



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Wirtschaft,
Bildung und Forschung WBF
Agroscope

7^{ème} Journées Nationales Grandes Cultures

Sélection végétale pour l'agriculture de demain – De quelles cultures et de quelles technologies avons-nous besoin?

Roland Peter, Agroscope

28. Janvier 2020

www.agroscope.ch | gutes Essen, gesunde Umwelt



- 1. SÉLECTION VÉGÉTALE EN SUISSE ET CHEZ AGROSCOPE**
- 2. PORTEFEUILLE ET OBJECTIFS DE SÉLECTION**
- 3. QUELLES MÉTHODES ET TECHNOLOGIES DE SELECTION EN REponse AU CHANGEMENT CLIMATIQUE?**



Sélection végétale en Suisse

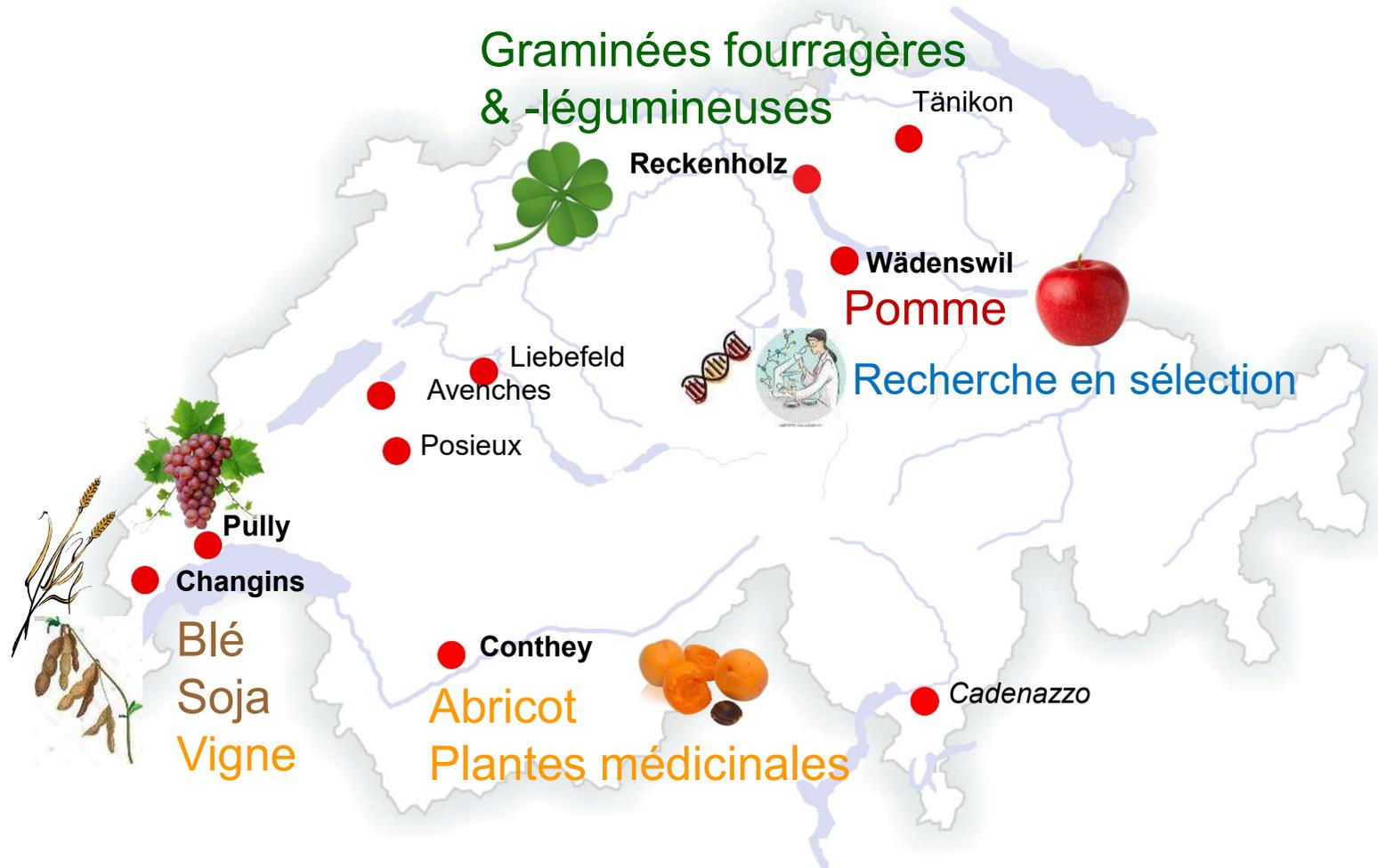
- 7-8 organisations (1 publique + 6-7 privées)
- > 40 espèces travaillées (25 par Agroscope)
- Investissements : env.10 M. par an (4 public / 6 privé)
→ env. 50% des investissements par tête en Allemagne
- Coûts par variété :
 - Grandes cultures CHF 200'000 – 500'000 par variété
 - Arbo/viti CHF 1.2 – 1.7 M / variété





Sélection végétale en Suisse

Programme de sélection d'Agroscope



- 25 espèces
- PPP – Public – Private – Partnerships (DSP, VariCom, MediPlant)



1. SÉLECTION VARIÉTALE EN SUISSE ET CHEZ AGROSCOPE
2. PORTEFEUILLE ET OBJECTIFS DE SELECTION
3. QUELLES MÉTHODES ET TECHNOLOGIES DE SÉLECTION EN RÉPONSE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE?



Quelles espèces sélectionnerons-nous dans le futur, en réponse au changement climatique ?

