



L'avenir de la pomme de terre : une sélection moderne pour réduire rapidement l'utilisation de produits phytosanitaires ?

Etienne Bucher

Dynamique du Génome des Plantes

Agroscope



Le monde a dépassé le pic de la superficie agricole utilisable

The world has passed peak agricultural land

While sources disagree on how much land we use for agriculture they do agree that the world has passed the peak.



Global agricultural land use (croplands plus pasture for livestock)

5 billion hectares

4 billion hectares

3 billion hectares

2 billion hectares

1 billion hectares

0 hectares

1000 1200 1400 1600 1800 1900 2000

Agricultural land use increased rapidly from the year 1700. By 1960, it had more than quadrupled.

Peaks in 2000

Peaks in 1990

HYDE 3.2 – Goldewijk et al. (2017)

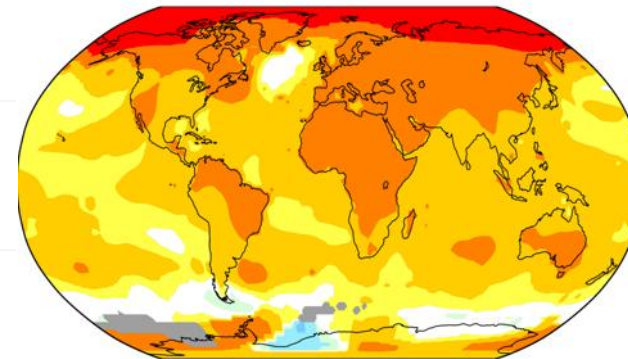
- Measured from high-resolution remote sensing, and gridded data of population density and land modelling
- Estimates global agricultural land use peaked around 2000

UN Food and Agriculture Organization (FAO)

- Measured from national census data; country reports; and expert estimates
- Global agricultural land use peaked around 2000

Taylor and Rising (2021)

- Measured from high-resolution remote sensing, and gridded data of population density and land modelling
- Global agricultural land use peaked in the 1990s

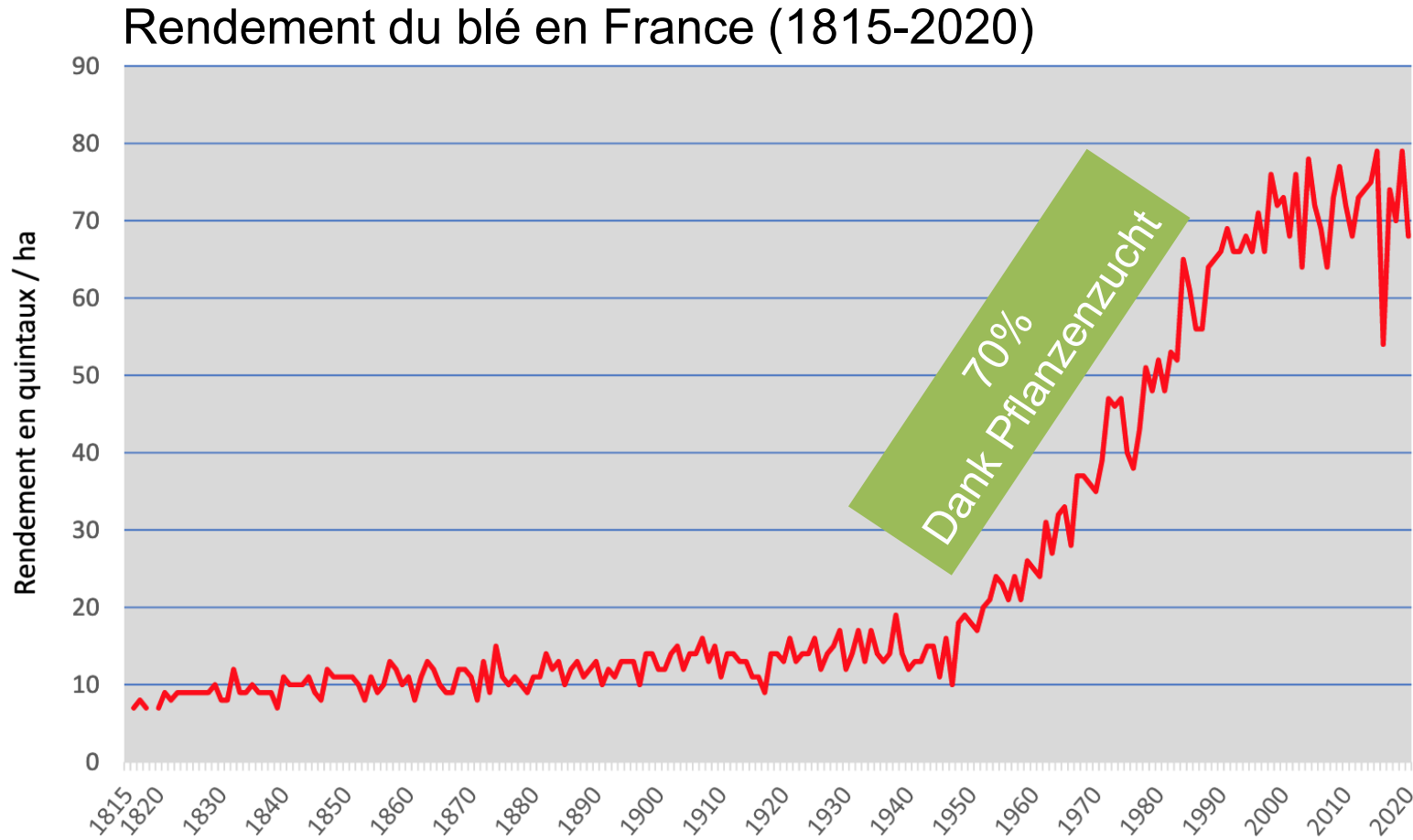


Sources: Goldewijk et al. (2017). A Food and Agriculture Organization OurWorldinData.org – Research a

Les produits phytosanitaires sont interdits

nt dynamics in global land use. under CC-BY by the author Hannah Ritchie.

