

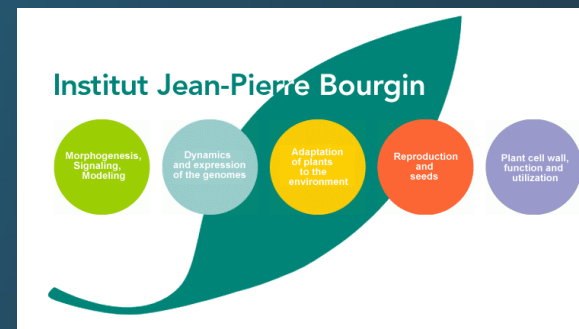


"Utilisation de la diversité génétique en amélioration des plantes : continuité ou révolution ?"

Fabien NOGUÉ
Institut Jean-Pierre Bourgin, INRA Versailles
DNA Repair and Genome Engineering

10 novembre 2016

Pour toute utilisation du contenu de cette présentation, veuillez citer l'auteur, son organisme d'appartenance, le volet 4 des ateliers « Modifications ciblées des génomes et enjeux éthiques » de la Plateforme « Génétique et Société » de Toulouse, le titre du document ainsi que la date. Merci



Origine de la diversité génétique



➤ Derrière la diversité des variétés il y a une diversité génétique

Origine de la diversité génétique

- Croisements interspécifiques -

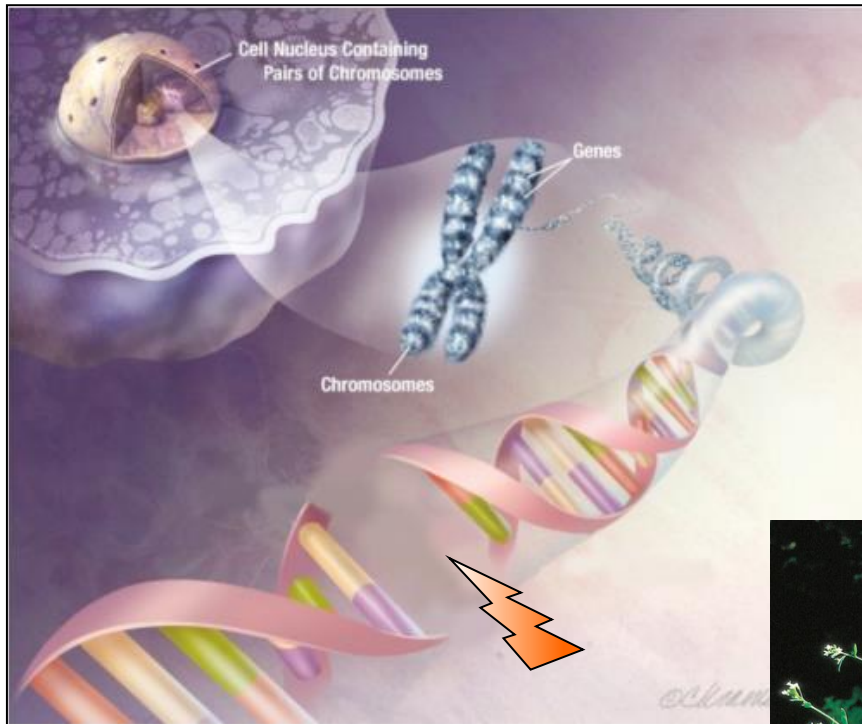


From www.eu-sol.net

➤ 10 % du génome de la tomate cultivée (3000 gènes) viennent de croisements interspécifiques.

Origine de la diversité génétique

- Mutations spontanées -

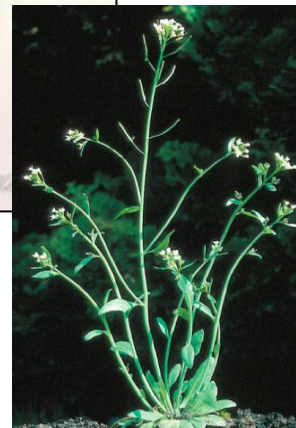


Dommmages endogènes :

- dérivés réactifs de l'oxygène
- erreurs de réplication

Dommmages exogènes :

- UV etc...



Arabidopsis

- Le taux de mutation par génération est de 1 sur 140 millions de paires de bases chez Arabidopsis.
- C'est du même ordre chez l'homme.