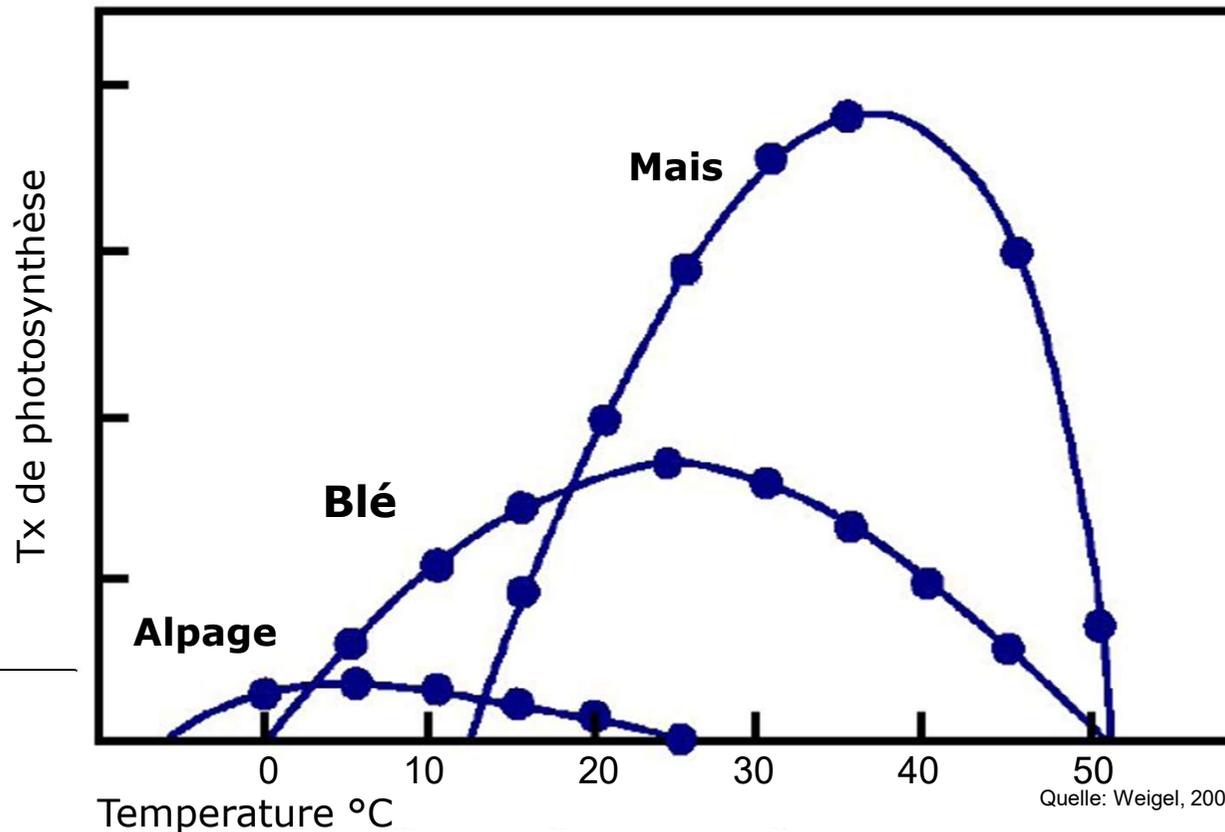
- Objectif : rendre l'espèce «prête» aux nouveaux défis !
- Le portefeuille d'espèces végétales ne doit pas nécessairement fortement changer :
 - Adapter les procédures de sélection, être plus rapide!
 - Utiliser de manière systématique les technologies à disposition
 - Développer les systèmes de cultures
- Opportunités pour de nouvelles espèces ou celles les moins utilisées, ou changement dans la distribution :
 - Somme de températures plus élevée :
 - Les plantes C4 deviennent compétitives (ex. Mais, Sorgho, Amarante...)
 - Autres espèces thermophiles (ex. soja, tournesol) cultivables localement
 - Plus de stress à la sécheresse : ex. sorgho, luzerne, graminées fourragères tolérantes



Exemple : Taux de photosynthèse à des T°C croissantes (stress thermique)

Effet négatif sur le rendement par photosynthèse réduite :

- Blé : au-delà de 28 °C
- Maïs : au-delà de 35°C
- Fermeture des stomates → Taux de photosynthèse réduit
- Photorespiration à partir d'hydrates de carbone





Quels objectifs de sélection prennent de l'importance ?

- Des «épidémies» plus fortes de ravageurs et de maladies déjà répandus sont possibles, mais aussi un ralentissement de la dynamique de population/-infection des différents pathogènes
- Risque de nouveaux ravageurs et maladies
 - Influence sur la capacité de cultiver certaines cultures (punaise marbrée ou *Spodoptera frugiperda* sur Mais)
- Fondamentaux :
 - Les changements de l'environnement dus aux changements climatiques sont graduels
 - La sélection végétale se fait en permanence en étroite interaction avec l'environnement :
 - l'**environnement aide la sélection**: des adaptations progressives sont «intégrées»
 - **Attention**: utiliser spécifiquement des lieux propices à la sélection!



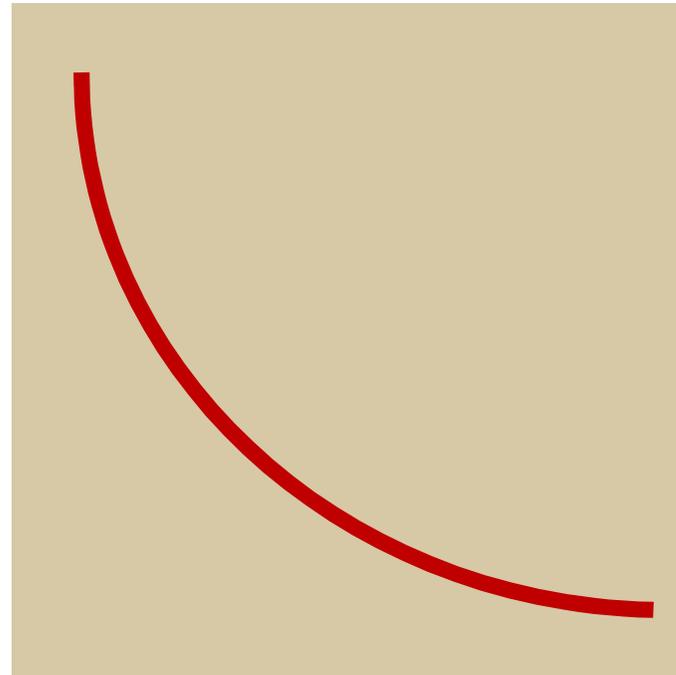
Quels objectifs de sélection prennent de l'importance? Le panel des objectifs augmente



