



Crop response to soil potassium under diverse pedoclimatic conditions in multiple environments – implications for fertilization recommendations

Juliane Hirte, **Raphaël Wittwer** and Frank Liebisch

12 June 2024 | COMIFER réunion GT P K Mg



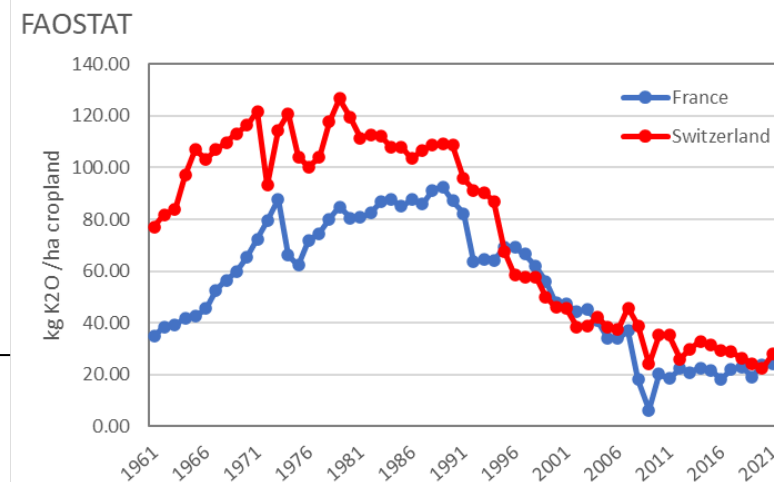
Potassium (K) nutrition and plant water balance

K nutrition plays a key role in:

- rubisco biosynthesis and activity, chloroplast stability, photosynthetic assimilation, stomata-opening, turgor control Sardans and Penulaes 2021
- root elongation and growth of first order lateral roots and root hairs Sustr et al. 2019



optimal K supply alleviates water stress of arable crops

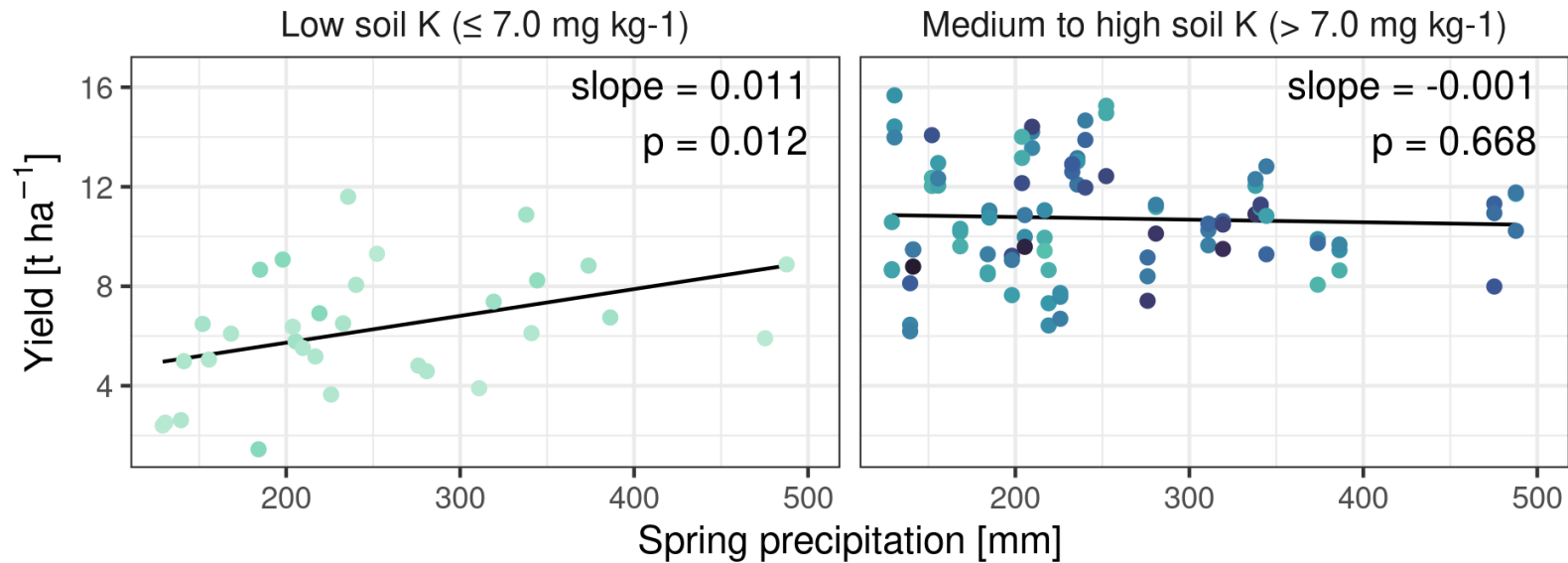


Crop response to soil K | COMIFER réunion GT P K 2024
Juliane Hirte

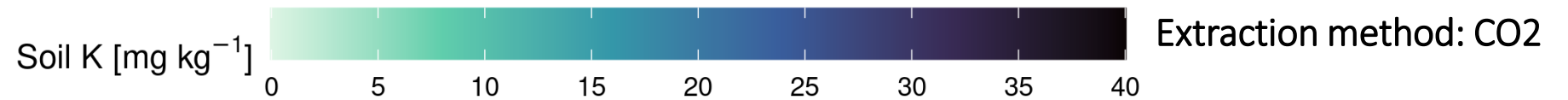


Potassium (K) nutrition and plant water balance

Maize yield response to spring precipitation depending on soil K in the Swiss LTE “Demo”



[Frei et al., AGEE, 2024](#)





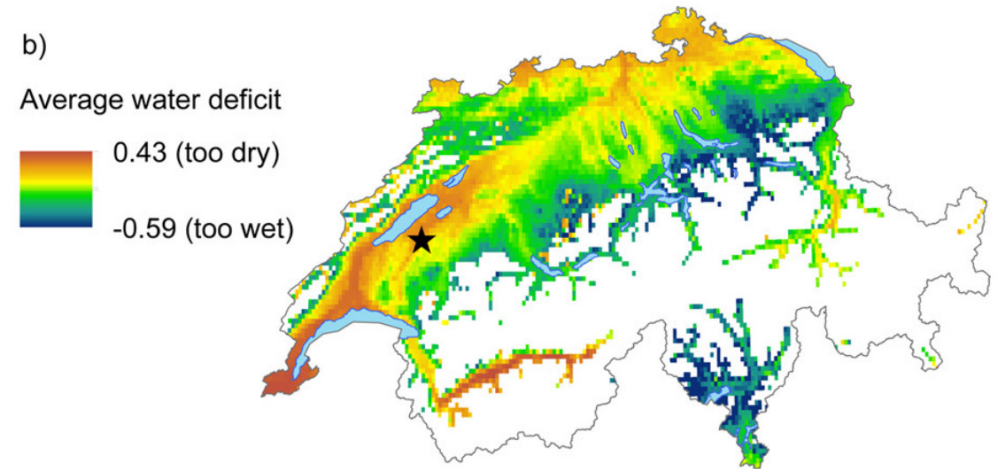
Potassium (K) nutrition and plant water balance

