

Journée technique

Culture et sélection de variétés paysannes de céréales



Avec le soutien de :



**eau
seine
NORMANDIE**



agrof^{île}
sois vivants et agroforesterie en île-de-france

**VAL de
MARNE**
Le département

30 mai 2018
à la Maison du Parc des Lilas



Histoire et méthodes de sélection: Quelques rappels



Isabelle Goldringer, INRA
Génétique Quantitative et Evolution - Le Moulon

L'auteur du présent document vous autorise à le partager, reproduire, distribuer et communiquer selon les conditions suivantes :



- Vous devez le citer en l'attribuant de la manière indiquée par l'auteur (mais pas d'une manière qui suggérerait qu'il approuve votre utilisation de l'œuvre).
- Vous n'avez pas le droit d'utiliser ce document à des fins commerciales.
- Vous n'avez pas le droit de le modifier, de le transformer ou de l'adapter.



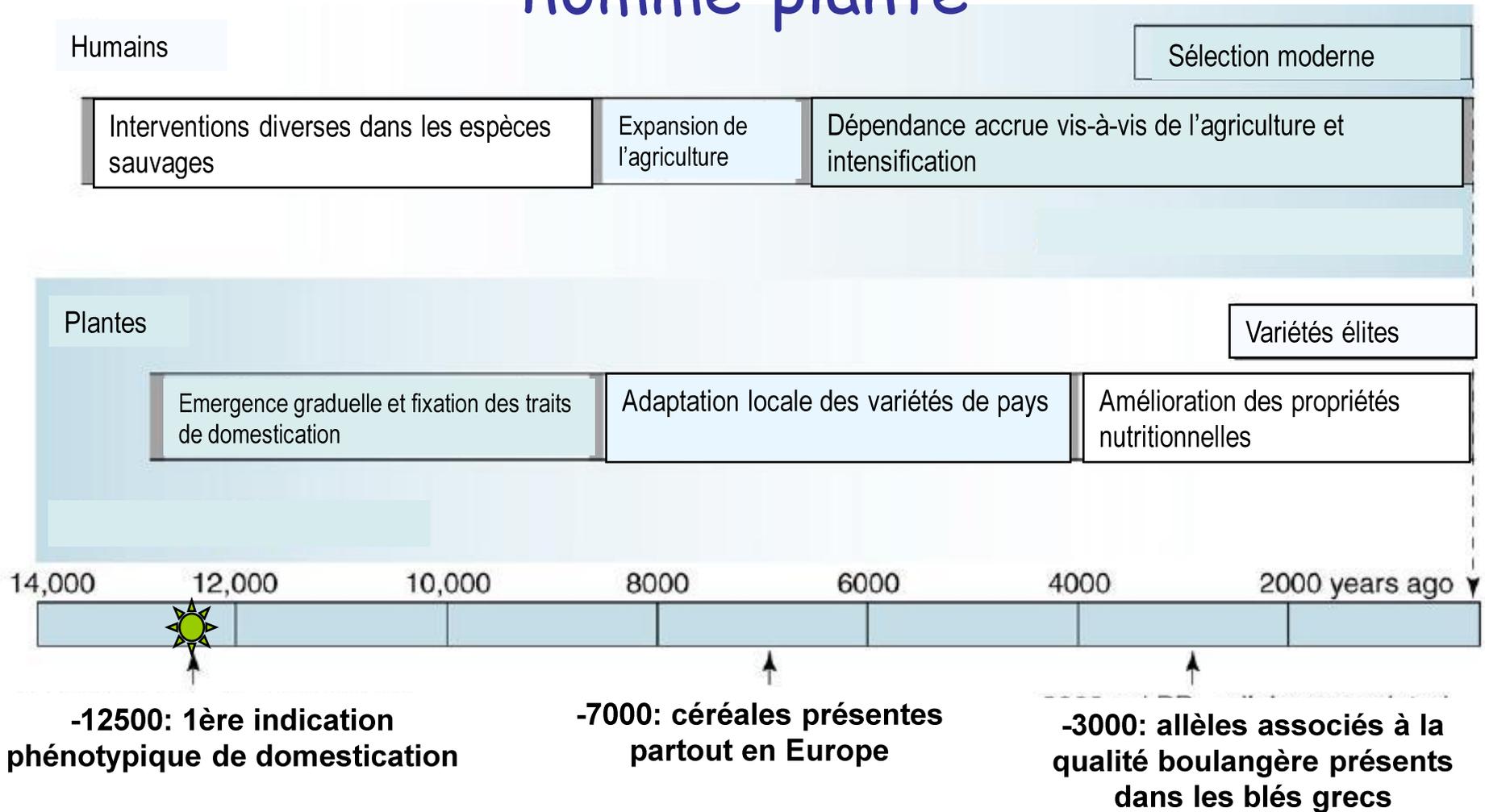
Consulter la licence creative commons complète en français :
<http://creativecommons.org/licences/by-nc-nd/2.0/fr/>