1. Potentiel de rendement et stabilité

- Rendement en grains
- **Stabilité**
- Rusticité
- Densité de population
- Nbre de grains par épi
- PMG
- Efficacité azotée
- **Floraison et maturité**
- **Tolérance à la chaleur**
- **Tolérance sécheresse**
- **Efficacité hydrique**

Gain de sélection



Nombre de traits

en protéines
de chute de
, germination
e
tation

on d'eau
ès de la pâte
de cuisson



Stress à la sécheresse de *Lolium multiflorum* - Expérimentation de sélection de plantes fourragères par Agroscope

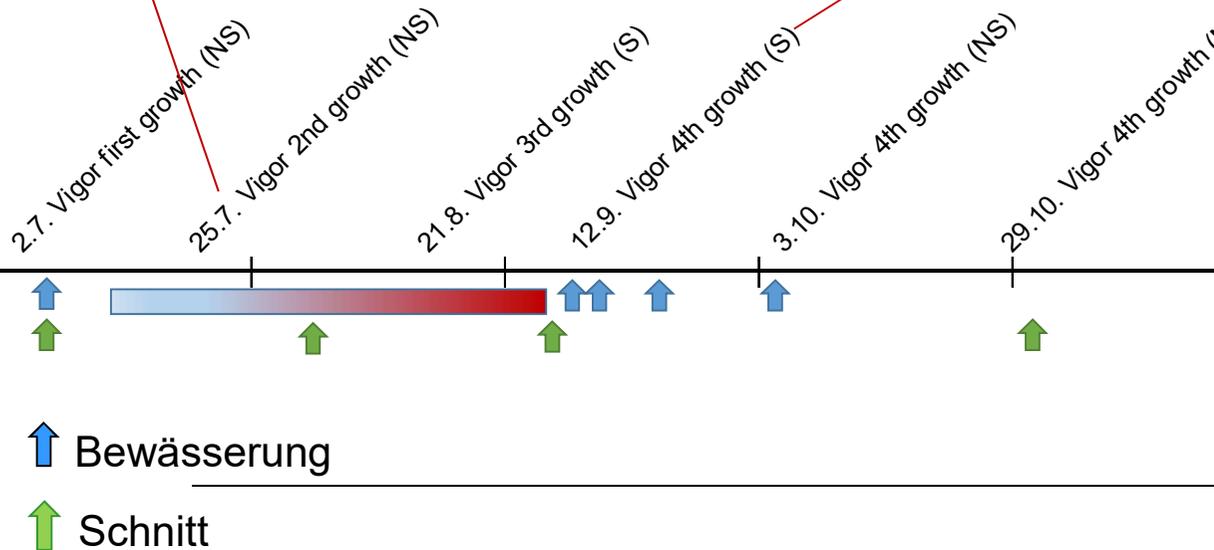


2019-07-25



2019-09-03

Agroscope



- Simulation de périodes de sécheresse en été
- Les différences génétiques concernant la tolérance à la sécheresse sont détectables, mais l'héritabilité est plus faible
- Les diploïdes sont plus touchés par la sécheresse que les tétraploïdes

Prochaine étape:

- Floraison ouverte entre les meilleures plantes

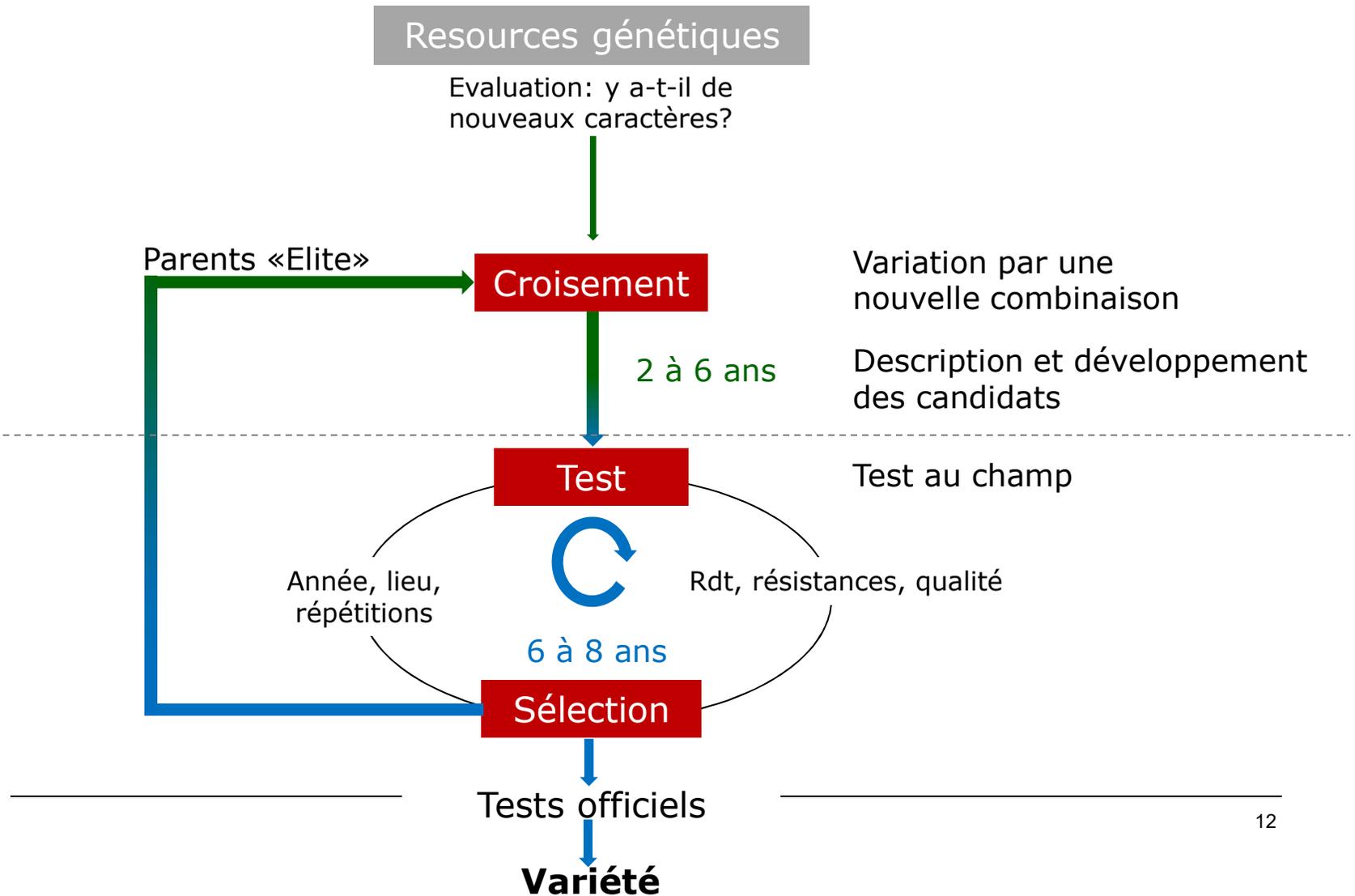


1. SÉLECTION VÉGÉTALE EN SUISSE ET CHEZ AGROSCOPE
2. PORTEFEUILLE ET OBJECTIFS DE SÉLECTION
3. QUELLES MÉTHODES ET TECHNOLOGIES DE SÉLECTION EN RÉPONSE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE?



Le cycle de sélection

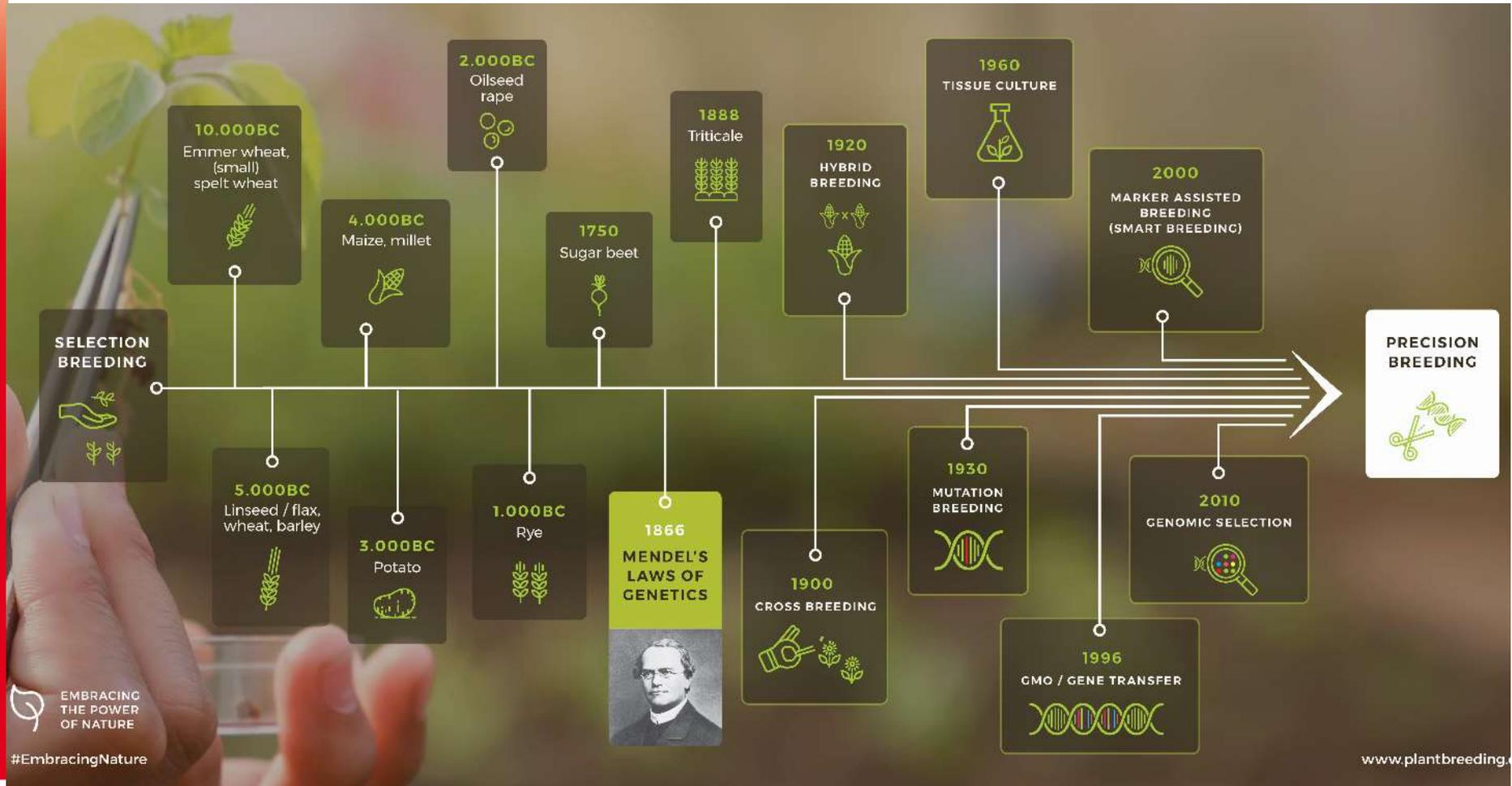
Création de nouvelle variation & sélection répétée





Que faut-il pour une sélection efficace?

