **SolACE (2017-2022):** Solutions for improving agroecosystem and crop efficiency for water and nutrient use - 25 partners - *Funding agency:* EU commission.

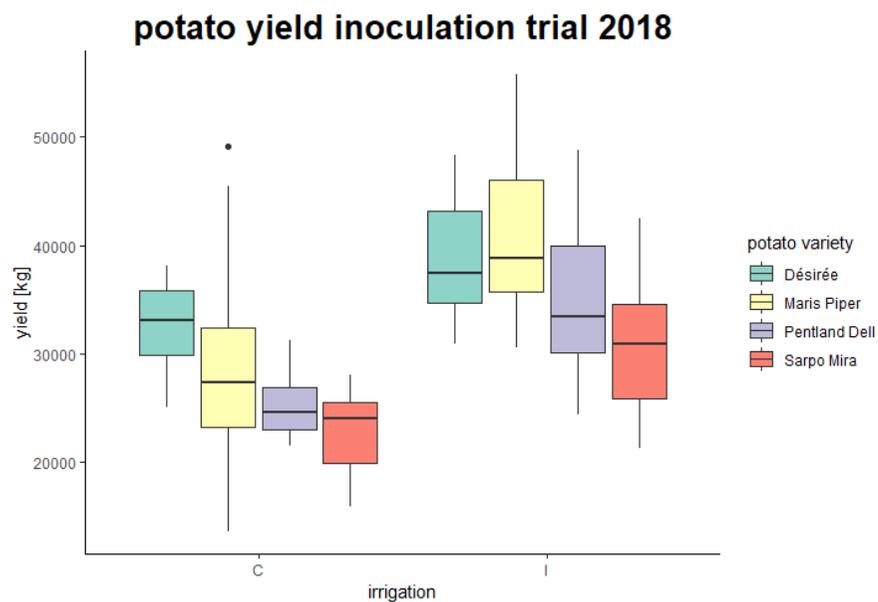


Figure : effet du stress hydrique sur le rendement (essai 2018)

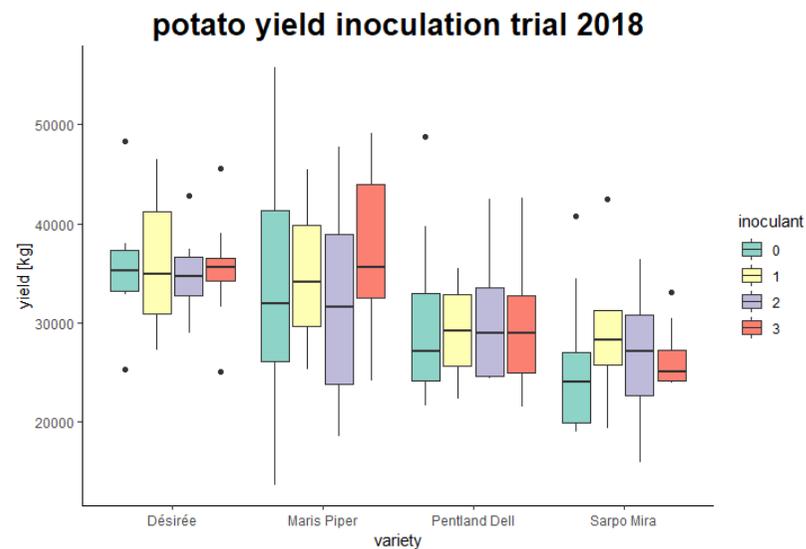


Figure : effet de l'inoculum sur le rendement (essai 2018)



Résistance au stress hydrique  
 Resistenz von Trockenstress  
 Observations en 2015 chez Agroscope  
 Beobachtungen von 2015 bei Agroscope