Plan

- De la domestication à la création variétale du 20^{ème} siècle
- Mécanismes génétiques et création variétale
- Aspects réglementaires

- De la domestication à la création
variétale du 20^{ème} siècle -

L'histoire des céréales: une co-évolution homme- plante



La domestication est maintenant vue comme une série d'évènements distincts se produisant à différents moments et différents endroits plutôt qu'une unique « révolution »

Brown et al. TREE 2010

La domestication:

Modification des caractéristiques phénotypiques ou du comportement d'une espèce sauvage (animale/végétale) pour l'adapter aux besoins de l'homme.

La plus ancienne domestication connue:



Canis lupus



-15000 à
-30000 BC



Canis lupus familiaris

La domestication des plantes

- Syndrome de domestication des céréales:

- Grain non caduque
- Grain non vêtu
- Augmentation de la taille des fruits
- Augmentation du rapport fruit/végétation
- Synchronisation de la fructification

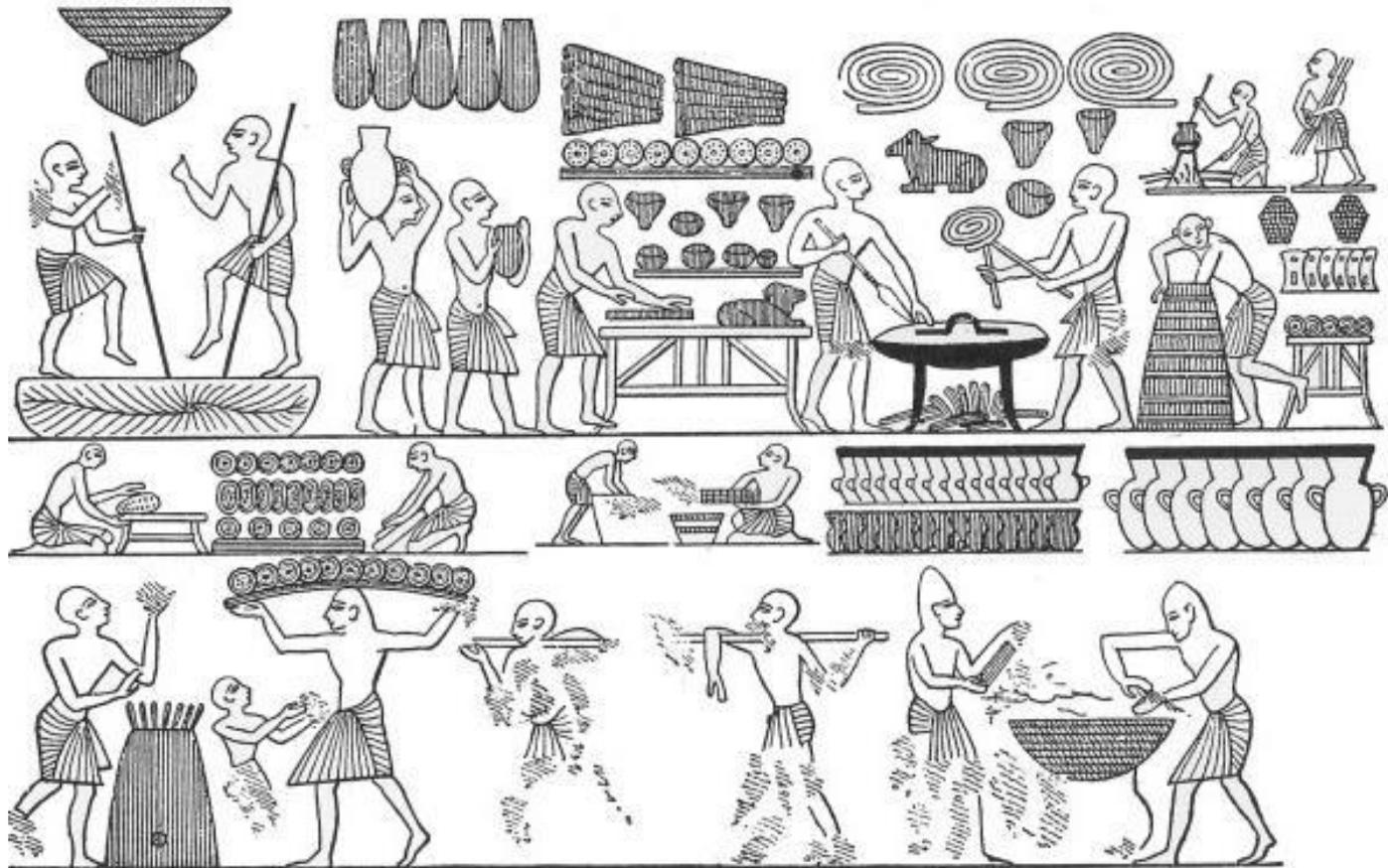


- Effet de la domestication sur la feuille de manioc



Feuilles de manioc sauvage (à gauche) et de manioc domestiqué (à droite).

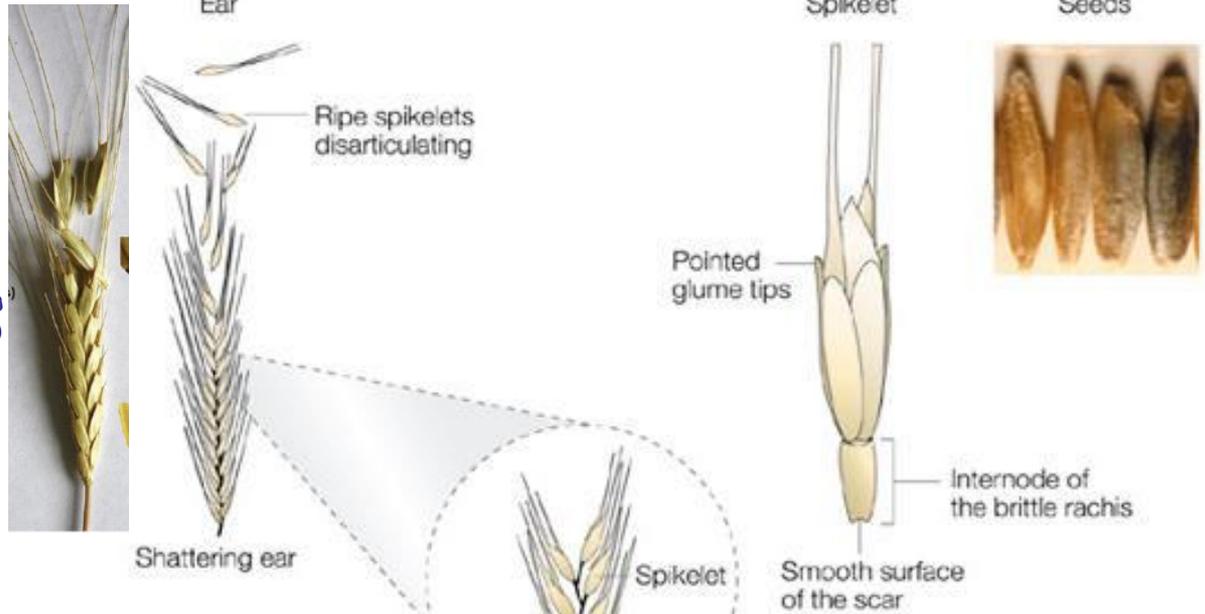
Égypte ancienne: un traitement fastidieux des récoltes