→ Variation, méthodologie, rapidité & précision!





Que faut-il faire? Une méthode de sélection adaptée! Déterminée par le type biologique de reproduction



La tendance est à l'hybridation!

Espèces clonables : **Sélection clonale**

Auto-fécondation : **Sélection de lignée pédigrée ou méthode «Bulk»**



Fécondation croisée : **sélection population**
ou **sélection par hybridation**



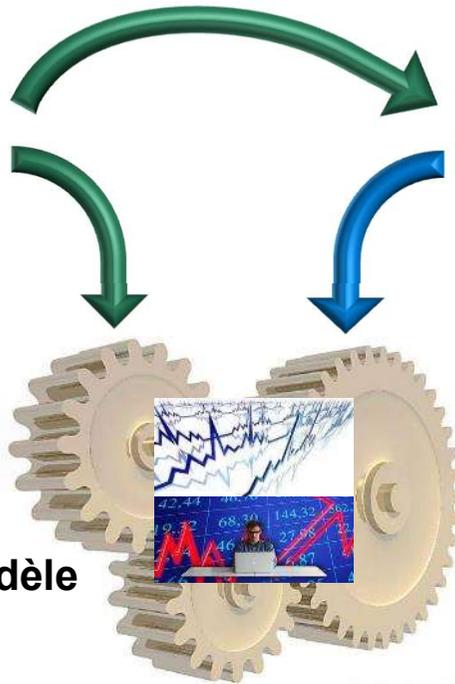
Vitesse Sélection génomique: estimation de la valeur génétique



Phénotypage : tests au champ



Génotypage :
Analyse de marqueurs des lignées dans les essais au champ



Construction d'un modèle
de prédiction

Prévision de la valeur
génétique des (nouvelles!)
lignées candidates

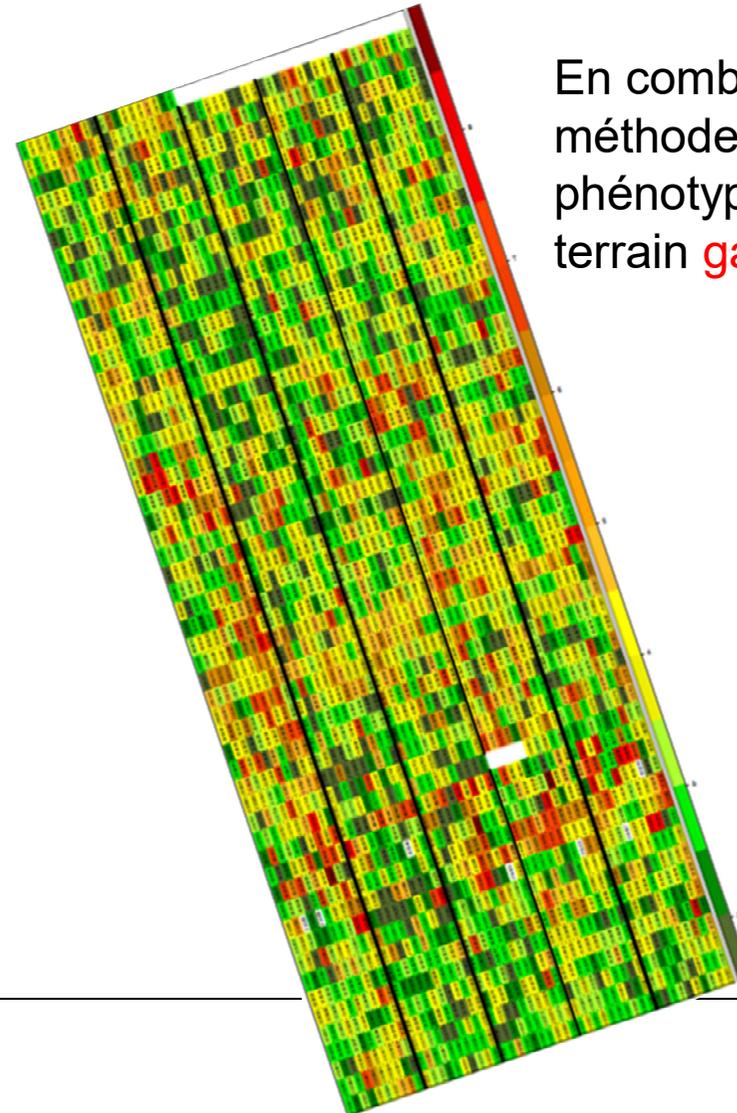
Valeur génétique
"Breeding Value"

Décisions



Précision des phénotypes

L'observation précise sur le terrain est plus importante que jamais



En combinaison avec les méthodes génomiques, le phénotypage sur le terrain **gagne du poids !**



Que faut-il faire? De nouvelles propriétés en réponse à de nouvelles exigences !

→ Nouvelle variation!

- Le point de départ de toute sélection réussie est une variabilité initiale appropriée !
- Pour répondre à l'évolution des besoins, la sélection a également besoin de nouvelles caractéristiques – **de nouvelle variation est fondamentale!**

→ Où trouver cette nouvelle variation?