Climate suitability for agriculture:

- annual temperature \uparrow , heat waves \uparrow , summer precipitation \downarrow Source: MeteoSwiss
- summer crops increasingly suffer from water shortage Henne et al. 2018
- irrigation demands for maize may increase by up to 40% Holzkämper et al. 2020



Revisiting K fertilization recommendations?



[Holzkämper et al., AGWAT, 2020](#)



K fertilization recommendations in Switzerland

1. Soil K testing
exchangeable K



HNO3

Mehlich3

BaCl2

AA-EDTA*, AA, AL

Bray

(CO2*, H2O*)

Madaras and Koubova 2015
Zebec et al. 2017

2. Yield calibration
yield ~ soil K + soil clay



Acker- und Futterbau					
AAE10-K	Tongehalt der Feinerde (%)				
mg K/kg	< 10	10–19,9	20–29,9	30–39,9	≥ 40
0–19,9	1,5	1,5	1,4	1,4	1,2
20–39,9	1,5	1,4	1,4	1,4	1,2
40–59,9	1,4	1,4	1,3	1,2	1,0
60–79,9	1,4	1,2	1,2	1,2	1,0
80–99,9	1,2	1,2	1,2	1,0	1,0
100–119,9	1,2	1,2	1,0	1,0	1,0
120–139,9	1,2	1,0	1,0	1,0	0,8
140–159,9	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8
160–179,9	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8
180–199,9	1,0	1,0	0,8	0,8	0,6
200–219,9	1,0	0,8	0,8	0,8	0,6
220–239,9	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6
240–259,9	0,8	0,8	0,6	0,6	0,4
260–279,9	0,8	0,6	0,6	0,6	0,4
280–299,9	0,6	0,6	0,6	0,4	0,0
300–319,9	0,6	0,6	0,4	0,4	0,0
320–339,9	0,6	0,4	0,4	0,0	0,0
340–359,9	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0
360–379,9	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
380–399,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
400–419,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
≥ 420	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

3. Soil fertility classification
[PRIF 2017](#)



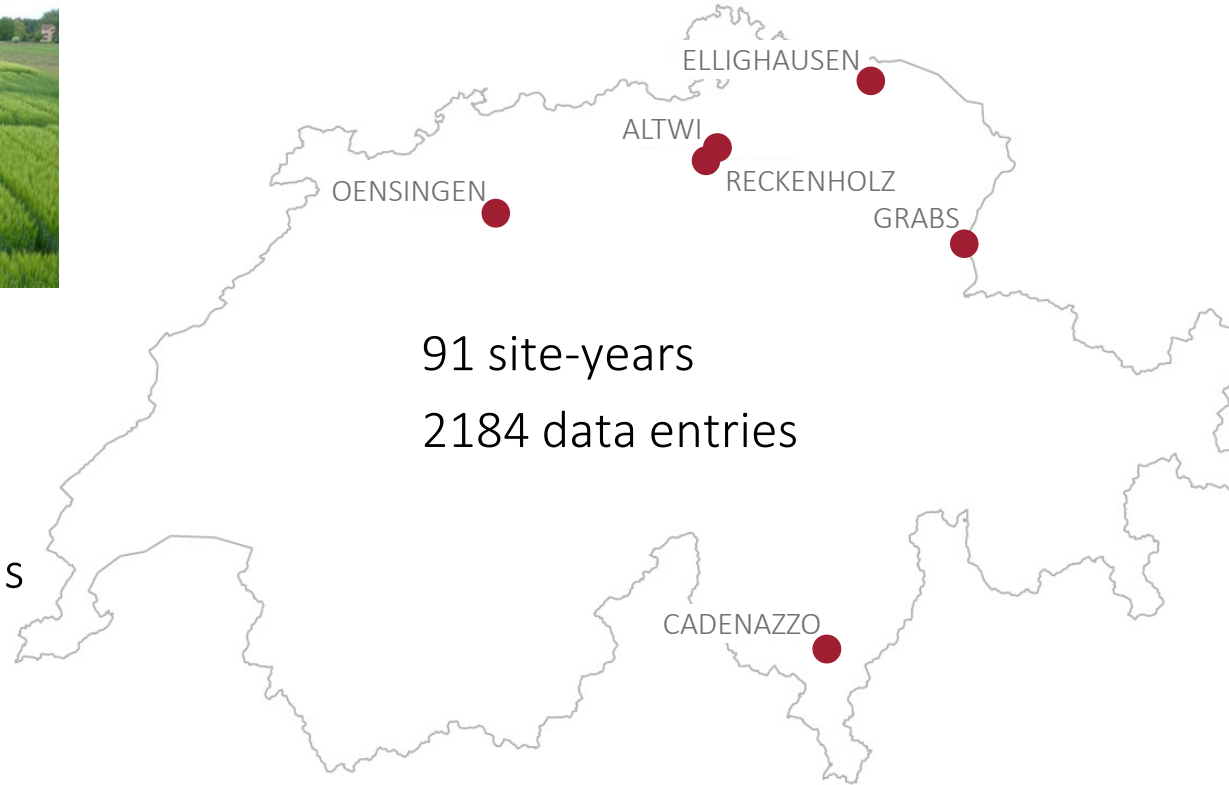
Objectives

1. model yield response to soil test K for arable crops in Switzerland
2. evaluate importance of pedoclimatic covariates for yield response models
3. derive critical soil test K values for fertilization recommendations
4. review Swiss fertilization guidelines with respect to changing climatic conditions