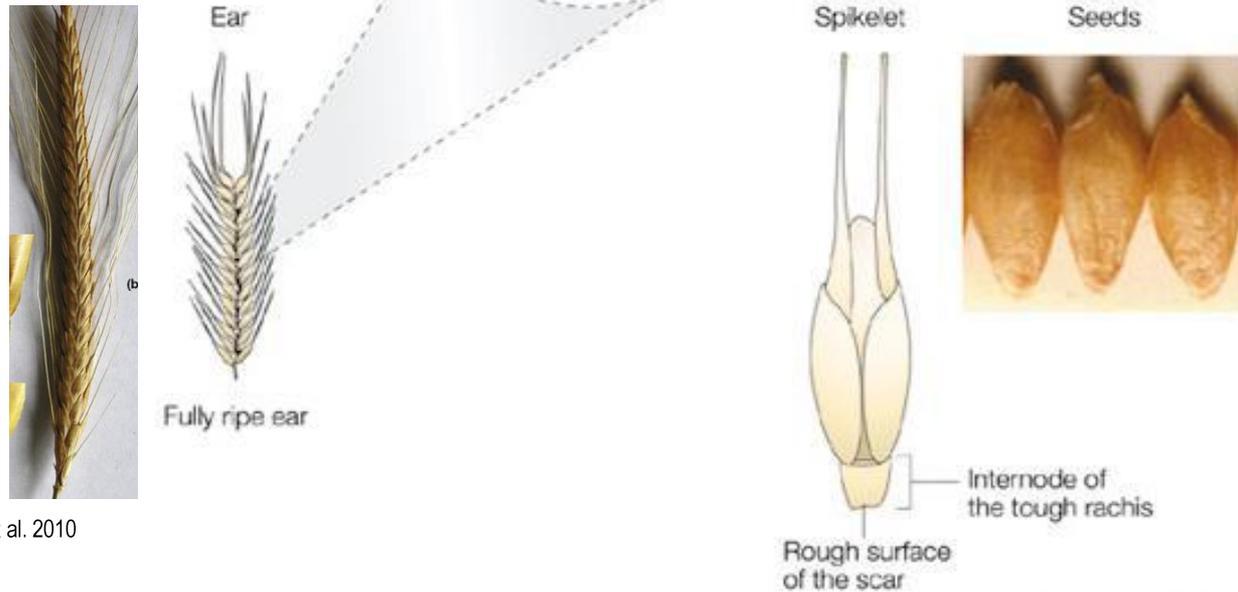
Le syndrome de domestication chez les céréales

- perte de caducité
- enveloppes non adhérentes
- taille du grain

Blé sauvage (*T. beoticum*)