→ La sélection a besoin de **recombinaisons** et **mutations** pour de nouvelle variation

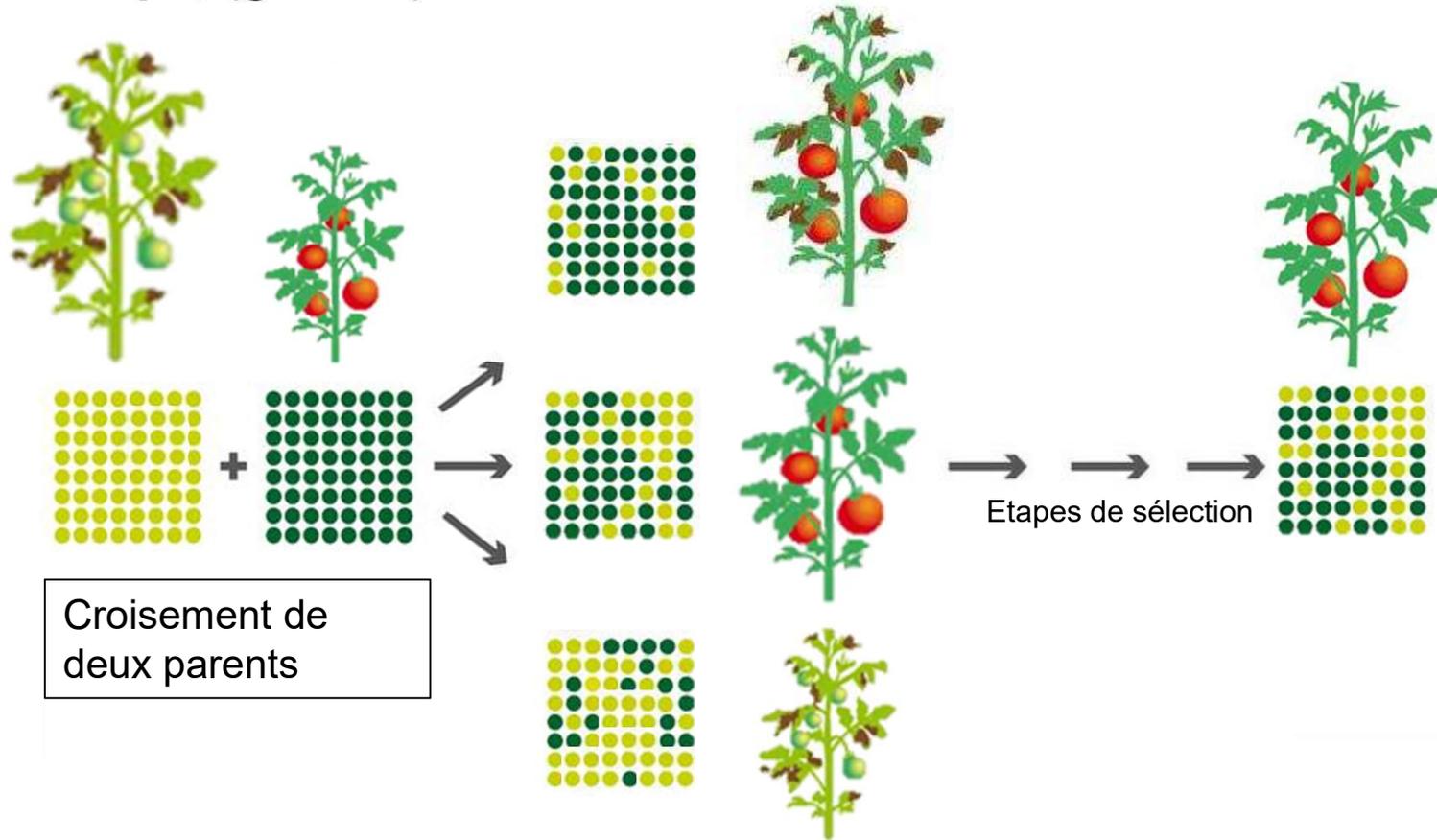
→ **Copier la nature** : méthodes pour créer de nouvelles variations, utilisables de manière ciblée ou non.



Nouvelle variation

Sélection par croisement

«Temps, (grands) nombres & chance !»