Gourmandine

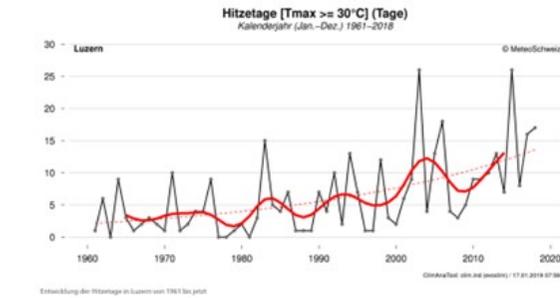


Agria



Use	Cultivars	Without defects	Sprouts <2mm	Sprouts >2mm	2 <sup>nd</sup> generation	Misshapen
Firm flesh potatoes	Agata	100 + 0	0 + 0	0 + 0	0 + 0	0 + 0
	Antonia	100 + 0	0 + 0	0 + 0	0 + 0	0 + 0
	Esmeralda	100 + 0	0 + 0	0 + 0	0 + 0	0 + 0
	Gourmandine	100 + 0	0 + 0	0 + 0	0 + 0	0 + 0
	Gwenne	100 + 0	0 + 0	0 + 0	0 + 0	0 + 0
	Alexandra	99 + 2	0 + 0	0 + 0	0 + 0	1 + 2
	Celtiane	93 + 10	0 + 0	2 + 3	5 + 6	0 + 0
	Lady Christl	92 + 8	6 + 5	2 + 2	0 + 0	0 + 0
	Coquine	88 + 11	6 + 3	0 + 0	0 + 0	6 + 8
	Venezia	87 + 10	0 + 0	8 + 3	5 + 7	0 + 0
	Charlotte	79 + 11	8 + 2	11 + 6	0 + 0	2 + 3
	Campina	76 + 1	5 + 1	18 + 3	1 + 1	0 + 0
	Erika	74 + 19	0 + 0	6 + 8	17 + 24	3 + 4
Nicola	60 + 8	4 + 5	6 + 8	25 + 8	6 + 2	
Vitabella	58 + 11	19 + 17	21 + 23	3 + 5	0 + 0	
Chérie	49 + 13	9 + 12	7 + 10	32 + 13	3 + 4	
Ditta	32 + 26	3 + 5	27 + 9	32 + 12	7 + 9	
Annabelle	27 + 13	3 + 5	54 + 6	15 + 12	0 + 0	
Amandine	25 + 21	3 + 4	64 + 12	7 + 10	2 + 2	
Floury potatoes for fresh market	Challenger	100 + 0	0 + 0	0 + 0	0 + 0	0 + 0
	Miss Malina	89 + 1	0 + 0	3 + 4	0 + 0	9 + 5
	Concordia	89 + 10	0 + 0	2 + 3	6 + 8	4 + 5
	Clairette	76 + 18	7 + 5	17 + 13	0 + 0	0 + 0
	Malou	72 + 17	0 + 0	8 + 11	20 + 28	0 + 0
	Jelly	69 + 10	6 + 8	23 + 15	0 + 0	2 + 3
	Victoria	66 + 29	3 + 5	3 + 5	26 + 37	2 + 2
	Laura	63 + 11	16 + 8	20 + 3	0 + 0	0 + 0
	Blue Belle	46 + 3	3 + 4	19 + 27	32 + 26	0 + 0
	Lady Felicia	38 + 7	7 + 10	10 + 6	35 + 24	11 + 0
Desirée	19 + 8	7 + 10	53 + 13	22 + 4	0 + 0	
Bintje	0 + 0	0 + 0	25 + 23	65 + 20	10 + 3	
Industrial potatoes (french fries and crisps)	Kiebitz	98 + 2	2 + 2	0 + 0	0 + 0	0 + 0
	Pirol	93 + 7	0 + 0	0 + 0	7 + 7	0 + 0
	Osira	90 + 14	0 + 0	4 + 6	0 + 0	6 + 8
	Fontane	89 + 11	3 + 4	7 + 6	1 + 2	0 + 0
	Lady Rosetta	88 + 17	12 + 17	0 + 0	0 + 0	0 + 0
	Innovator	79 + 9	0 + 0	11 + 7	10 + 2	0 + 0
	Lady Claire	70 + 11	17 + 0	11 + 8	0 + 0	2 + 2
	Ivory Russet	68 + 1	13 + 4	13 + 9	6 + 4	0 + 0
	Panda	54 + 8	5 + 2	18 + 7	23 + 13	0 + 0
	Verdi	51 + 36	18 + 19	18 + 25	11 + 12	3 + 4
	Albata	46 + 39	20 + 4	21 + 15	7 + 10	7 + 10
	Figaro	43 + 51	14 + 9	30 + 24	13 + 19	0 + 0
	Markies	30 + 5	0 + 0	59 + 22	12 + 16	0 + 0
Puccini	26 + 3	18 + 8	29 + 11	21 + 7	6 + 8	
Leonardo	20 + 11	31 + 12	36 + 20	12 + 17	2 + 2	
Lady Anna	7 + 10	2 + 3	66 + 28	24 + 35	0 + 0	
Agria	2 + 3	0 + 0	25 + 1	72 + 2	0 + 0	
Tubers aspect						

Hitzetage Luzern



R. Schwärzel, Agroscope



# La patate douce (*Ipomoea batatas*), une alternative à la pomme de terre?

## ▪ Caractéristiques

- Famille des convolvulacées (Convolvulaceae)
- Peu sensible à la canicule
- Peu de maladies et ravageurs en Suisse
- S'intègre facilement dans la rotation
- Plants certifiés déjà disponibles sur le marché Suisse (importations de France et d'Allemagne)