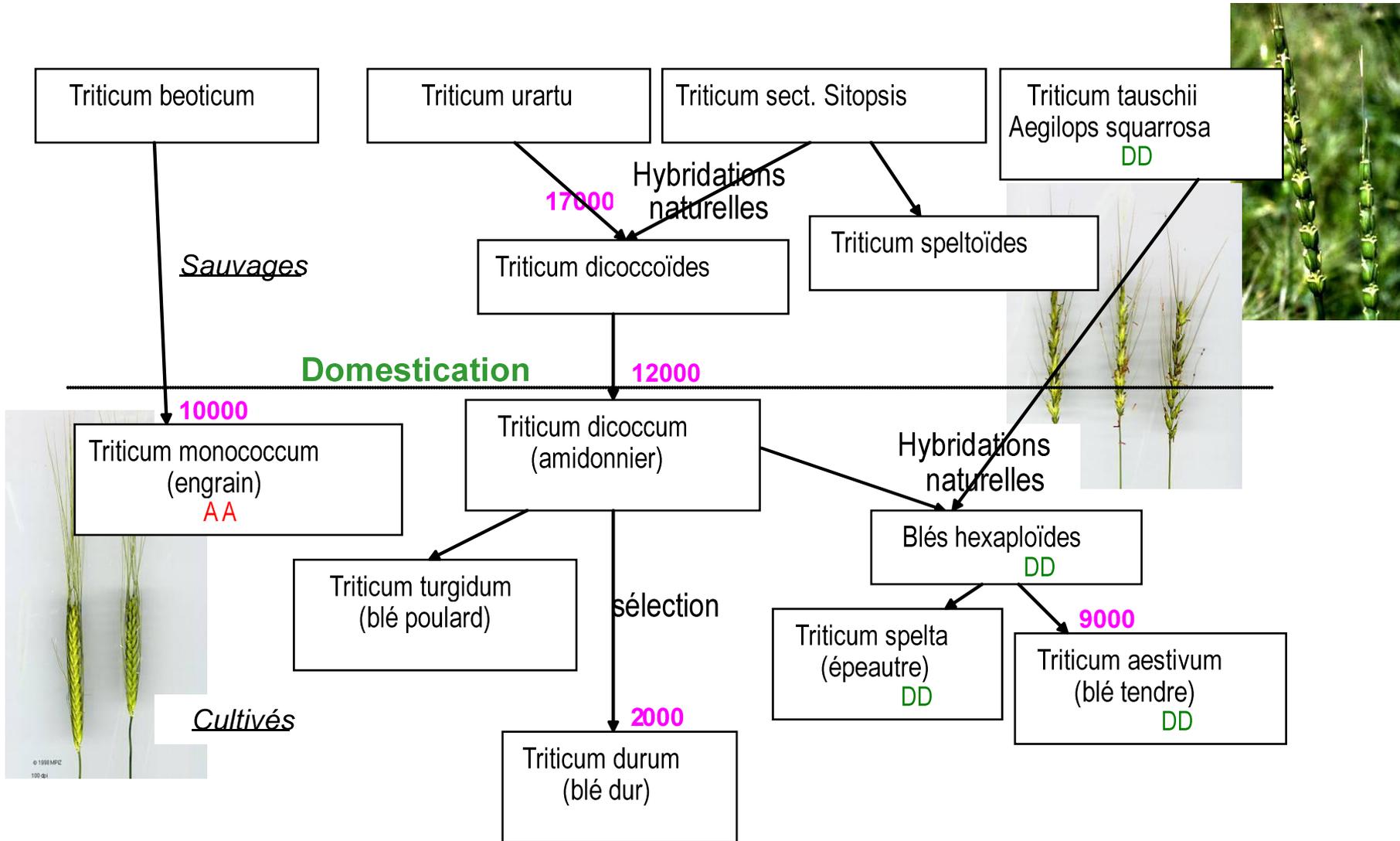
Blé domestiqué (*T. monoccocum*)