Croisement de deux parents

Nouvelle variation :
Plantes avec des variantes génétiques issues du mélange

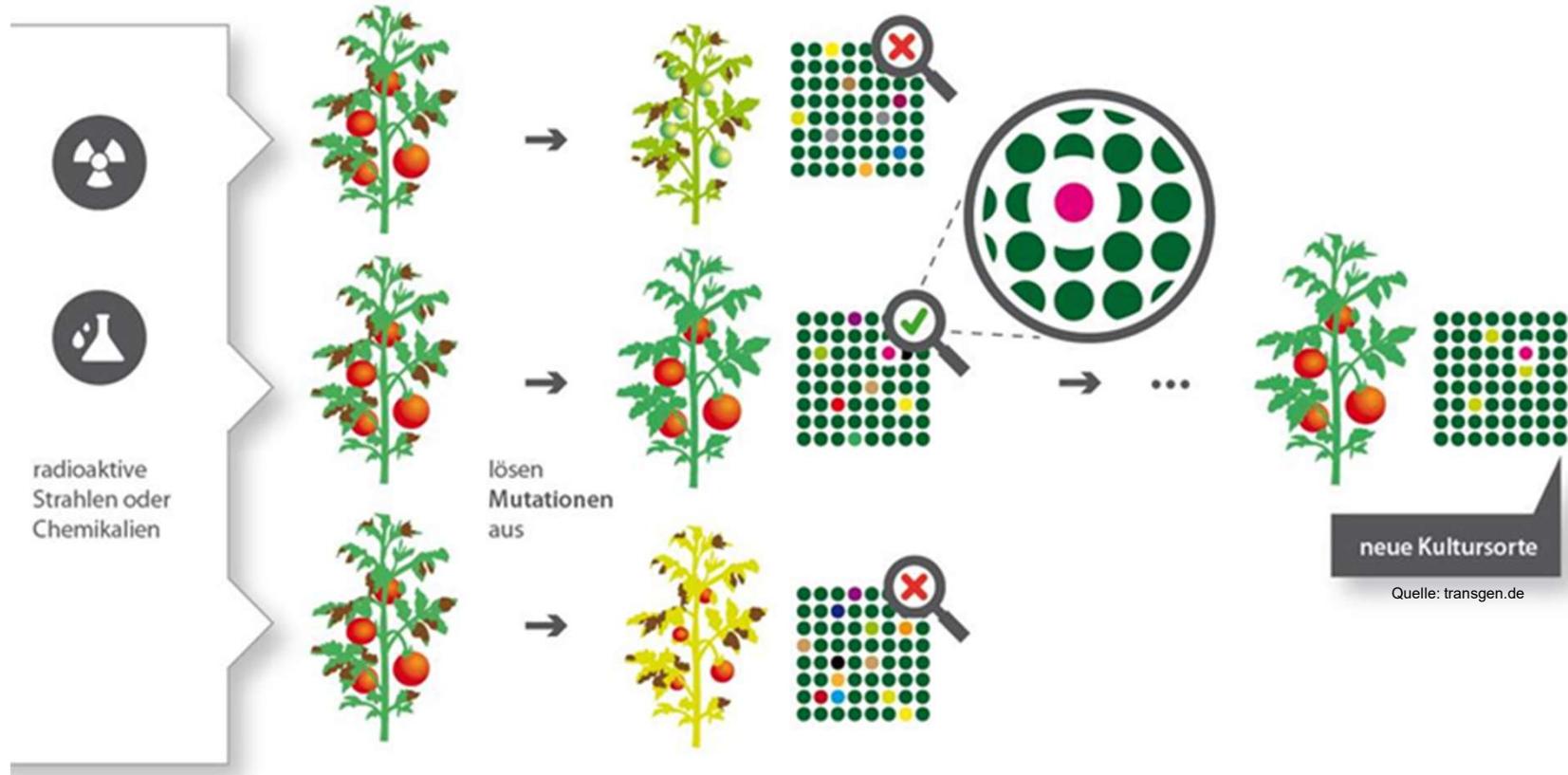
Darstellung: nach transgen.de



Nouvelle variation

Sélection par mutation

«Méthode traditionnelle pour de nouvelles propriétés»



Avantages et inconvénients :

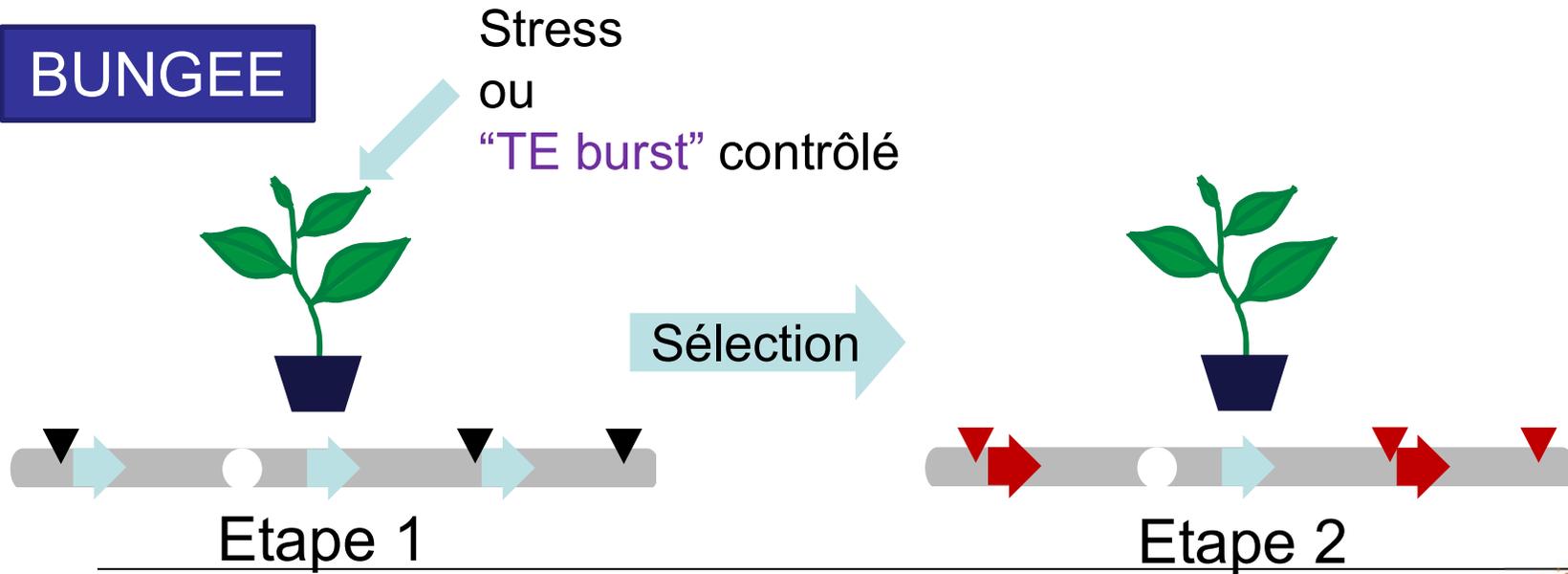
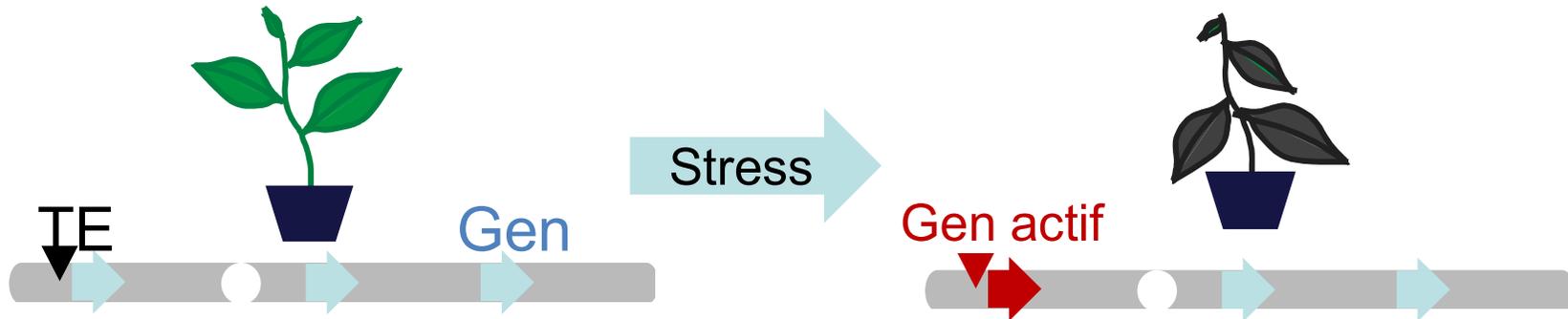
- La variation génétique est „artificiellement“ augmentée
- De grosses dépenses sont nécessaires pour sélectionner seulement la variété avec la mutation souhaitée
- Pas de régulation des mutations non dirigées!