➤ On estime qu'il y a au moins 10 cassures de l'ADN par cellule par jour

Origine de la diversité génétique

- Mutations spontanées -



Broccoli



Chou-rouge



Chou-fleur



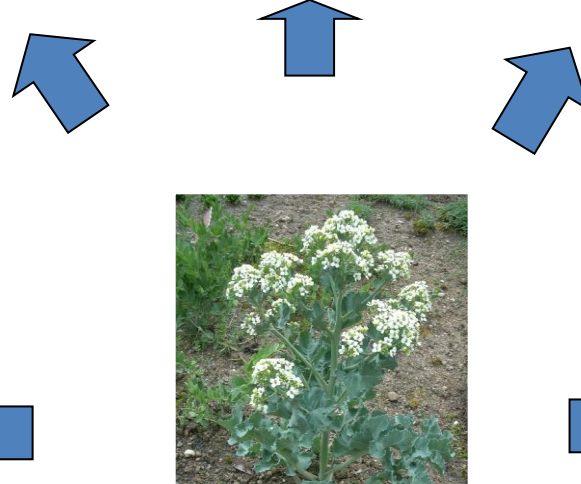
Chou de Bruxelles



Chou sauvage



Chou romanesco



➤ 4 mutations de différence entre une graine et sa plante mère

Origine de la diversité génétique

- Mutations spontanées -



120 mutations entre le grain et sa plante mère. Semis à 2 millions de pieds/ha, donc 240 millions de mutations dans un champs de 1 ha soit 1 mutation tous les 70 pb. Il y a 90000 gènes chez le blé.

➤ dans un champ de 1 ha tous les gènes du blé ont au moins une mutation

Origine de la diversité génétique

- Mutations spontanées -

Quelques exemples :

Riz



Tomate

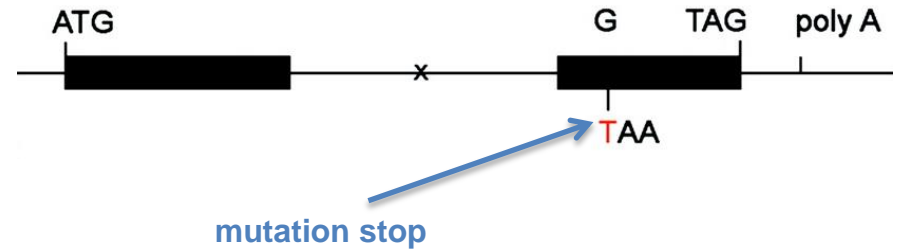


SH4 est un gène contrôlant l'adhérence de la graine à l'épi (Li et al., 2006). Sélection il y a ~ 9000 ans.

OVATE est un gène contrôlant la forme du fruit chez la tomate (van der Knaap et al., 2014).

mutation ponctuelle

1	MSGSSADPSP	SASTAGAAVS	PLALLRAHGH	GHGHLTATPP	SGATGPAPPP
51	PSPASGSAPR	DYRKGNWTLH	ETLILITANR	LDDDRRAGVG	GAAAGGGGAG
101	SPPTPRSAEQ	RWKWVENYCW	KNGCLRSQSQ	CNDKWDNLLR	DYKKVRDYES
151	RVAAAAATGG	AAAANSAPLP	SYWTMERHER	KDCNLPTNLA	PEVYDALSEV
201	LSRRAARRGG	ATIAPTTPPP	PLALPLPPPP	PPSPPKPLVA	QQQHHHGHH
251	HHPPPPQPPP	SSLQLPPAVV	APPPASVSAE	EEMSGSSESG	EEEEGSGGEP
301	EAKRRRLSRL	GSSVVRSATV	VARTLVACEE	KRERRHRELL	QLEERRLRL
351	BEERVEVRRQG	FAGLIAAVNS	LSSAIHALVS	DHRSGDSSGR	