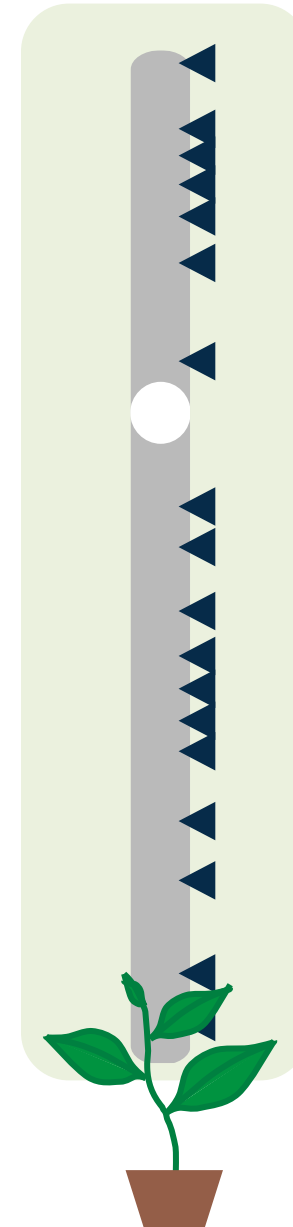
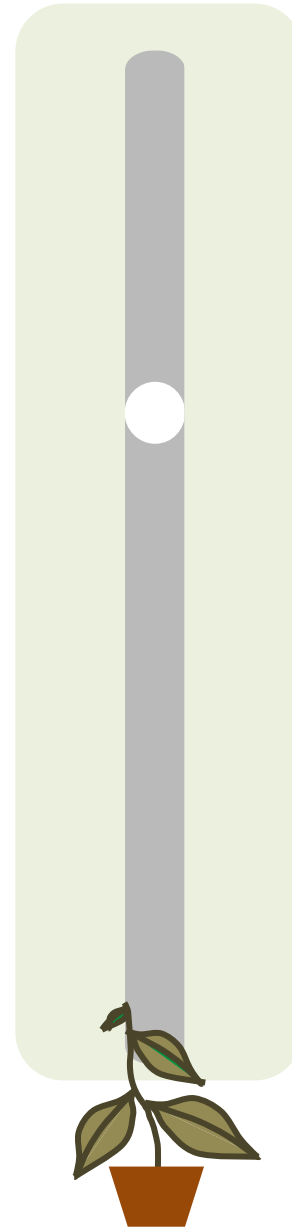
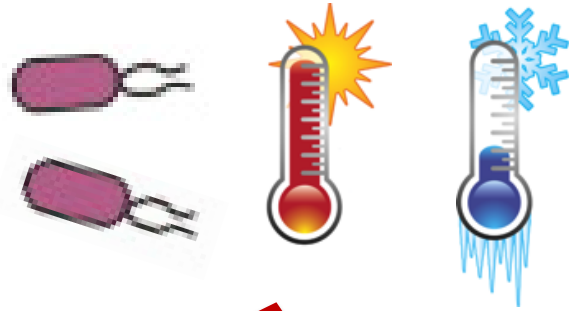
🇨🇭 La sélection végétale a apporté la contribution la plus importante à l'augmentation des rendements, mais...



Sources: S
GNIS - Uni

Nous avons besoin de nouvelles méthodes pour accélérer la sélection végétale

🇨🇭 Les plantes doivent s'adapter aux changements environnementaux



◀ mutation

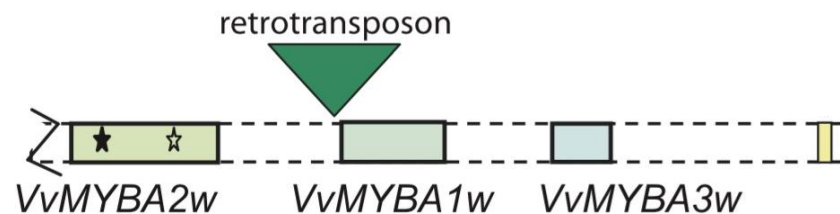


Des mutations spontanées sont sélectionnées dans la culture des plantes

Pinot Gris

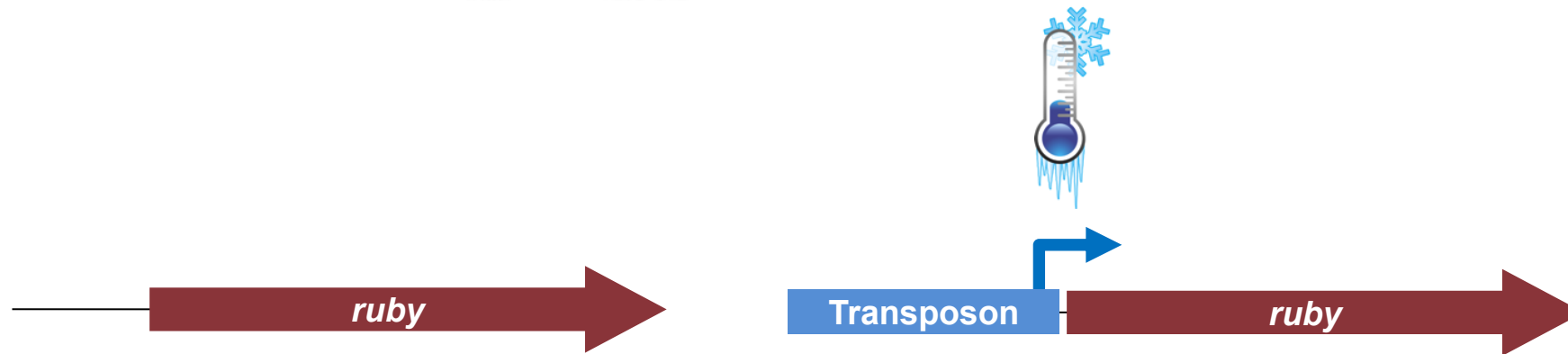
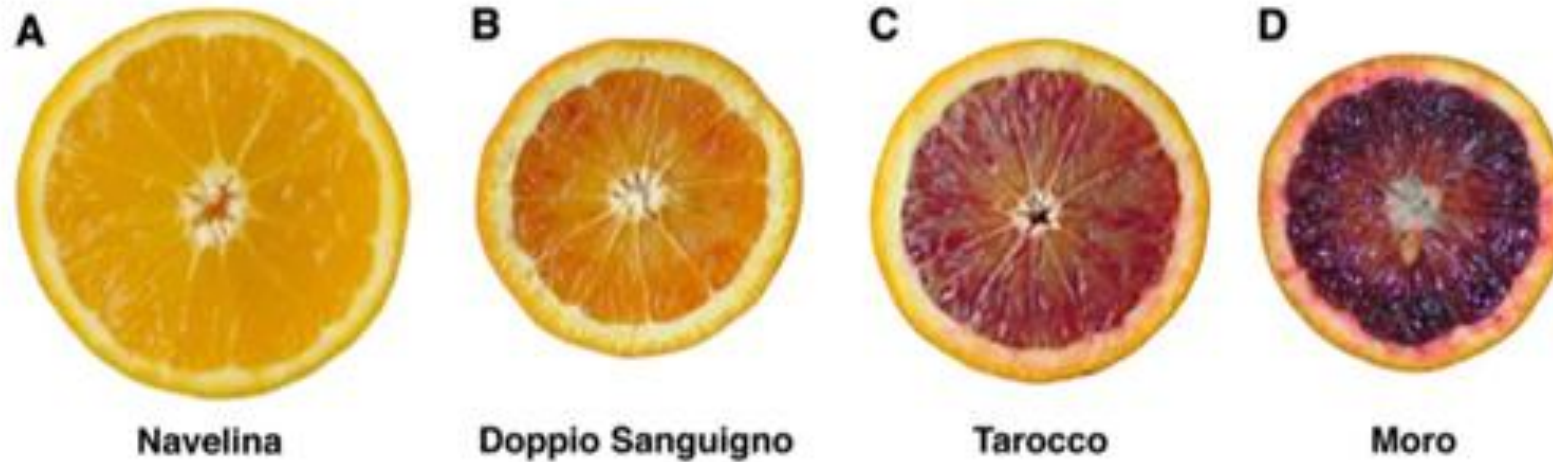