Nouvelle variation

Transposons «Gène sautant sous Stress»

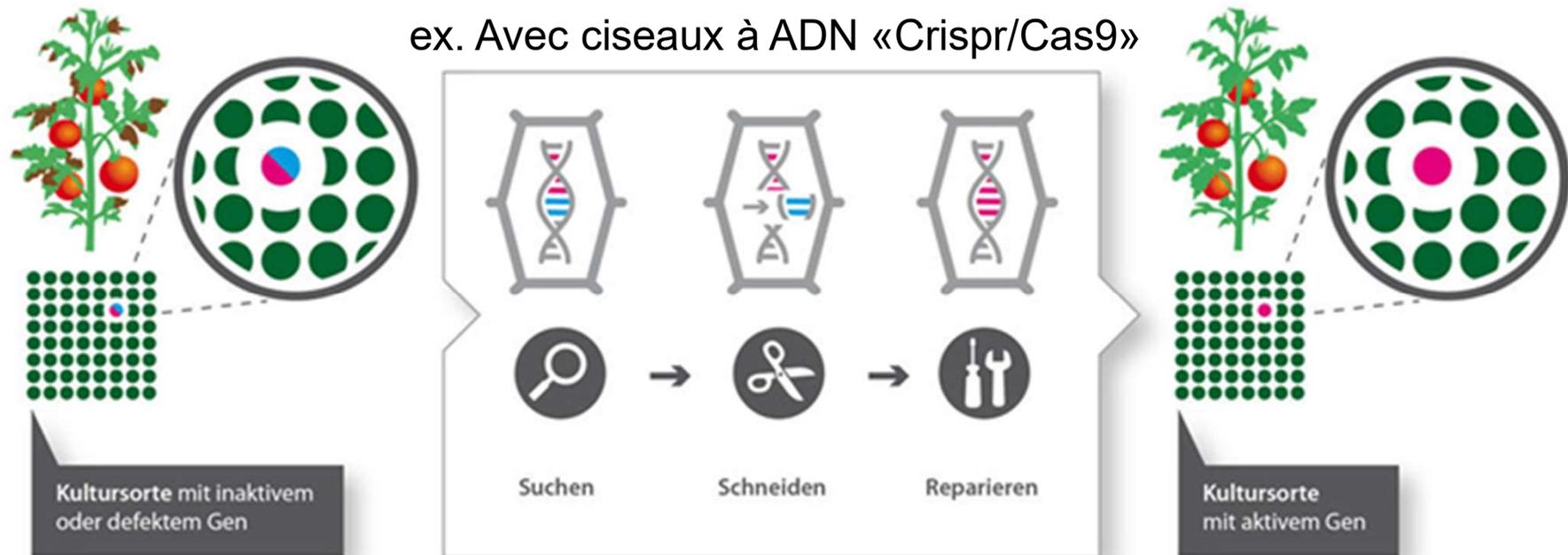
BUNGEE: breeding using jumping genes



Le type de stress définit les Transposons (TE) activés!



Nouvelle variation– Nouvelle technologie de sélection Genome Editing



Quelle: transgen.de

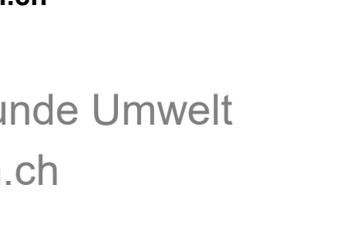
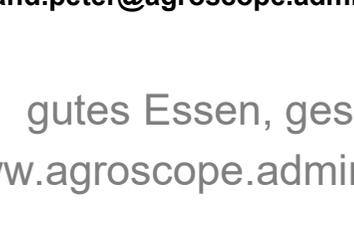
Avantages et inconvénients :

- Plus précis que les méthodes de sélection et le génie génétique classique
- Rend possible, entre autres, des **mutations génétiques ciblées**, telles qu'elles peuvent se produire dans la nature.
- **Règlementation** : - EU et Suisse → OGM
- USA, Canada, Brésil, Australie,... → pas OGM en cas de mutations ponctuelles



Points clés & conclusion

- Objectif de la sélection Agroscope : **Rendre les espèces prêtes** aux changements climatiques !
- De nouvelles exigences rendent nécessaires de nouvelles propriétés – **de nouvelle variation est fondamentale pour la sélection !**
- Les technologies prennent de plus en plus d'importance :
 - La sélection doit devenir **plus rapide** et **plus précise**
 - Un **phénotypage** et un **génotypage** complets et précis comme base des méthodes de sélection génomique et assistée par marqueurs
 - Les nouvelles variations peuvent être générées de manière non dirigée (mutation ou recombinaison classique) ou ciblée (par exemple par l'édition du génome)
- **“Des outils” sont disponibles** pour être plus rapides que les changements à venir. Comment voulons-nous les utiliser?
- Suisse: mieux utiliser le potentiel de sélection
→ Mise en oeuvre de la «Stratégie de sélection végétale 2050»



Merci pour votre attention

Roland Peter
roland.peter@agroscope.admin.ch

Agroscope gutes Essen, gesunde Umwelt
www.agroscope.admin.ch