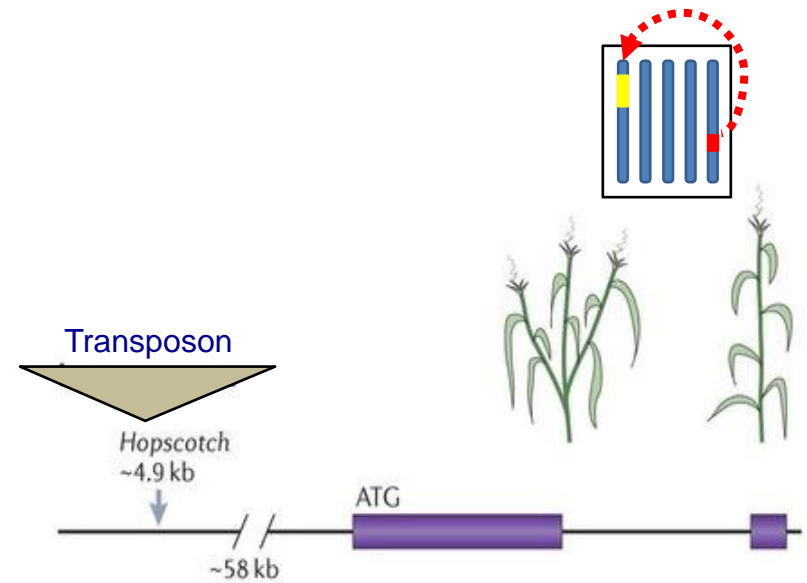
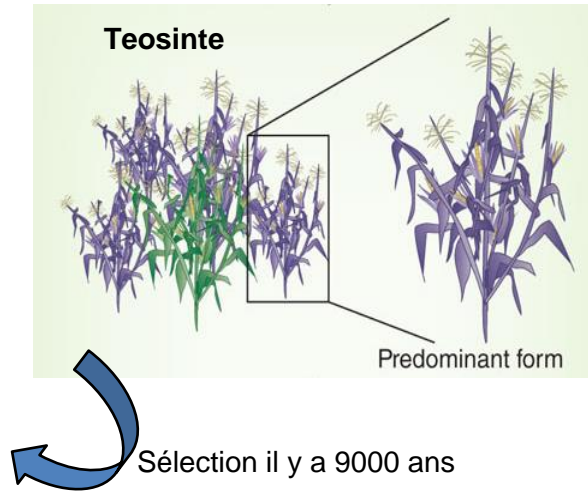


Origine de la diversité génétique

- Mutations spontanées -

Autres exemples :

Maïs



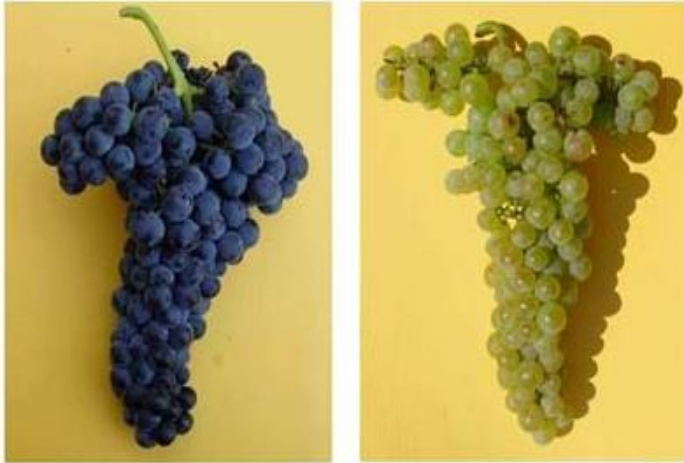
L'insertion du transposon Hopscotch agit comme un stimulateur de l'expression de *TB1* (un répresseur de la formation des organes) et aboutit à la diminution du nombre de branches (Studer et al., 2011).

Origine de la diversité génétique

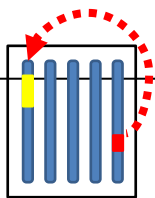
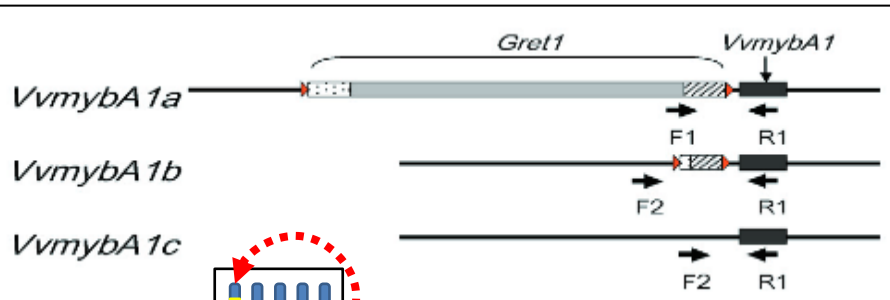
- Mutations spontanées -

Autres exemples :