Pinot Blanc





Des mutations spontanées sont sélectionnées dans la culture des plantes





Des mutations spontanées sont sélectionnées dans la culture des plantes



**Histoire naturelle des
orangers**

A. Risso et A. Poiteau, 1818

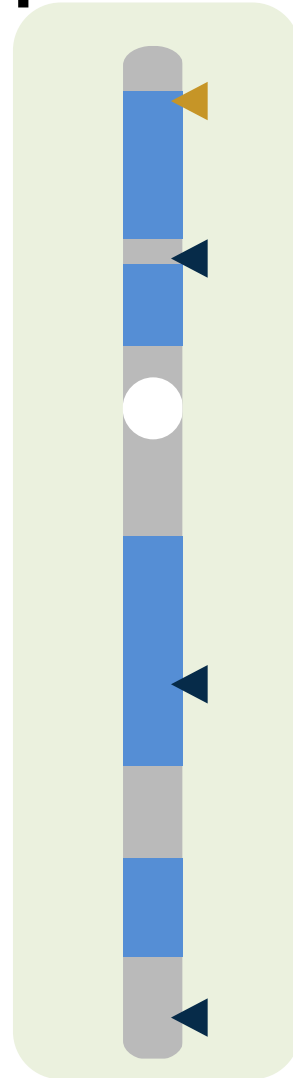
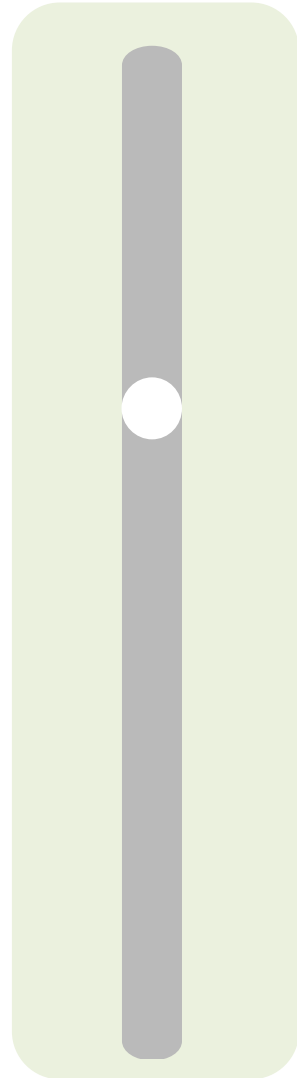


“Hesperides”, 1646.
Giovanni Battista Ferrari
(1584–1655)

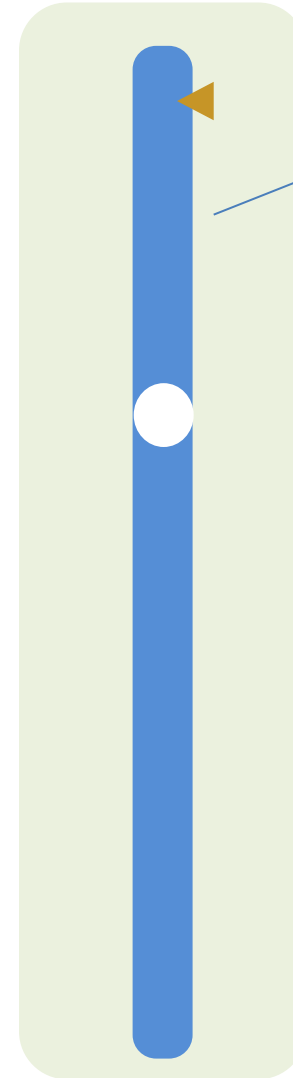
Les modifications/variations génétiques sont essentielles pour l'amélioration des plantes