## Pomme de terre et patate douce: des exigences climatiques très différentes

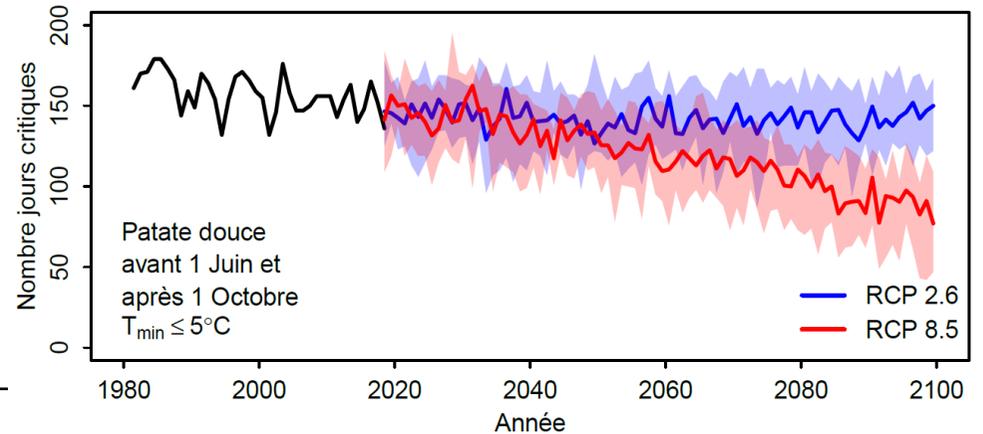
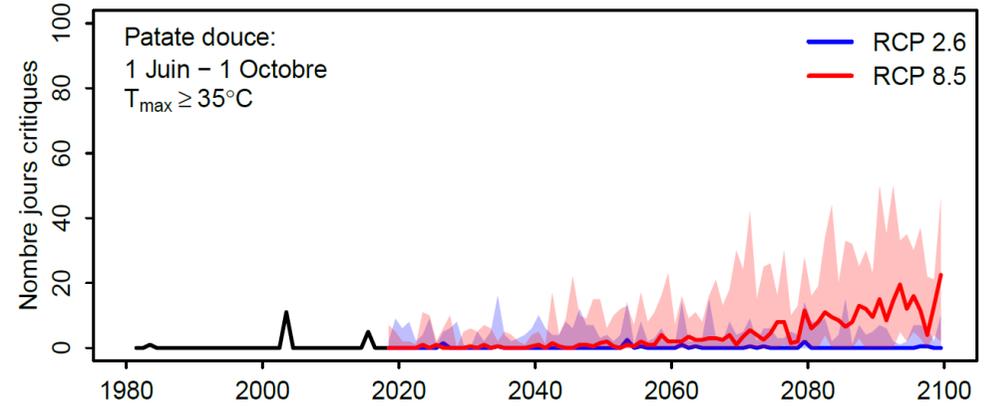
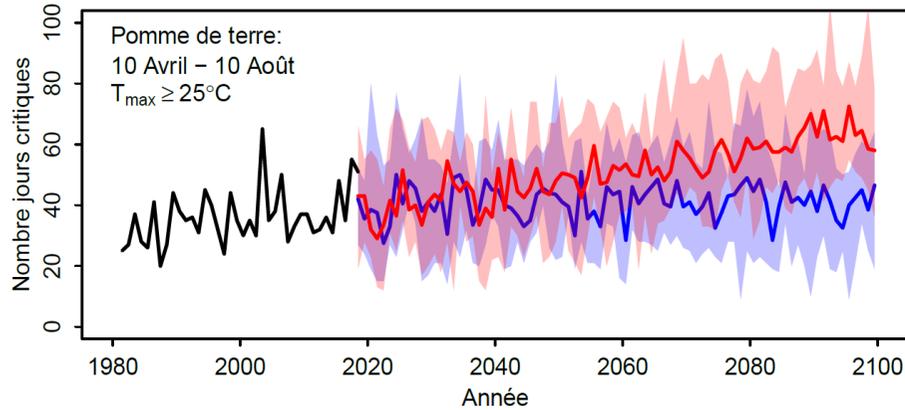
Espèce	Temp. Minimale	Température max	Période de végétation actuelle
Pomme de terre	0°C	25°C	120 j (15.04 - 15.08)
Patate douce	+5°C	35°C	120 j (1.06 – 1.10)

La patate douce supporte mieux les températures extrêmes positives  
La période de plantation de la patate douce pourrait être avancée



# Pomme de terre et patate douce

## Changins



(Pierluigi Calanca, Agroscope)



## Conclusions: les options pour la production végétale

Irrigation, accroissement des surfaces irrigables, arrosages plus conséquents

Mais, disponibilité de la ressource et conflits pour son utilisation doivent être intégrées dans la planification

Eviter les périodes de grande chaleur et périodes de sécheresse (semis plus précoces, variétés précoces ou tardives selon les situations)

Exploiter la variabilité des variétés pour leur tolérance aux stress climatiques

Choix de cultures résistant à la sécheresse (ex. Sorgho, millet) ou aux températures élevées (patate douce)



**Merci pour votre attention**

**Didier Pellet**

[didier.pellet@agroscope.admin.ch](mailto:didier.pellet@agroscope.admin.ch)

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

[www.agroscope.admin.ch](http://www.agroscope.admin.ch)