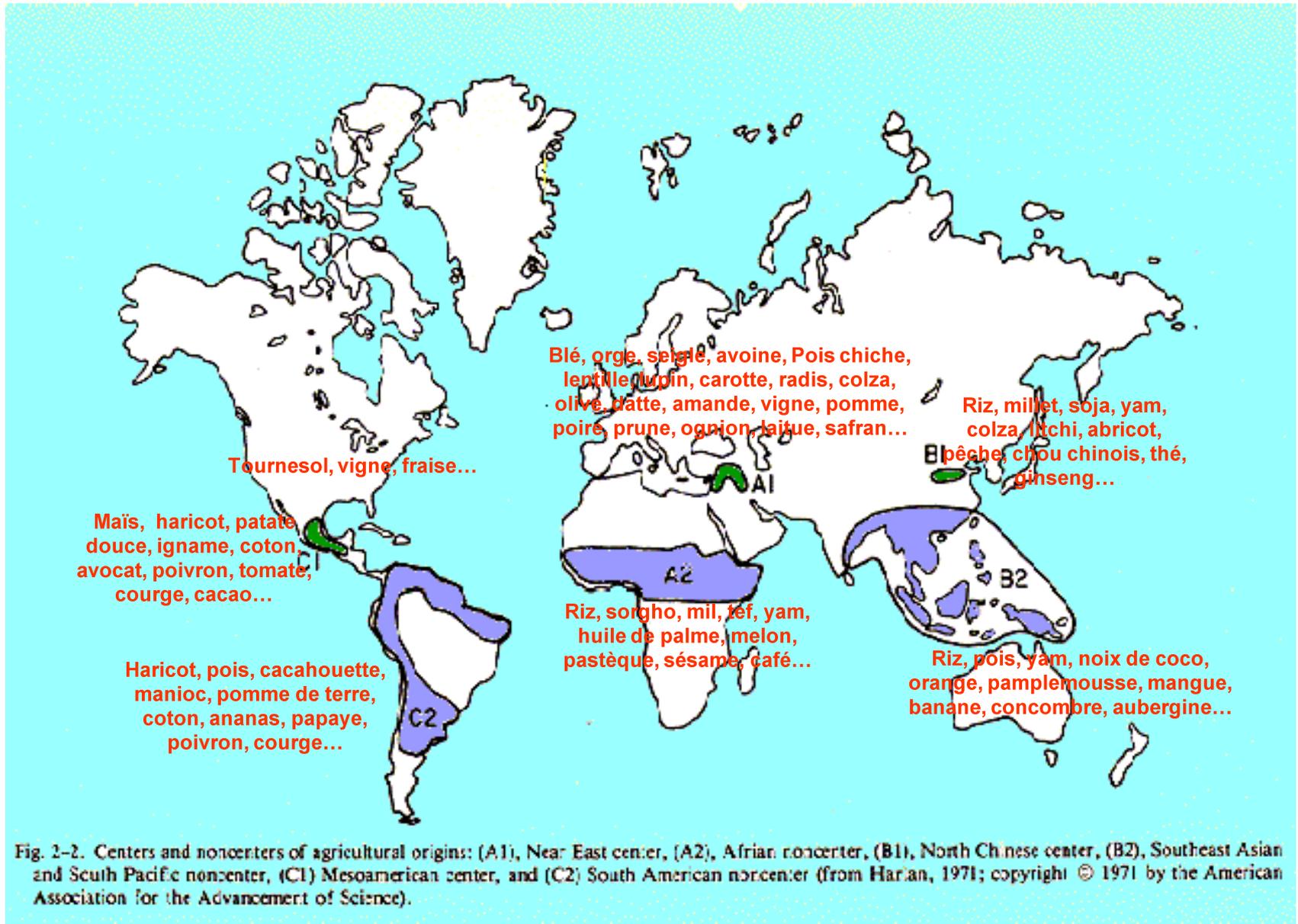
from Brown et al. 2010

Salamini et al. 2002

Origines des Blés



Centres d'origine des espèces cultivées



Origine et diffusion de *Triticum turgidum*



La précocité de floraison du blé, un exemple d'adaptation aux conditions climatiques

- Trois déterminants de la précocité:

- Sensibilité à la vernalisation
- Sensibilité à la photopériode
- Précocité intrinsèque

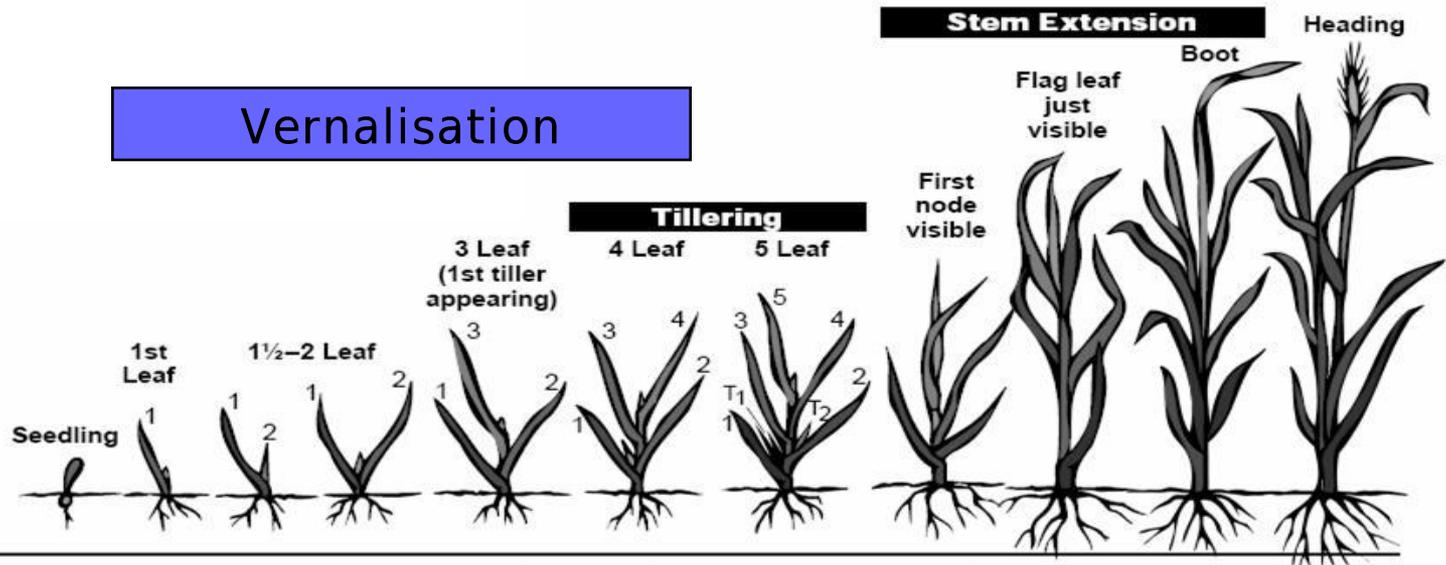


- Blé d'hiver
- Blé de printemps

Précocité intrinsèque

Photopériode

Vernalisation



Early Planting (days)	7-8	14-16	20-22	26-28	31-33	34-36	44	53	58
Late Planting (days)	6-7	11-13	16-18	21-23	25-27	28-31	38	45	49
Growing Degree Day* (units)	72	144-215	358	501	644	715	1075	1359	1500

Sensibilité à la photopériode dans les landraces d'orge



● Sensible à la photopériode

● Insensible à la photopériode

Diffusion de l'agriculture, migrations humaines, dispersion des variétés, adaptation