depuis 120 ans



 mutation souhaitée
 autre mutation



chromosome



Weizen Fotos: <https://www.bdn.ch/>

Mutagenèse : modification génétique accélérée

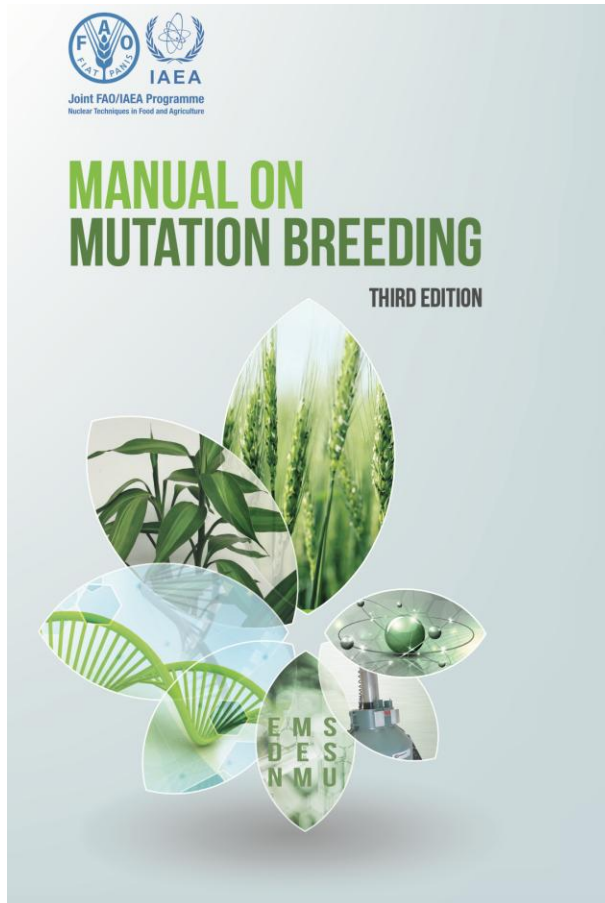


depuis >70 ans

- ◀ mutation souhaitée
- ▶ autre mutation

<https://www.bdn.ch/>
<https://www.geo.fr/>

🇨🇭 La mutagenèse est un outil important dans la sélection végétale



IAEA
International Atomic Energy Agency

TOPICS ▾ SERVICES ▾ RESOURCES ▾ NEWS & EVENTS ▾ ABOUT US ▾

Home / Resources / NUCLEUS information resources ▾ / Mutant Varieties Database

Mutant Varieties Database

<http://www.fao.org/3/I9285EN/i9285en.pdf>

<https://twitter.com/FAO/status/1224316670438789123?s=09>

<https://www.iaea.org/resources/databases/mutant-varieties-database>

🇨🇭 Mutagenèse: exemple du pamplemousse



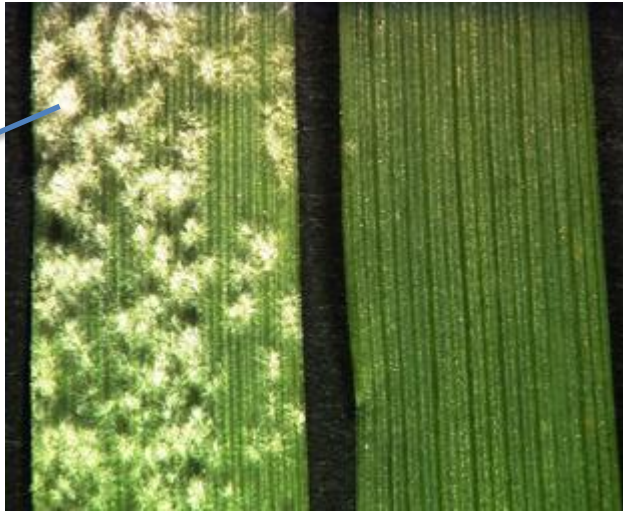
Variété: Red Ruby



Dr. Graham Barry
<https://geneticliteracyproject.org>

🇨🇭 Résistance aux maladies chez l'orge grâce à la mutagenèse

Oïdium
Blumeria graminis



Wildtyp

Mutante
(*mlo*)

MLO est un gène de
susceptibilité (*S-gène*)

<https://www.bio1.rwth-aachen.de/PlantMolCellBiology/research.html>

La mutagenèse est utilisée depuis très longtemps:

Freisleben R., Lein A. Über die Auffindung einer mehltaresistenten Mutante nach Röntgenbestrahlung einer anfälligen reinen Linie von Sommergerste. *Naturwiss.* **1942**;30:608. doi: 10.1007/BF01488231.

Une nouvelle méthode de mutagenèse

THE NOBEL PRIZE
IN CHEMISTRY 2020



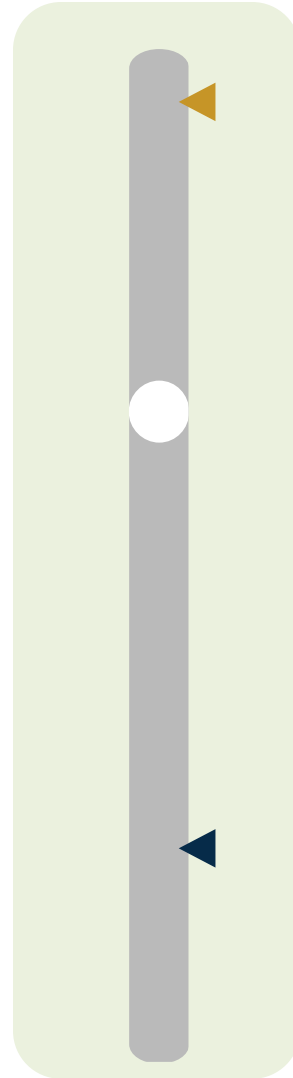
Jennifer A. Doudna

Emmanuelle Charpentier



Édition génomique : mutagenèse ciblée

🇨🇭 Édition génomique : Une Mutagenèse par excellence

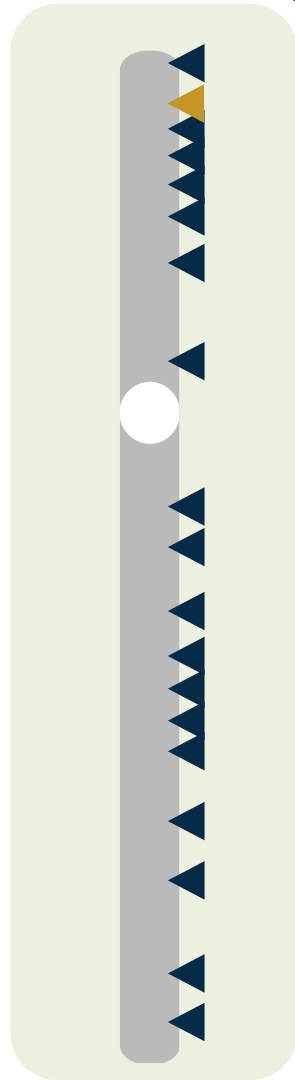


Édition génomique



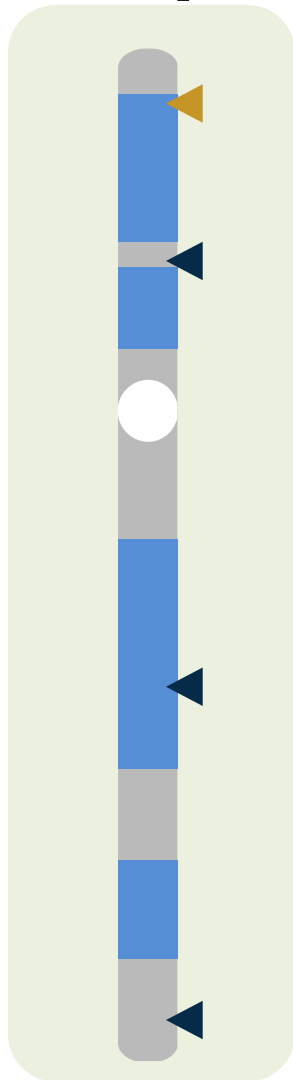
- ◀ mutation souhaitée
- ◀ autre mutation