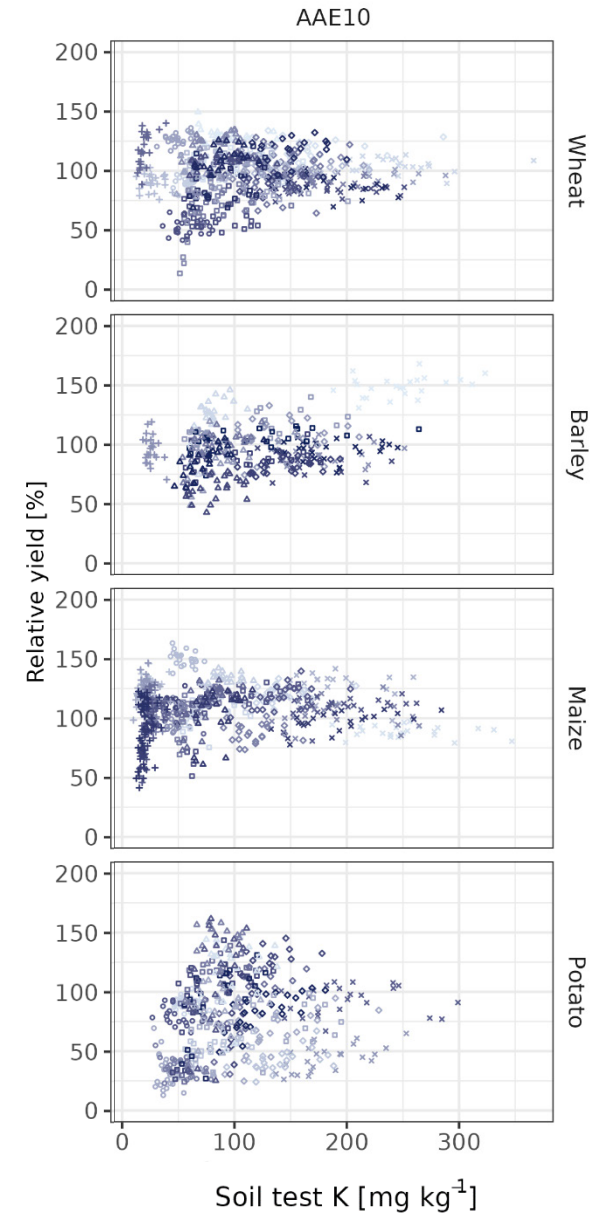
Long-term fertilizer experiments



91 site-years
2184 data entries

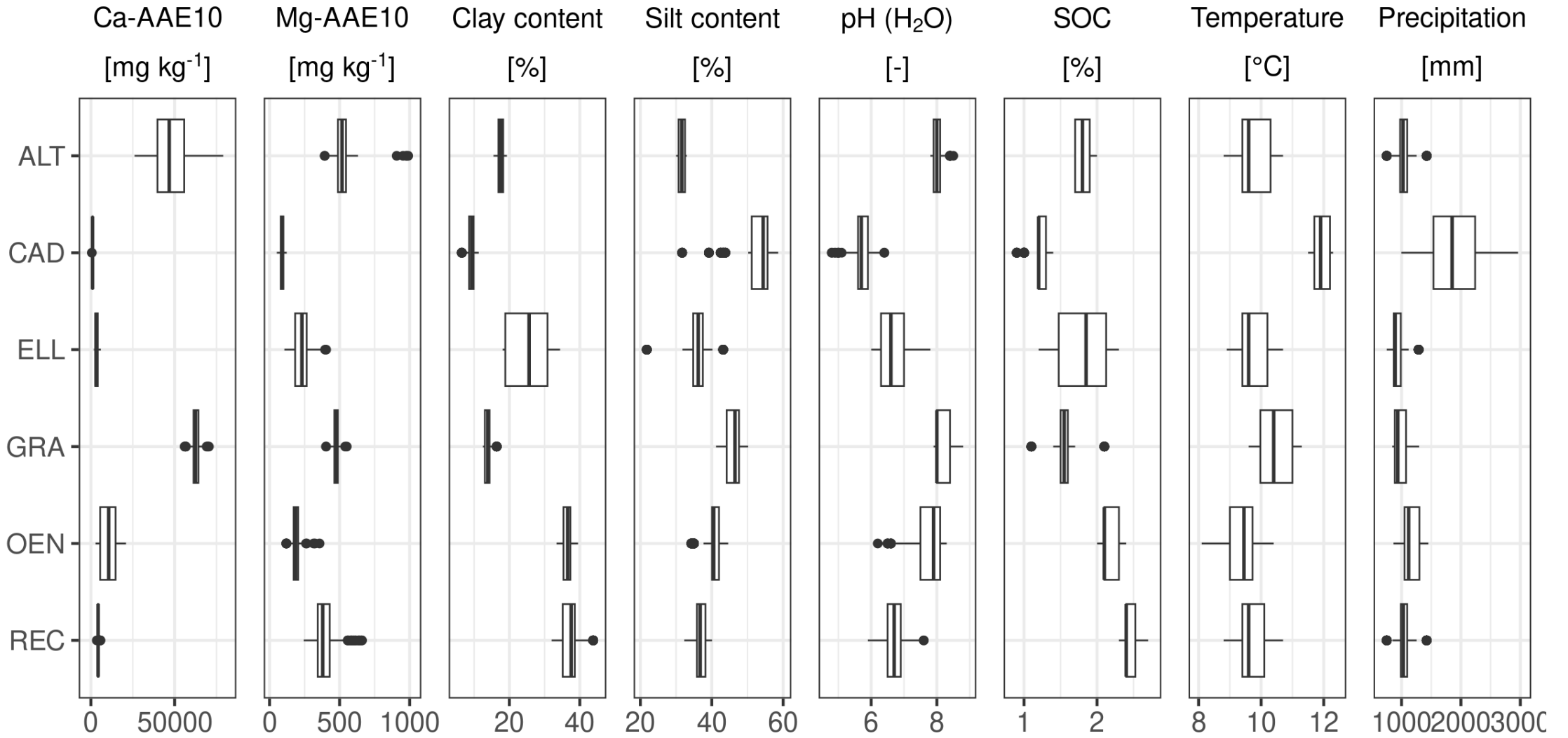
- 6 sites
- 4 replicates
- 6 K fertilization levels (0–167%)