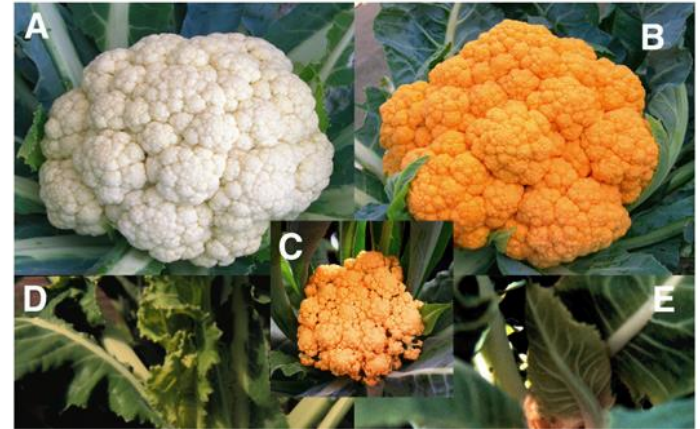
Raisin



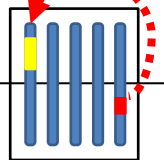
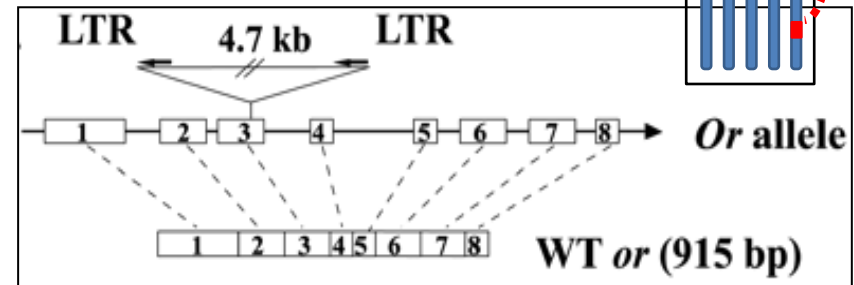
Le gène *VvmybA1* contrôle la couleur des grappes (Kobayashi et al., 2004). Sélection ~ 3000 ans.



Chou fleur



Le gène *Or* contrôle l'accumulation du beta-carotène (Lu et al., 2006). Sélection en 1975.



Les génomes végétaux ne sont pas « gravés dans la pierre »



Les génomes végétaux ne sont pas « gravés dans la pierre »



Une vingtaine de mutations entre le grain et sa plante mère.



semences commerciales

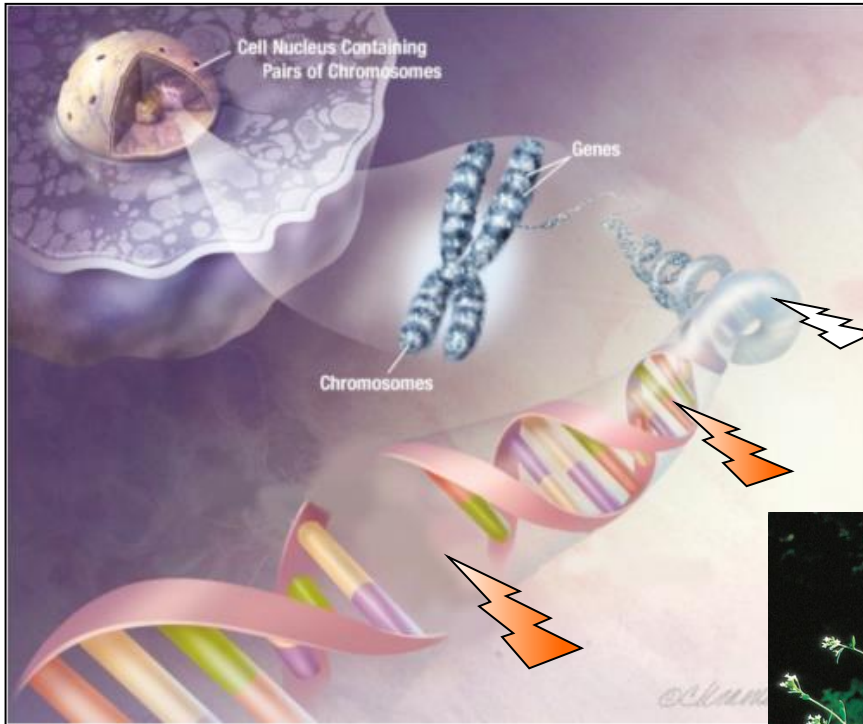


semences paysannes

➤ l'instabilité génétique est vraie pour tous les types de semences et c'est un des moteurs de l'amélioration variétale.

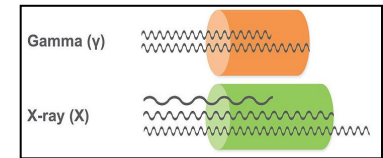
Origine de la diversité génétique

- Mutations induites -



Effets endogènes :

- dérivés réactifs de l'oxygène
- erreurs de réplication



Effets exogènes:

- UV
- rayons gamma
- chimiques (EMS)



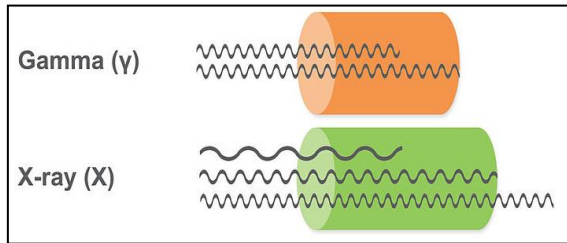
Arabidopsis

➤ On estime qu'il y a 20 à 40 cassures double brin de l'ADN par cellules par Gray (dose de radioactivité absorbée).