🇨🇭 La situation juridique actuelle



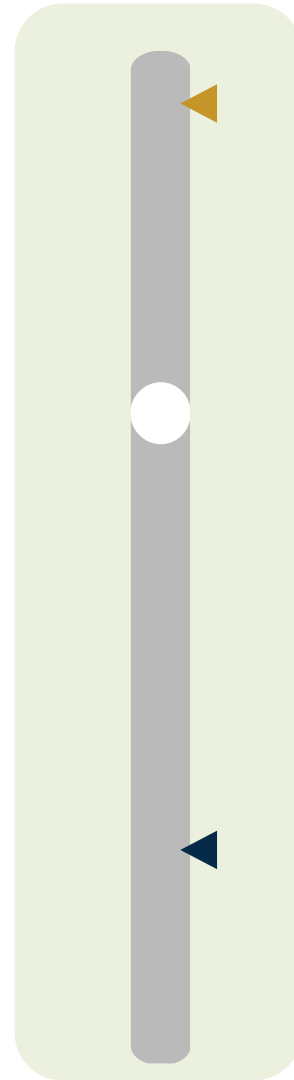
mutagenèse

✓ Sûr!



croisement

✓ Sûr!



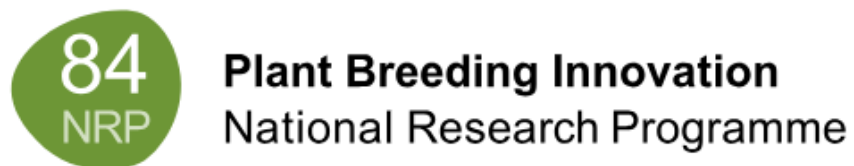
Édition génomique

✗ Interdit!

- ◀ mutation souhaitée
- ◀ autre mutation
- ADN d'une autre plante



CRISPS: Editing Sustainable and Innovative Potatoes for Switzerland



🇨🇭 Défis liés à la production de pommes de terre :

1. Produits phytosanitaires



www.potatogrower.com

87 tonnes de fongicides et d'insecticides
utilisés chaque année en Suisse

avec PPS

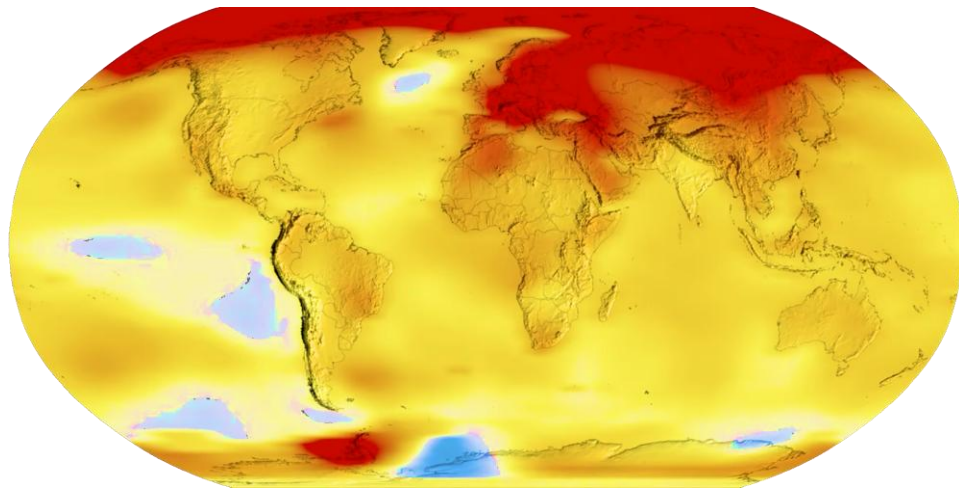
sans PPS



maladie majeure : mildiou
(*Phytophthora infestans*)

🇨🇭 Les défis de la production de pommes de terre :

2. Changement climatique



climate.nasa.gov



spudsmart.com, Eugenia Banks

La chaleur et la sécheresse entraînent un développement irrégulier des tubercules

Utiliser les gènes de résistance issus d'accessions sauvages

accessions sauvages sorte moderne



photo: Jack Vossen



Choix des méthodes permettant d'utiliser les accessions sauvages dans la sélection