- yields, available nutrients
- soil and climate variables



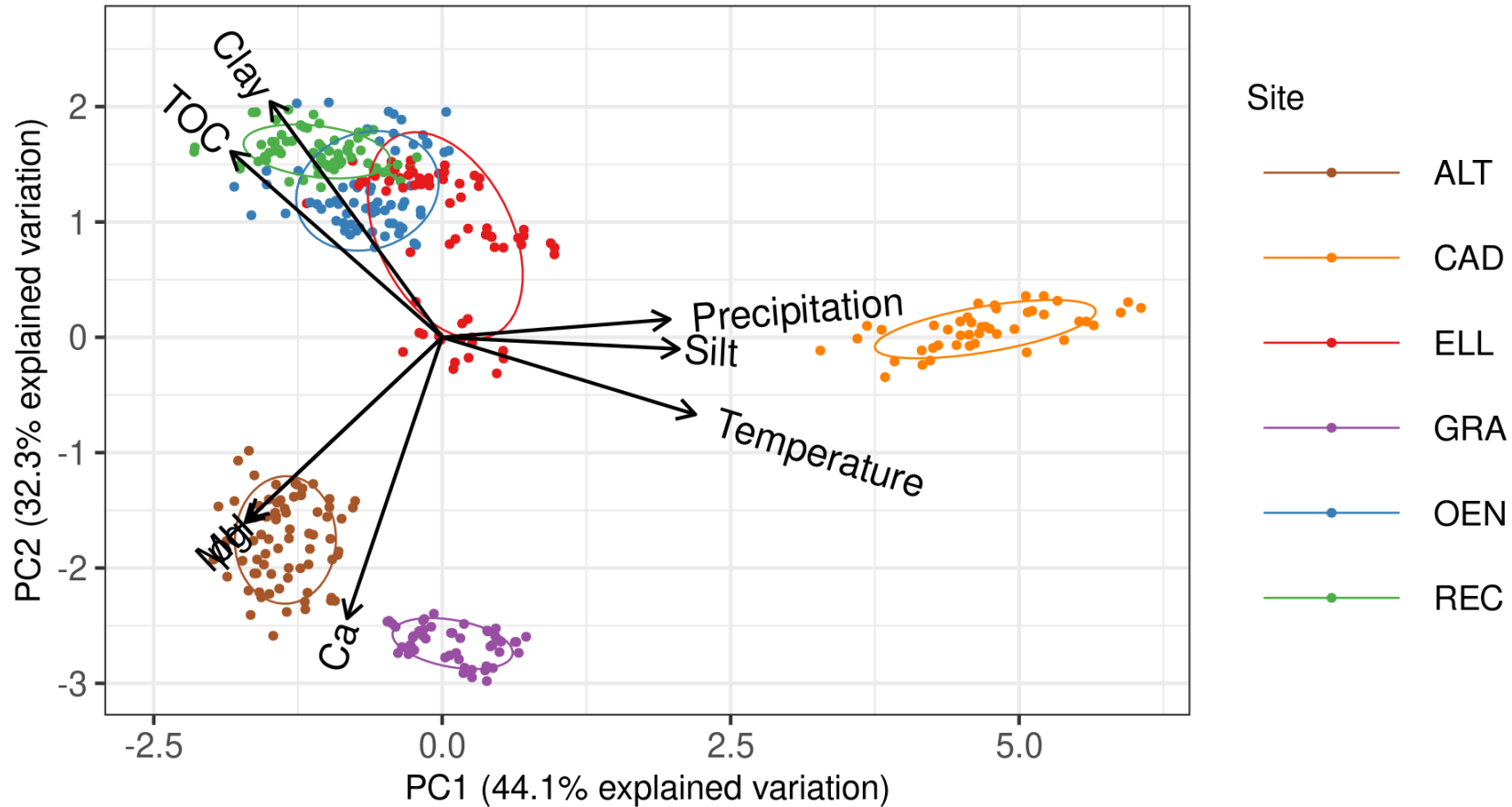


Pedoclimatic conditions



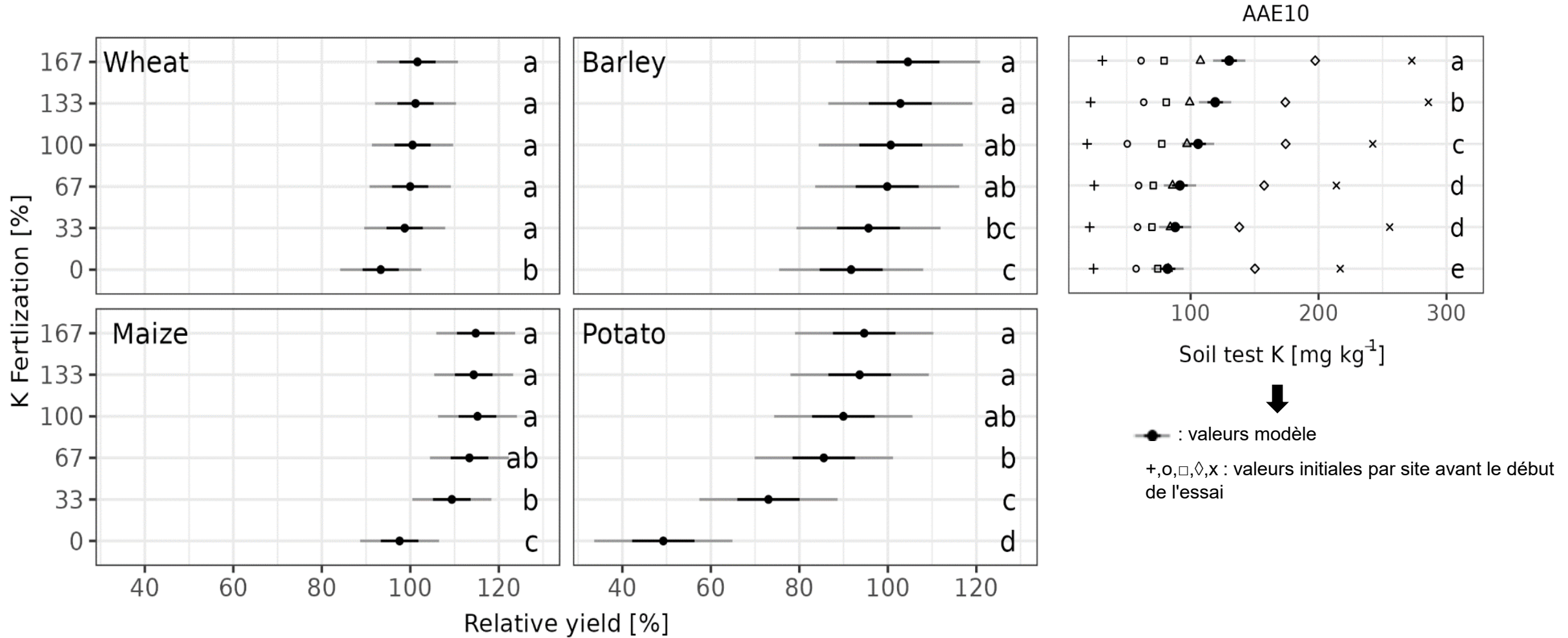


Pedoclimatic conditions



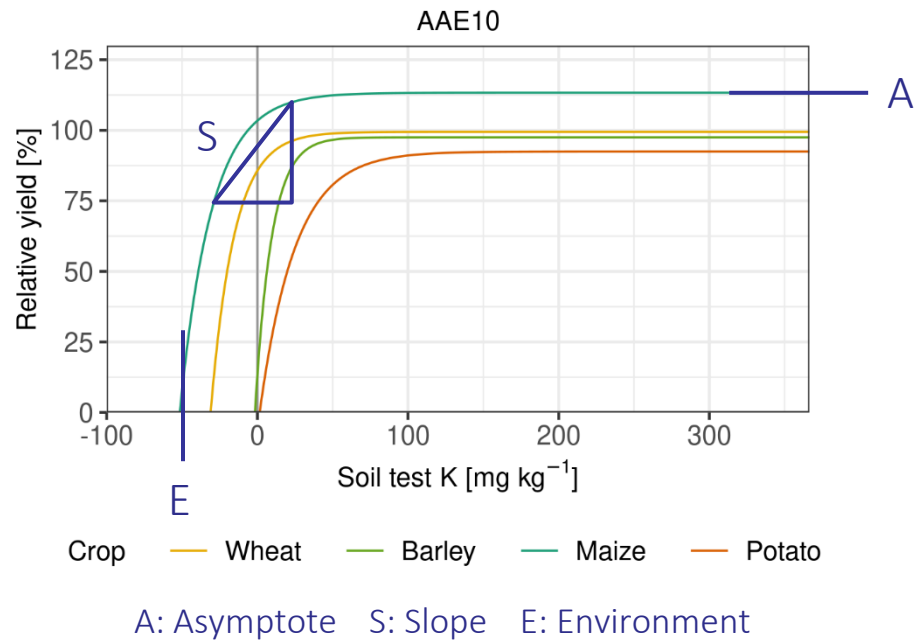