Origine de la diversité génétique

- Mutations induites -

➤ Utilisation de mutagènes physiques et chimiques



Colza

Faible teneur de l'huile en acide alpha-linolénique, forte teneur en acide oléique. Nanisme (gène Bzh).

Tomate

Résistances aux maladies : Chine, Japon.

Pommier

Port de l'arbre ('Courtagold', 'Courtavel' issu de 'Starking Delicious'). Coloration du fruit ('Belrene' à partir de 'Reine des Reinettes').



Cerisier

auto-fertile, 1985



Tournesol

fort taux d'acide oléique, 1976

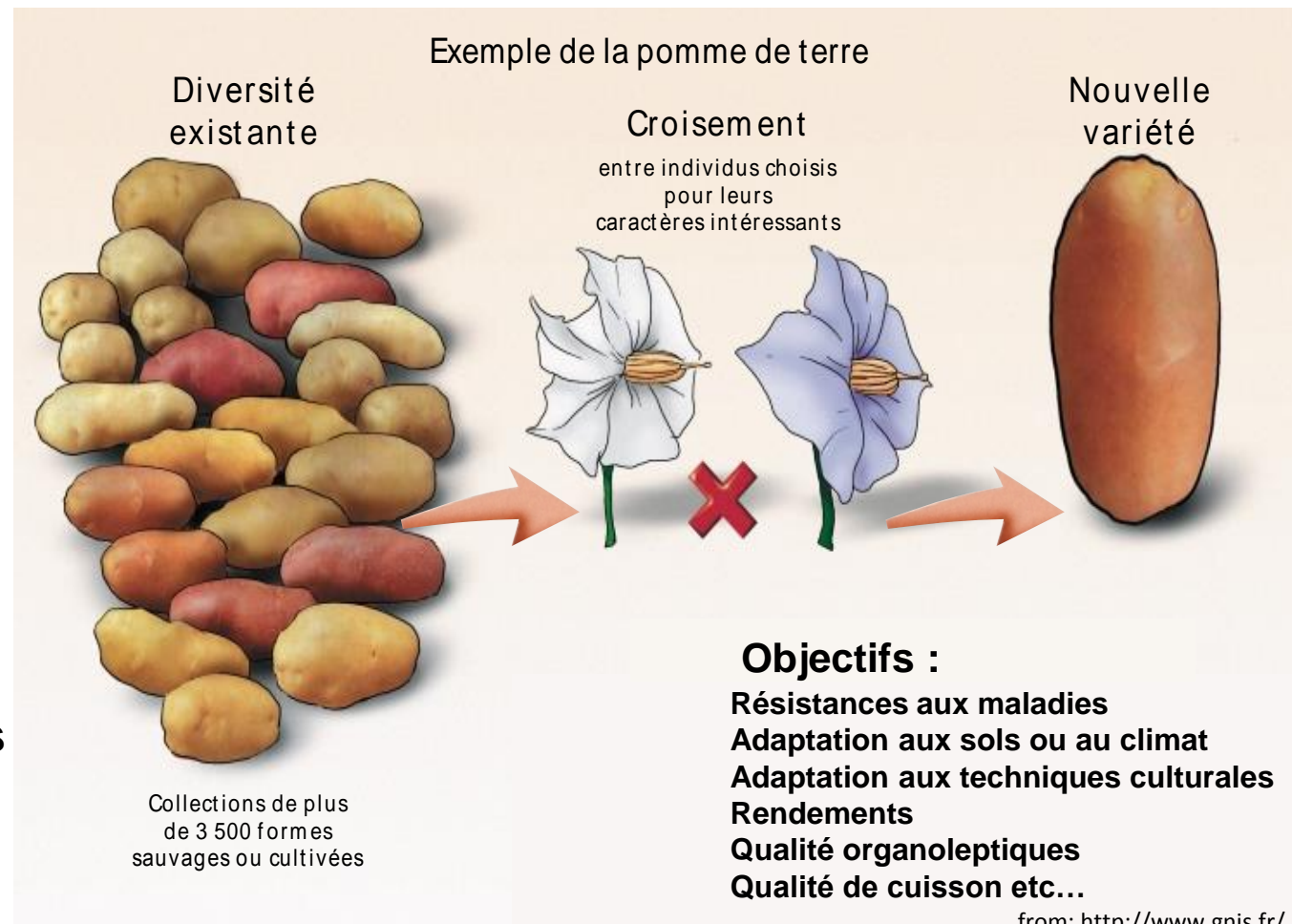


Pamplemousse

pulpe rouge, 1984

- Utilisé en amélioration des plantes depuis le milieu du 20ème siècle.
- Plus de 3200 variétés identifiées par la FAO (plus de 200 plantes).