Amélioration classique de pommes de terre

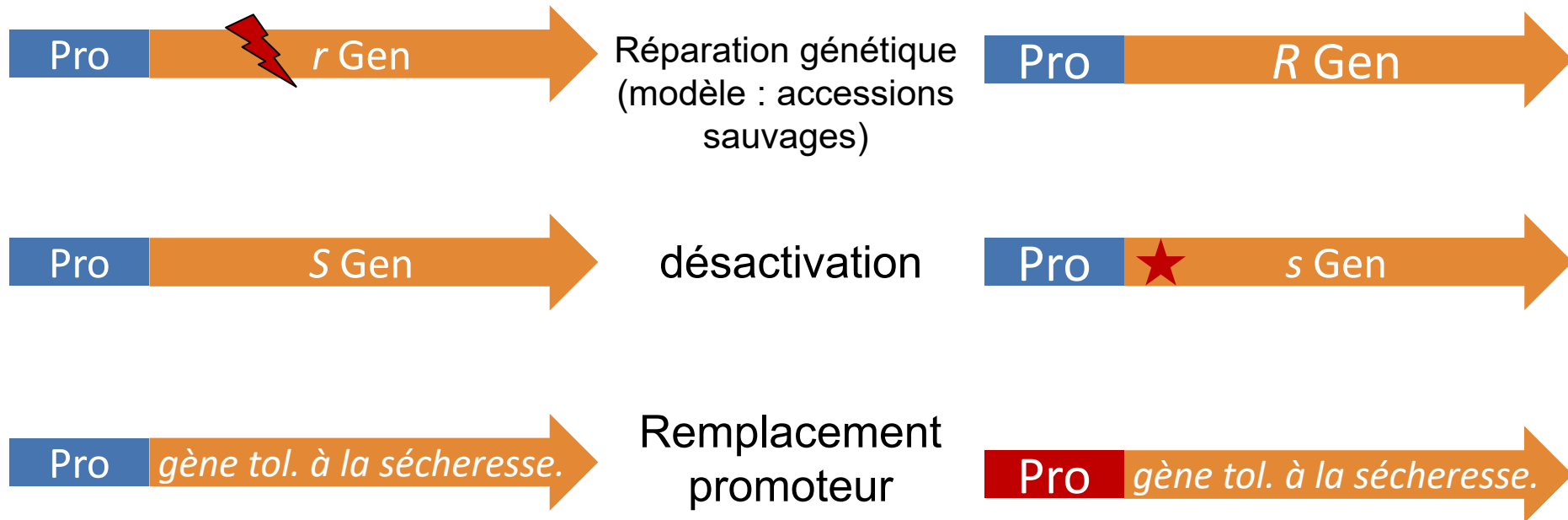
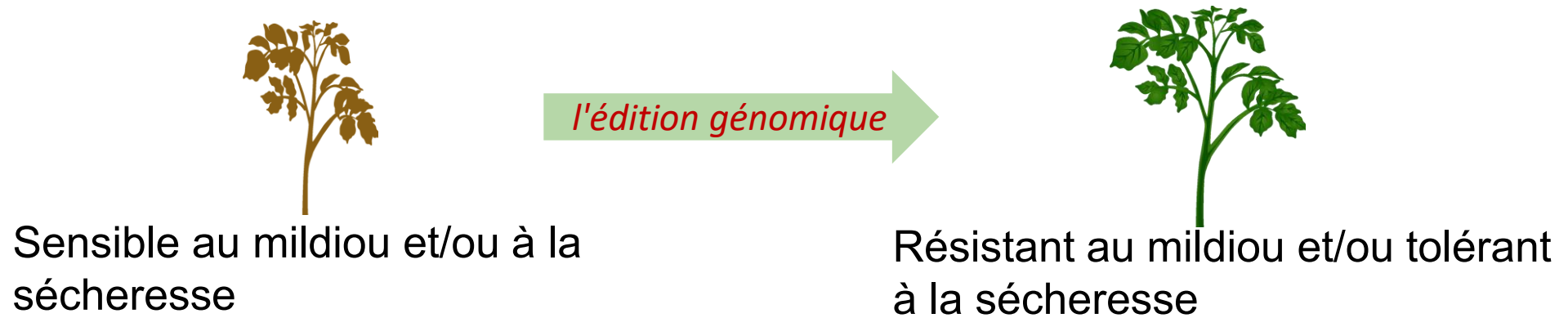
- Au moins 45 ans pour introduire un gène de résistance dans une variété*

Édition génomique

- 6-12 mois

*Paluchowska et al. Planta 255, 127 (2022).

Des pommes de terre résistantes grâce à l'édition génomique

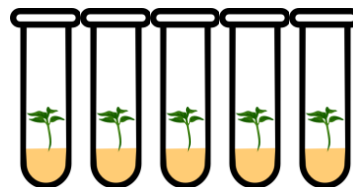


Pas d'ADN étranger, ces mutations pourraient également apparaître spontanément

Comment ça marche ?