Yields and soil K



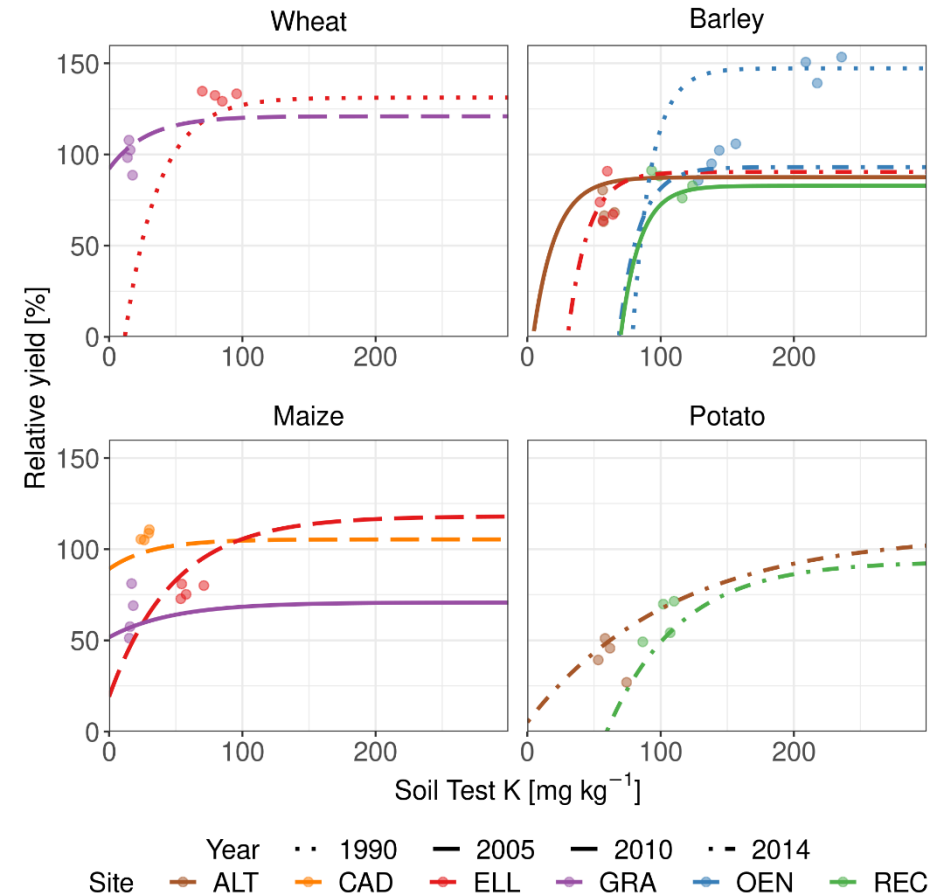


Yield response to soil K – Mitscherlich



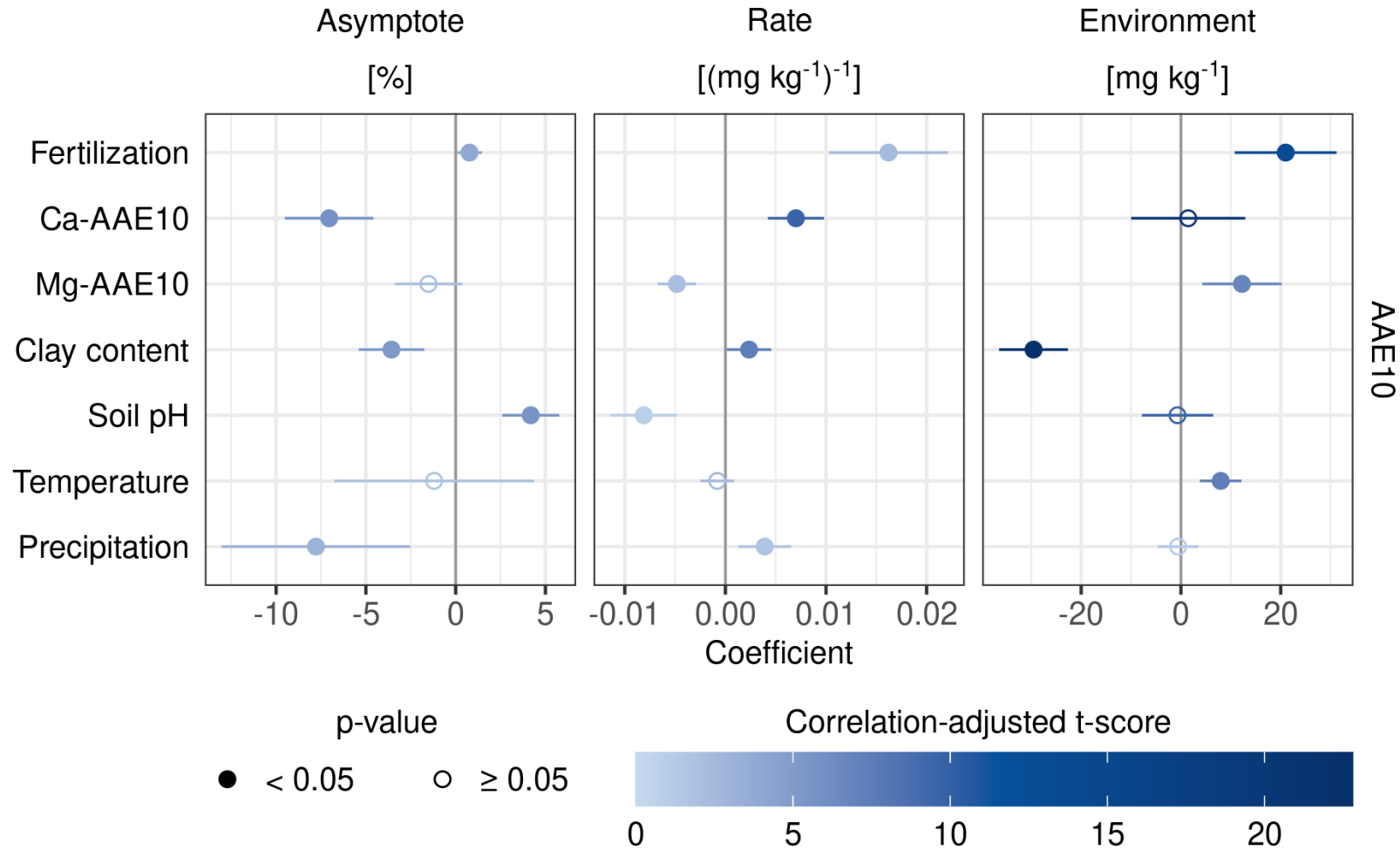
Covariates: crop + fertilization + Ca + Mg + clay + pH + temperature + precipitation