Diversité génétique base de l'amélioration des plantes



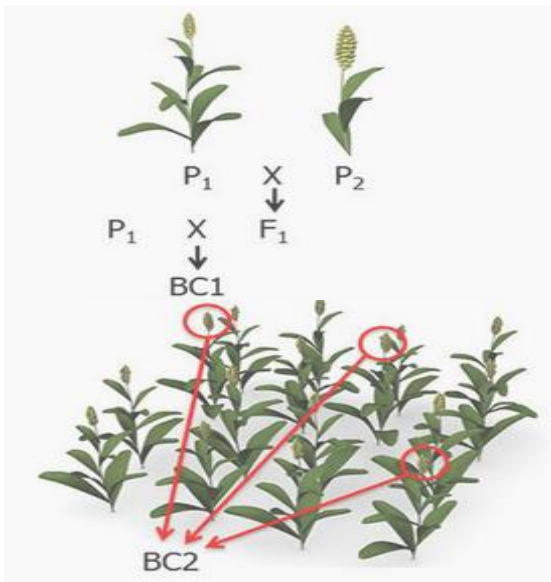
Diversité génétique:

- Mutations spontanées
- Mutations induites
- Croisements interspécifiques

Amélioration des plantes

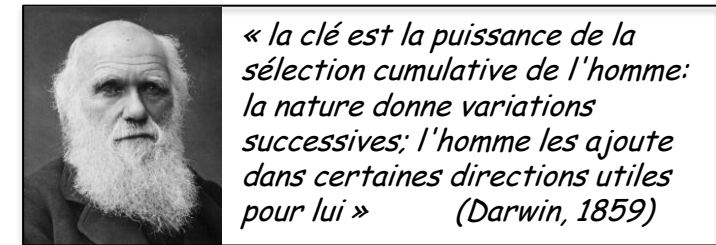
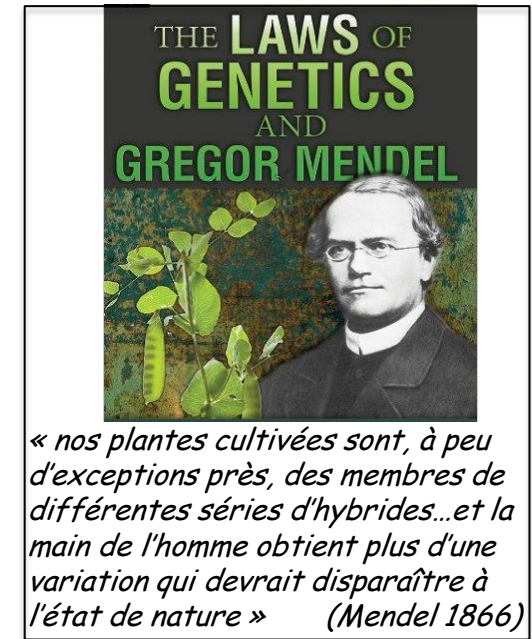
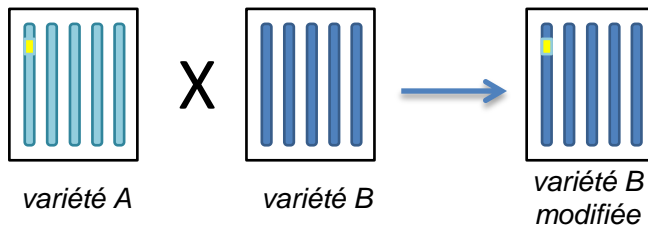
- la rencontre de Mendel et Darwin -

Sélection classique



Diversité génétique:

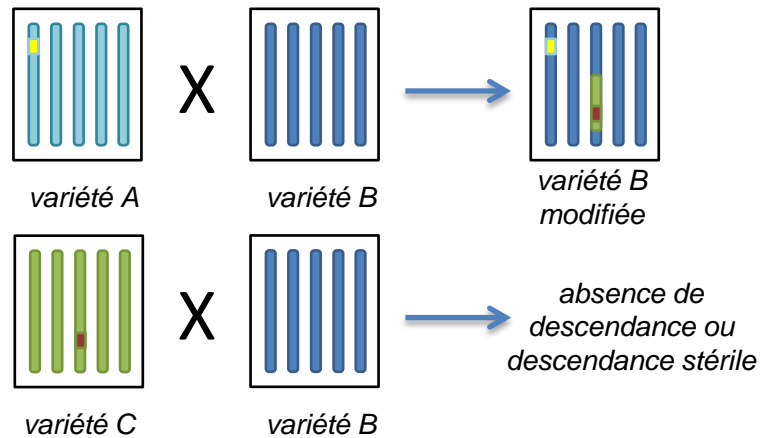
- Mutations spontanées
- Mutations induites
- Croisements interspécifiques



➤ Depuis le début de l'agriculture l'homme utilise, plus ou moins consciemment, deux concepts, l'hérédité (Mendel) et l'évolution (Darwin) pour combiner des allèles d'intérêts et obtenir des variétés possédant de nouvelles caractéristiques qui lui sont utiles.

Amélioration des plantes

- Quelques limites -



Difficulté des croisements interspécifiques

Risque d'introgression de caractères indésirables dans la nouvelle variété

Le plan de sélection est contrôlé par la durée du cycle végétatif de la plante

La barrière de la compatibilité sexuelle



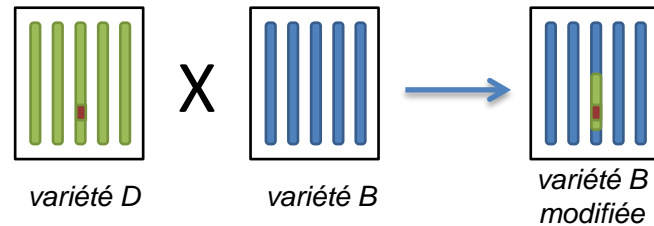
X



résistance au Sclerotinia

Amélioration des plantes

- Quelques limites -

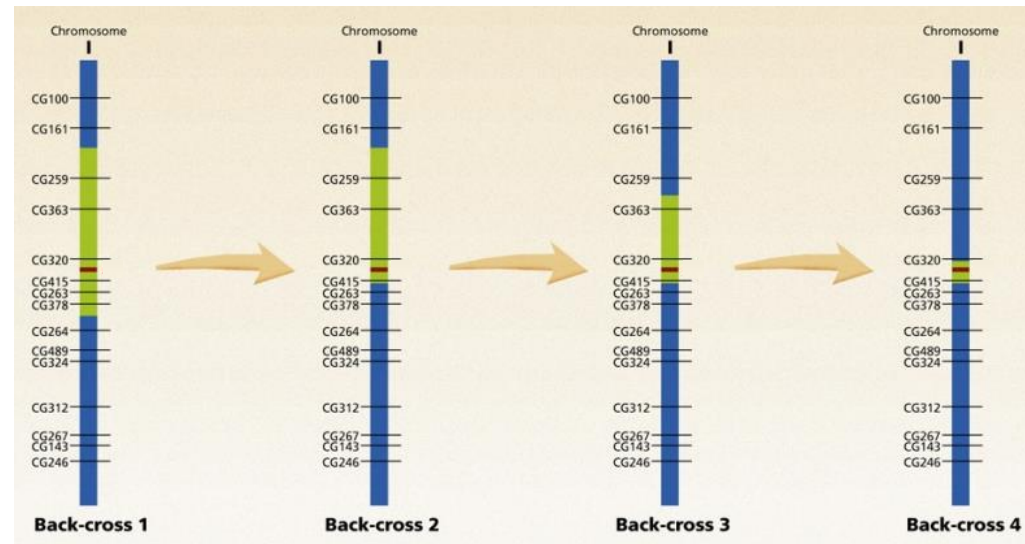


Difficulté des croisements interspécifiques

Risque d'introgression de caractères indésirables dans la nouvelle variété

Le plan de sélection est contrôlé par la durée du cycle végétatif de la plante

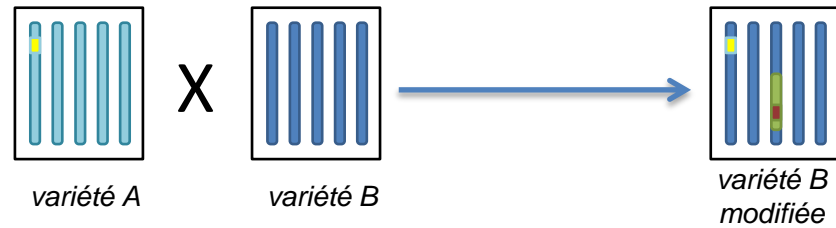
La barrière de la compatibilité sexuelle