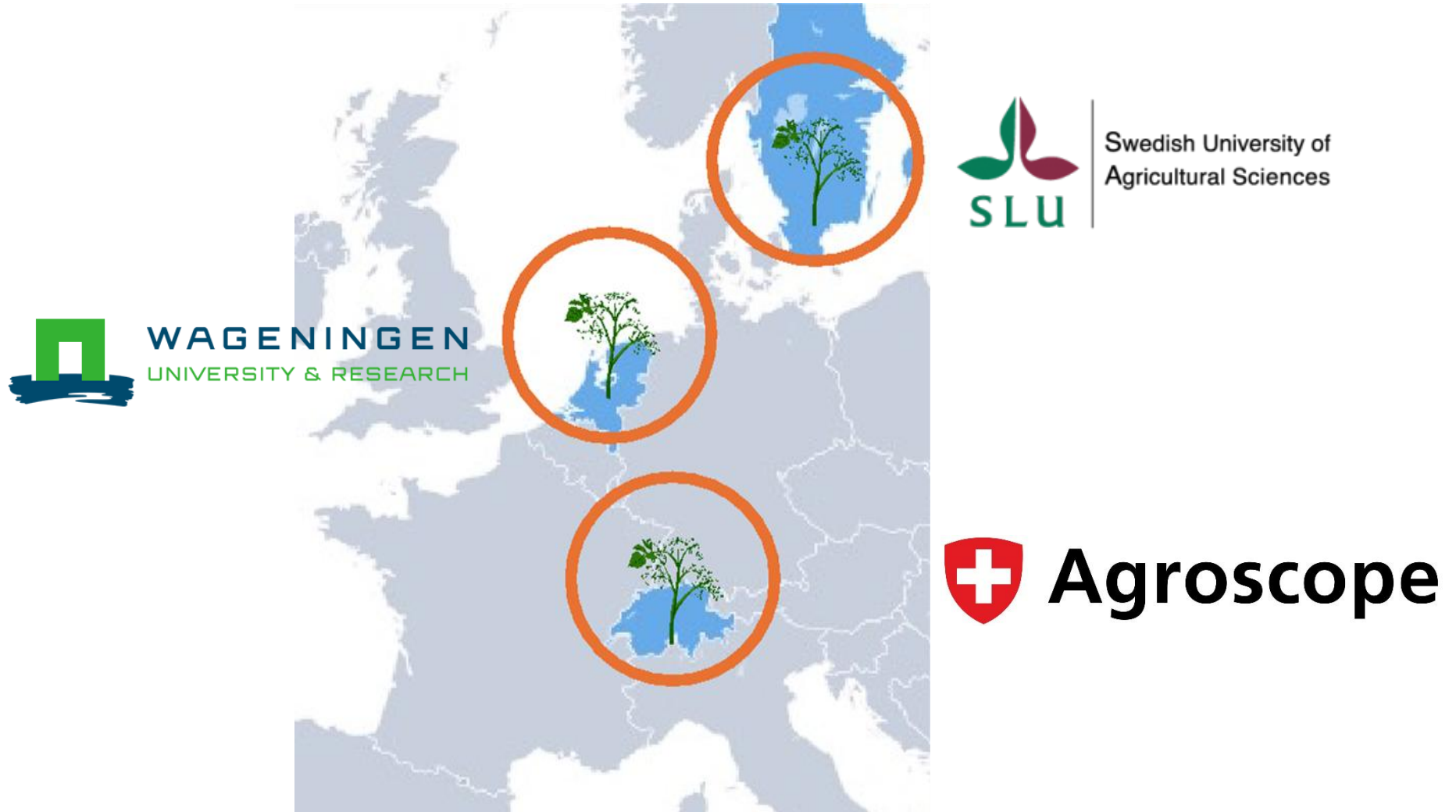
protoplaste



Multiplication et sélection pour la résistance et la tolérance à la sécheresse

Photos: Per Hofvander and Mariette Andersson

🇨🇭 Essais en plein champ OGM dans 3 pays !



Gradient latitudinal de 1000 km !

🇨🇭 L'ajout de gènes de résistance est très efficace



Foto: Susanne Brunner

contrôle

+ deux gènes de
résistance provenant
d'accessions sauvages

Variétés de pommes de terre travaillées dans le cadre du projet CRSIPS



Désirée



Erika



Innovator

La proximité avec la pratique est très importante. Les succès doivent pouvoir être mis en pratique le plus rapidement possible*.

Une équipe internationale formidable !



Jack Vossen

Potato disease resistance
genome editing and cisgenics
>20 resistance genes discovered
patents
GMO field trial experience

Susanne Brunner

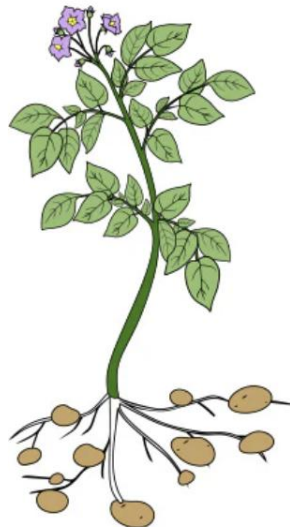
Disease resistance
GMO field trials

Etienne Bucher

potato in vitro gene bank
Epi/Genomics
invention of an NBT (patent)

Mariette Andersson and Per Hofvander

transgene-free editing in potatoes
quality traits
patents and startup
GMO field trial experience



Résumé

Nouvelles techniques de sélection (telles que l'édition génomique)

- Rendent les banques de gènes exploitables
- Peuvent augmenter la biodiversité dans les champs

Intervention minimale dans le patrimoine génétique

- La modification est ciblée et entraîne très peu d'effets secondaires
- Pas d'ADN étranger

Impact significatif sur l'agriculture

- Réduction des produits phytosanitaires
- Amélioration de la tolérance au changement climatique

Rapide!

- Après un an, les premières plantes peuvent déjà être testées directement sur le terrain

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Finanzierung



Disclaimer: I am member of the board of epibreed AG that owns TEgenesis



Examples for the success of genome editing

eusage

European Sustainable Agriculture
Through Genome Editing

<https://www.eu-sage.eu>

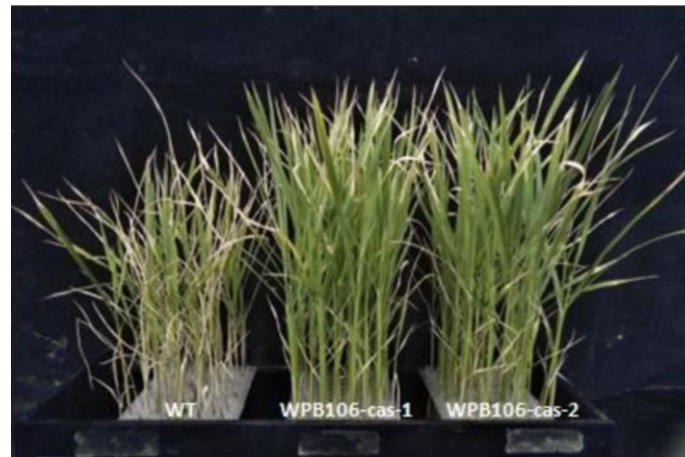
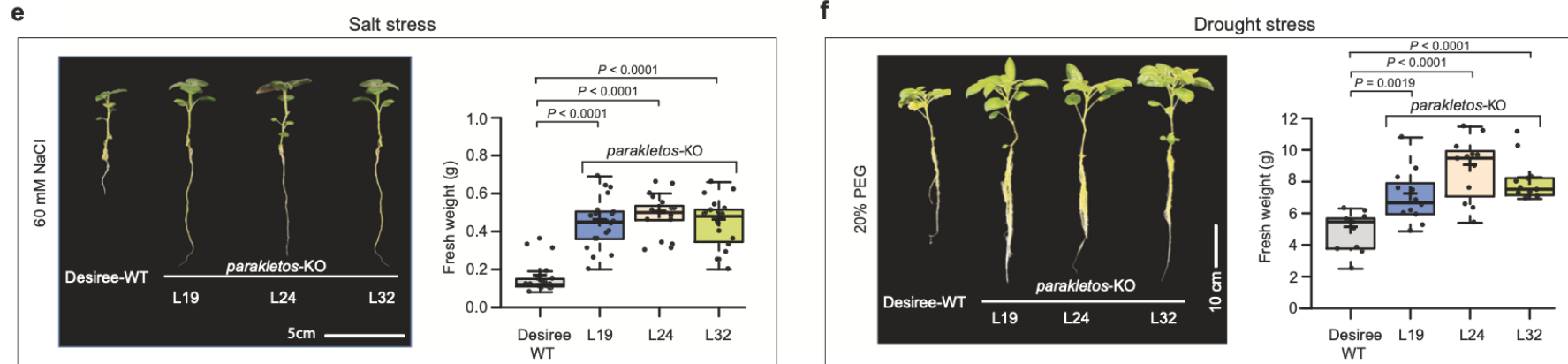
TRAITS CATEGORIES