Random effects on asymptote: year / site





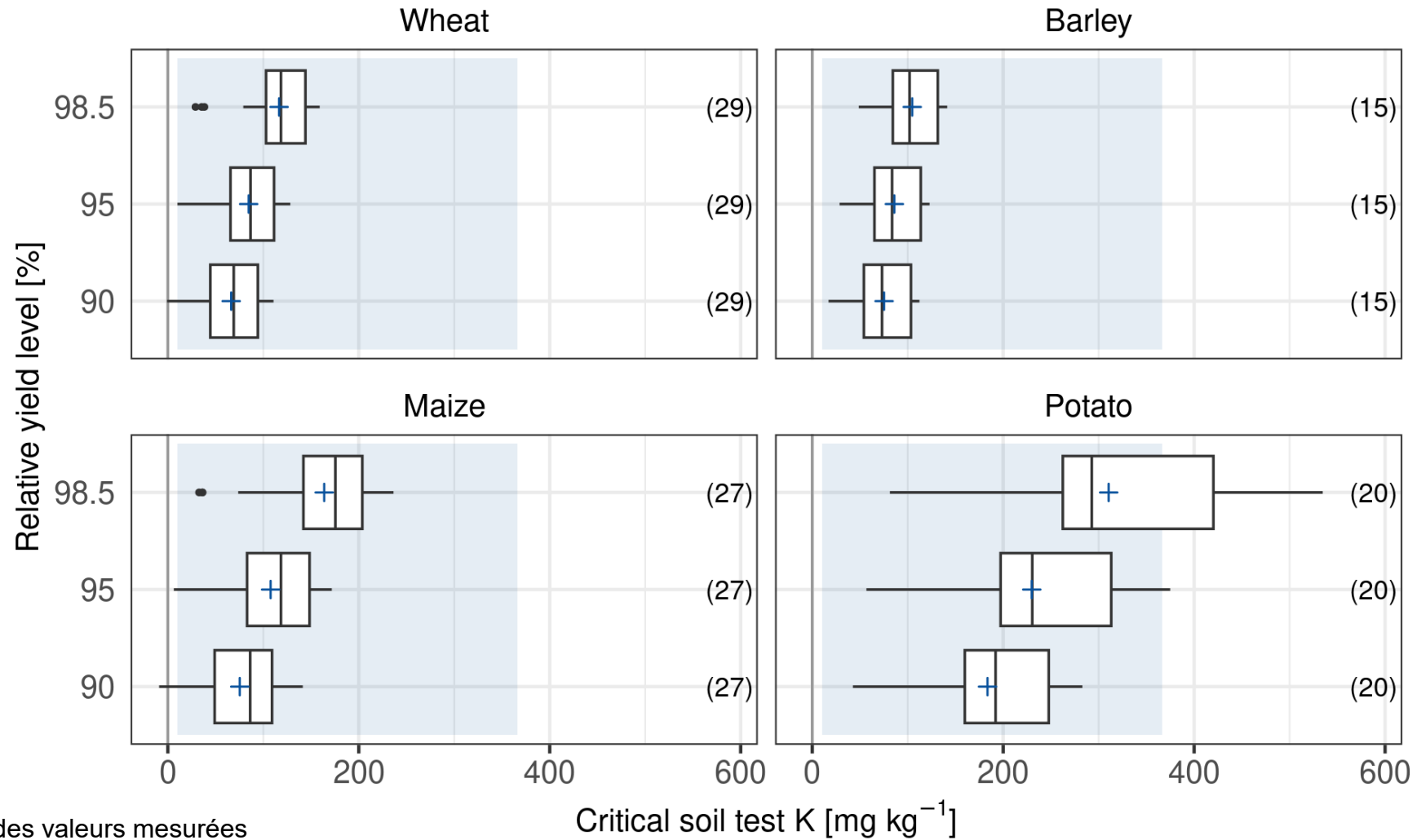
Importance of pedoclimatic covariates





Critical soil K for fertilization recommendations

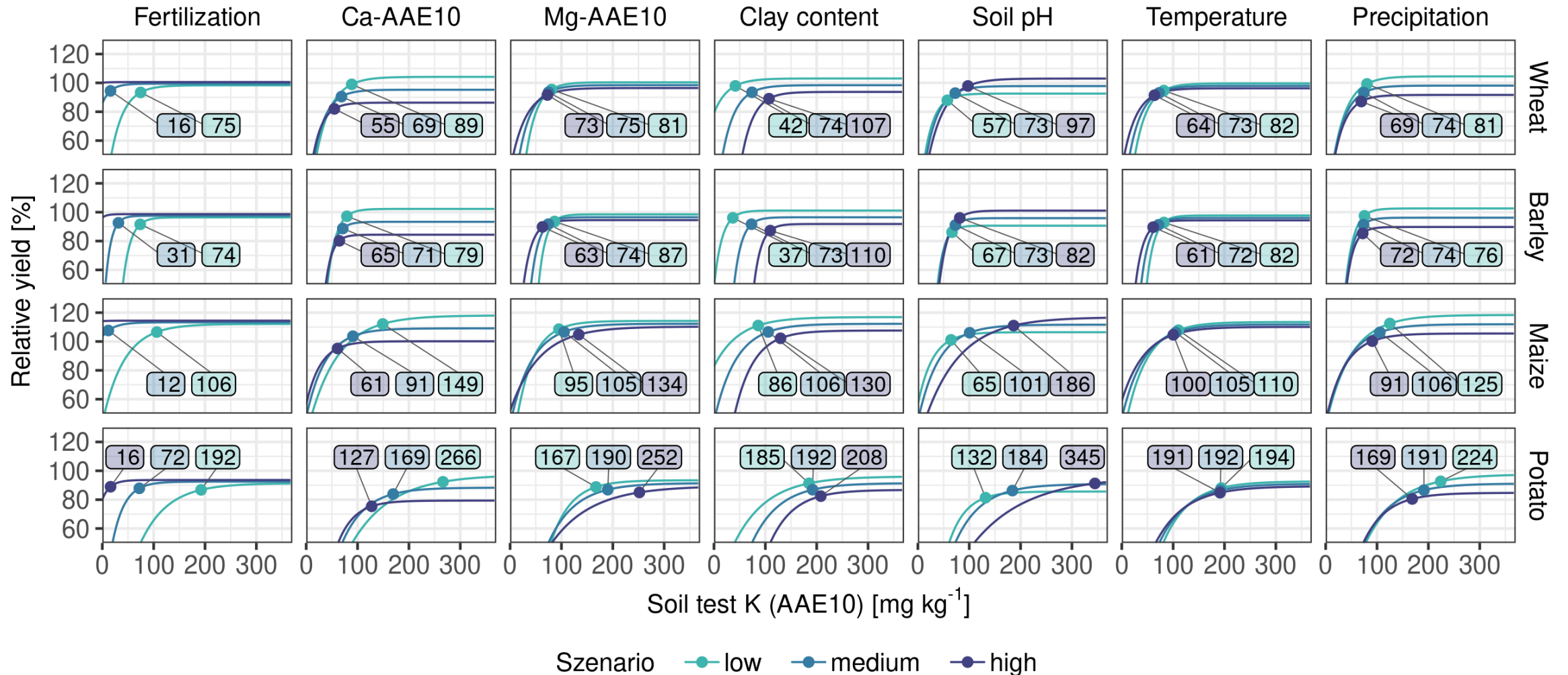
Morel et al., 1992



surface bleue : plage des valeurs mesurées



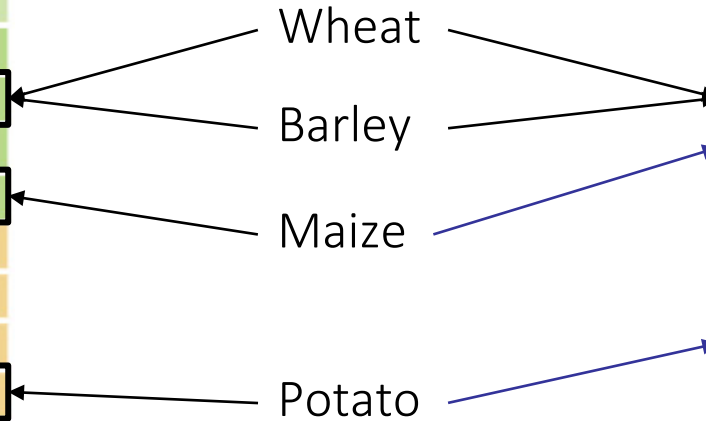
Changing critical soil K with changing covariates



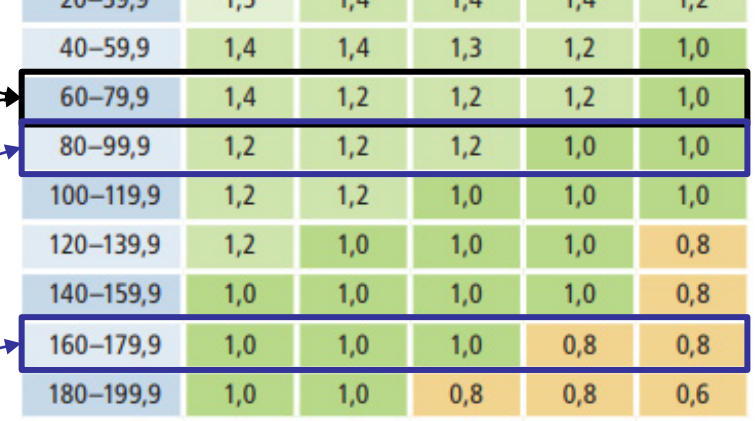


Review Swiss fertilization guidelines

Acker- und Futterbau					
AAE10-K	Tongehalt der Feinerde (%)				
mg K/kg	< 10	10-19,9	20-29,9	30-39,9	≥ 40
0-19,9	1,5	1,5	1,4	1,4	1,2
20-39,9	1,5	1,4	1,4	1,4	1,2
40-59,9	1,4	1,4	1,3	1,2	1,0
60-79,9	1,4	1,2	1,2	1,2	1,0
80-99,9	1,2	1,2	1,2	1,0	1,0
100-119,9	1,2	1,2	1,0	1,0	1,0
120-139,9	1,2	1,0	1,0	1,0	0,8
140-159,9	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8
160-179,9	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8
180-199,9	1,0	1,0	0,8	0,8	0,6
200-219,9	1,0	0,8	0,8	0,8	0,6
220-239,9	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6
240-259,9	0,8	0,8	0,6	0,6	0,4
260-279,9	0,8	0,6	0,6	0,6	0,4
280-299,9	0,6	0,6	0,6	0,4	0,0
300-319,9	0,6	0,6	0,4	0,4	0,0
320-339,9	0,6	0,4	0,4	0,0	0,0
340-359,9	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0
360-379,9	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
380-399,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
400-419,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
≥ 420	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0