■ Elite line
■ Chromosome fragment from the donor line

Amélioration des plantes

- Quelques limites -



Difficulté des croisements interspécifiques

Risque d'introgression de caractères indésirables dans la nouvelle variété

Le plan de sélection est contrôlé par la durée du cycle végétatif de la plante

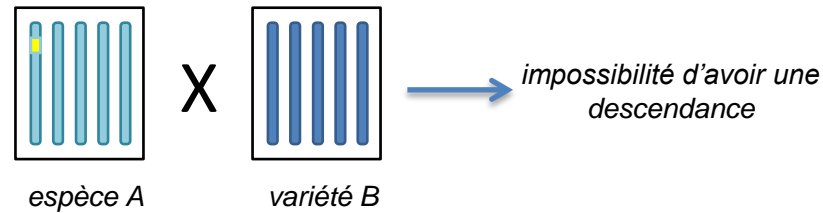
La barrière de la compatibilité sexuelle



Plus de 25 ans pour les arbres ...

Amélioration des plantes

- Quelques limites -

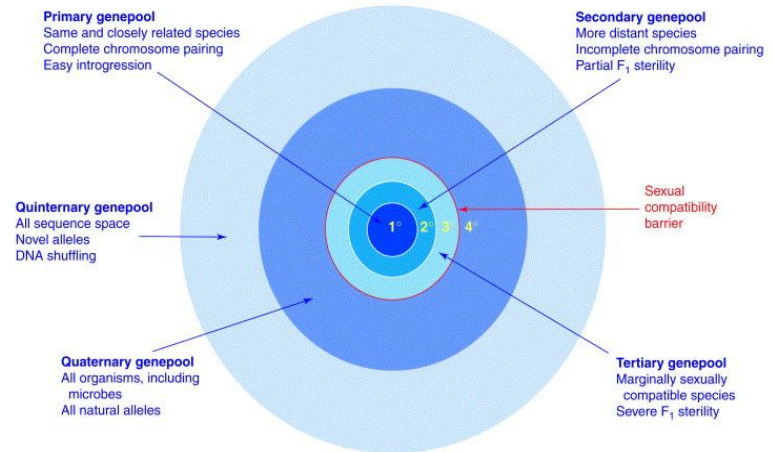
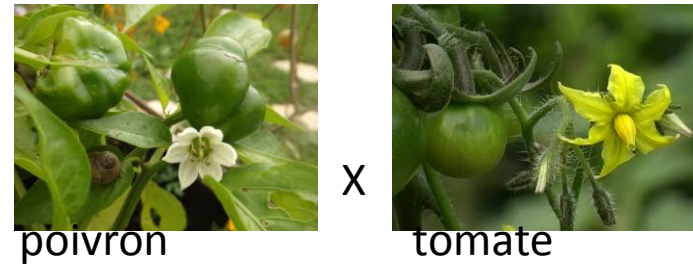


Difficulté des croisements interspécifiques

Risque d'introgression de caractères indésirables dans la nouvelle variété

Le plan de sélection est contrôlé par la durée du cycle végétatif de la plante

La barrière de la compatibilité sexuelle



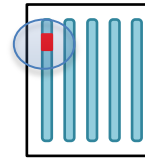
Current Opinion in Plant Biology

Amélioration des plantes - Apport de l'édition de gène -



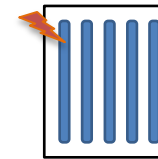
Modification ciblée
du génome

variété ou espèce A



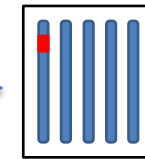
Identification d'un
allèle d'intérêt

variété B



Cassure au niveau du
gène puis réparation

variété B modifiée



Difficulté des croisements
interspécifiques



Exploitation non limitée de la diversité
interspécifique

Risque d'introgession de caractères
indésirables dans la nouvelle variété



Modification du gène d'intérêt et de lui
seul

Le plan de sélection est contrôlé par la
durée du cycle végétatif de la plante



Gain de temps pour la création de
nouvelles variétés

La barrière de la compatibilité sexuelle



Possibilité d'utiliser des gènes d'intérêt
chez d'autres espèces

- Apparition depuis quelques années de nouveaux outils pour la réécriture du génome qui permettent de s'affranchir de certaines limites de l'amélioration classiques.



Merci pour votre attention