- Traits related to biotic stress tolerance (166)
- Traits related to abiotic stress tolerance (75)
- Traits related to improved food/feed quality (181)
- Traits related to increased plant yield and growth (189)
- Traits related to industrial utilization (107)
- Traits related to herbicide tolerance (57)
- Traits related to product color/flavour (49)
- Traits related to storage performance (22)

Novel crop breeding techniques can make real contributions
to a more sustainable agriculture



Examples for the success of genome editing

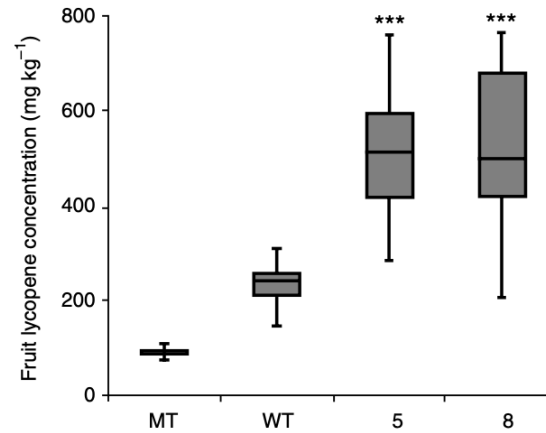
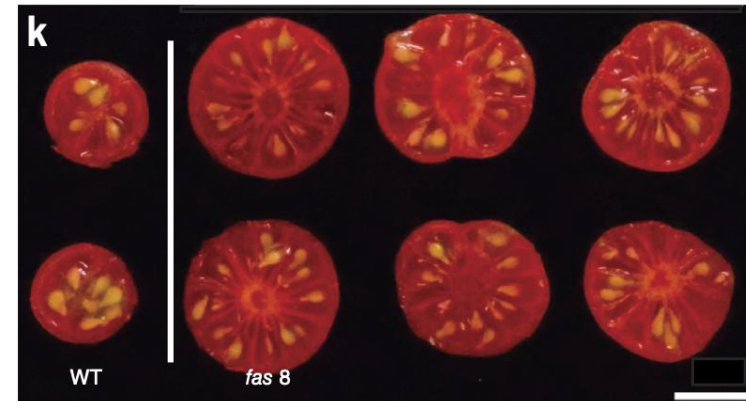


NaCl stress tolerance

Zahid et al., 10.1038/s41467-024-49584-4
Zhang et al., 10.1007/s11032-019-0954-y



de novo domestication of wild tomato

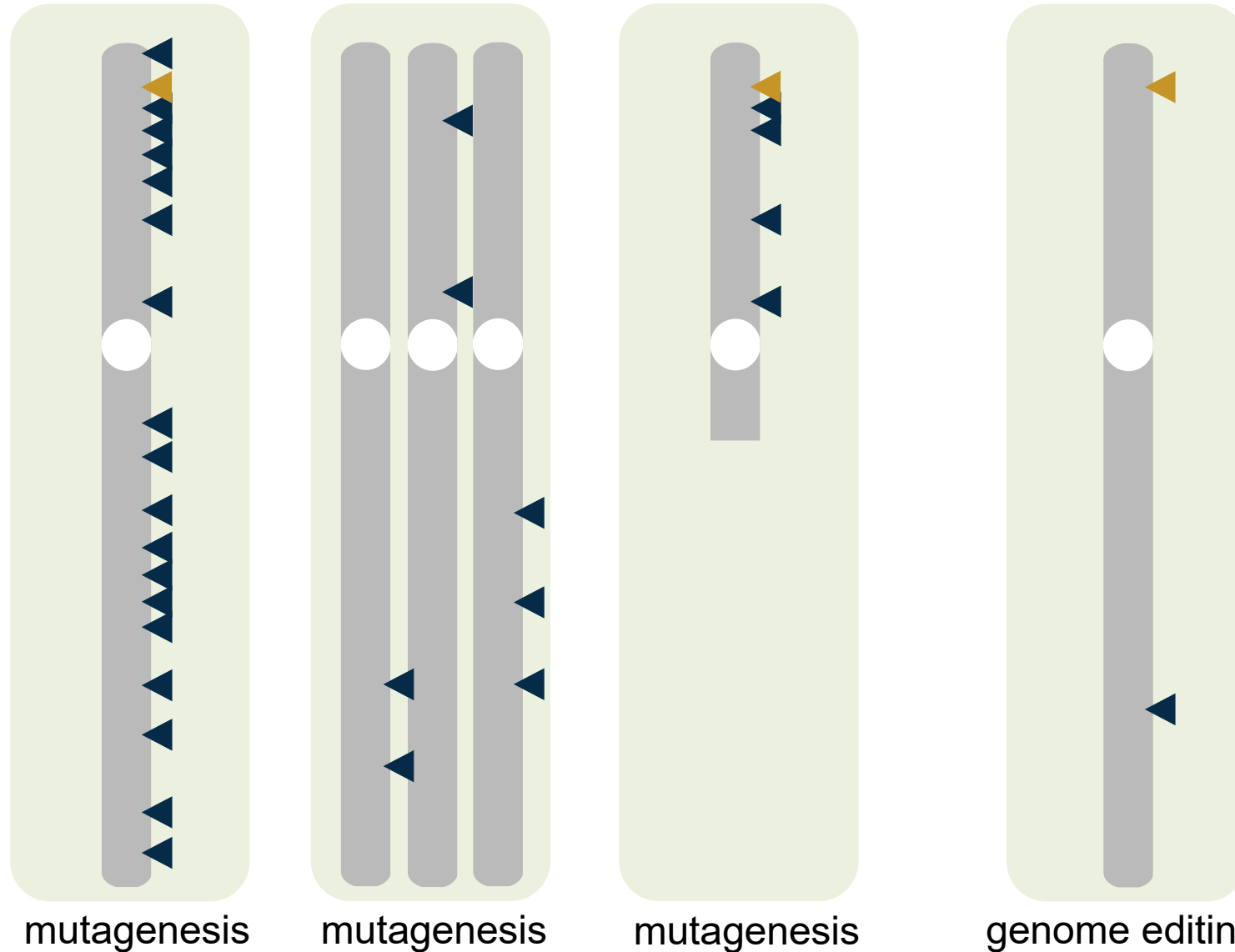


NBTs can greatly increase biodiversity in agriculture

HOWEVER



The legal situation in EU and CH



The more precise the tool, the tougher the regulation