Acker- und Futterbau					
AAE10-K	Tongehalt der Feinerde (%)				
mg K/kg	< 10	10-19,9	20-29,9	30-39,9	≥ 40
0-19,9	1,5	1,5	1,4	1,4	1,2
20-39,9	1,5	1,4	1,4	1,4	1,2
40-59,9	1,4	1,4	1,3	1,2	1,0
60-79,9	1,4	1,2	1,2	1,2	1,0
80-99,9	1,2	1,2	1,2	1,0	1,0
100-119,9	1,2	1,2	1,0	1,0	1,0
120-139,9	1,2	1,0	1,0	1,0	0,8
140-159,9	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8
160-179,9	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8
180-199,9	1,0	1,0	0,8	0,8	0,6
200-219,9	1,0	0,8	0,8	0,8	0,6
220-239,9	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6
240-259,9	0,8	0,8	0,6	0,6	0,4
260-279,9	0,8	0,6	0,6	0,6	0,4
280-299,9	0,6	0,6	0,6	0,4	0,0
300-319,9	0,6	0,6	0,4	0,4	0,0
320-339,9	0,6	0,4	0,4	0,0	0,0
340-359,9	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0
360-379,9	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
380-399,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
400-419,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
≥ 420	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0



PRIF 2017

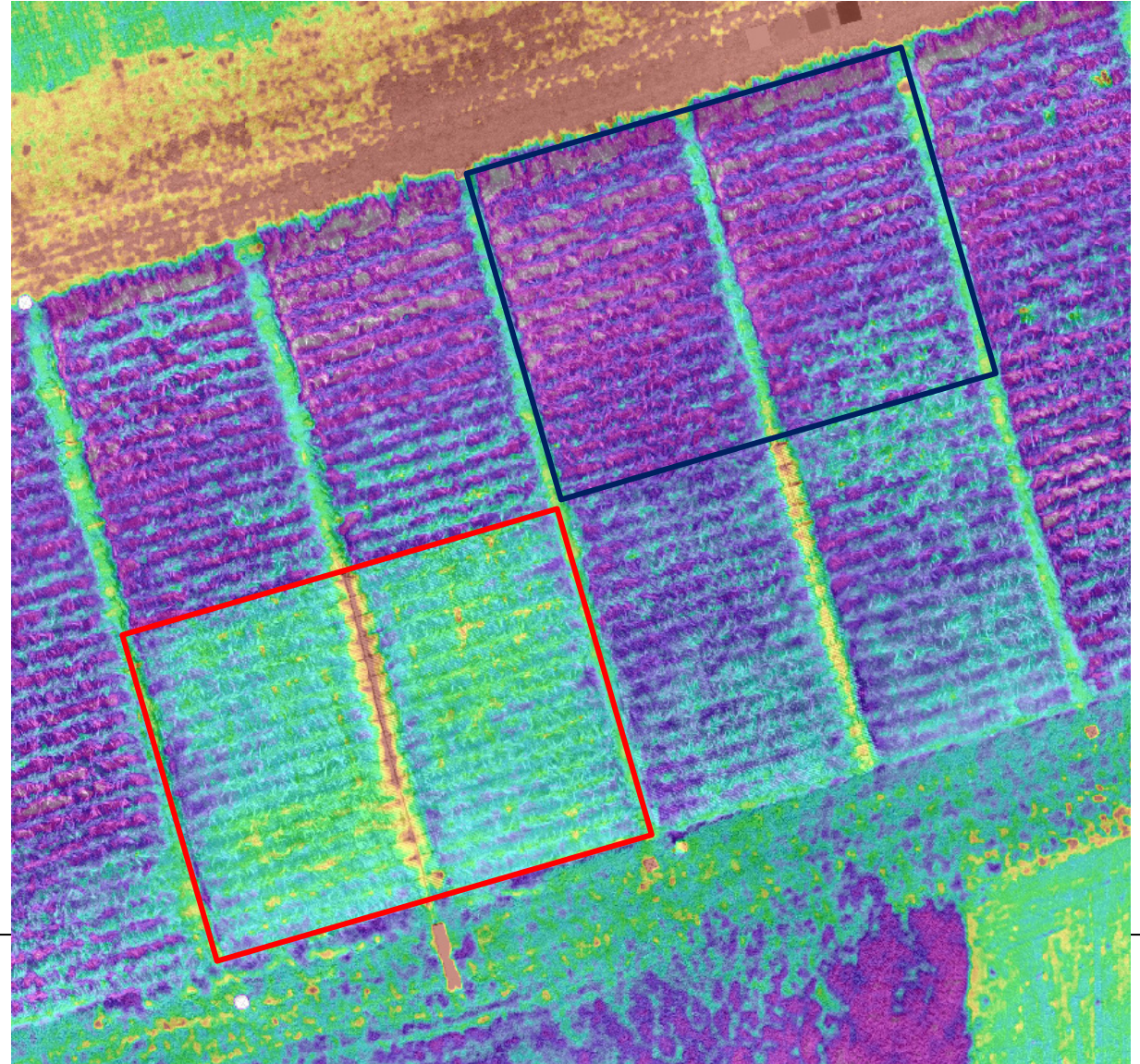


Outlook – Water supply scenarios and potassium nutrition in maize

water stress experiment 2023 / 2024

- 2 controls -> 280 mm (ambient)
- irrigation -> 360 mm (+ 80 mm)
- throughfall exclusion -> 200 mm (- 80 mm)

canopy temperature, stomatal conductance,
leaf area, biomass, soil moisture + temperature





Thank you for your attention

Juliane Hirte
juliane.hirte@agroscope.admin.ch

Agroscope good food, healthy environment
www.agroscope.admin.ch



Yield response to soil K