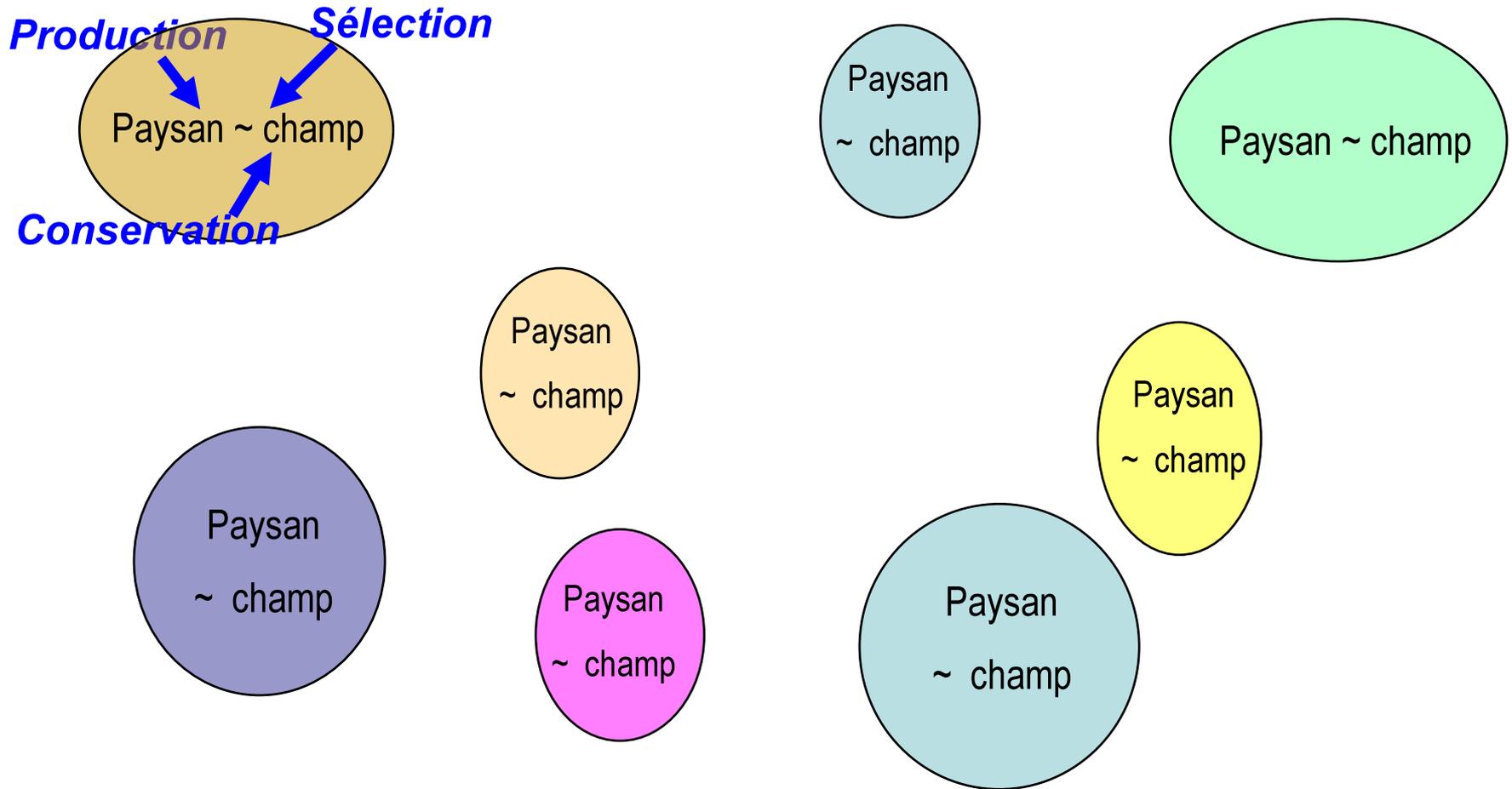
- Jusqu'au début du XXème siècle:

=> Variétés locales ou populations de pays cultivées par les paysans:

- adaptées à l'environnement (climat, parasites, sol,...) et aux pratiques de culture,
- sélectionnées par les paysans pour des caractères morphologiques,
- échanges de graines entre paysans.

Production - Sélection/création - Conservation

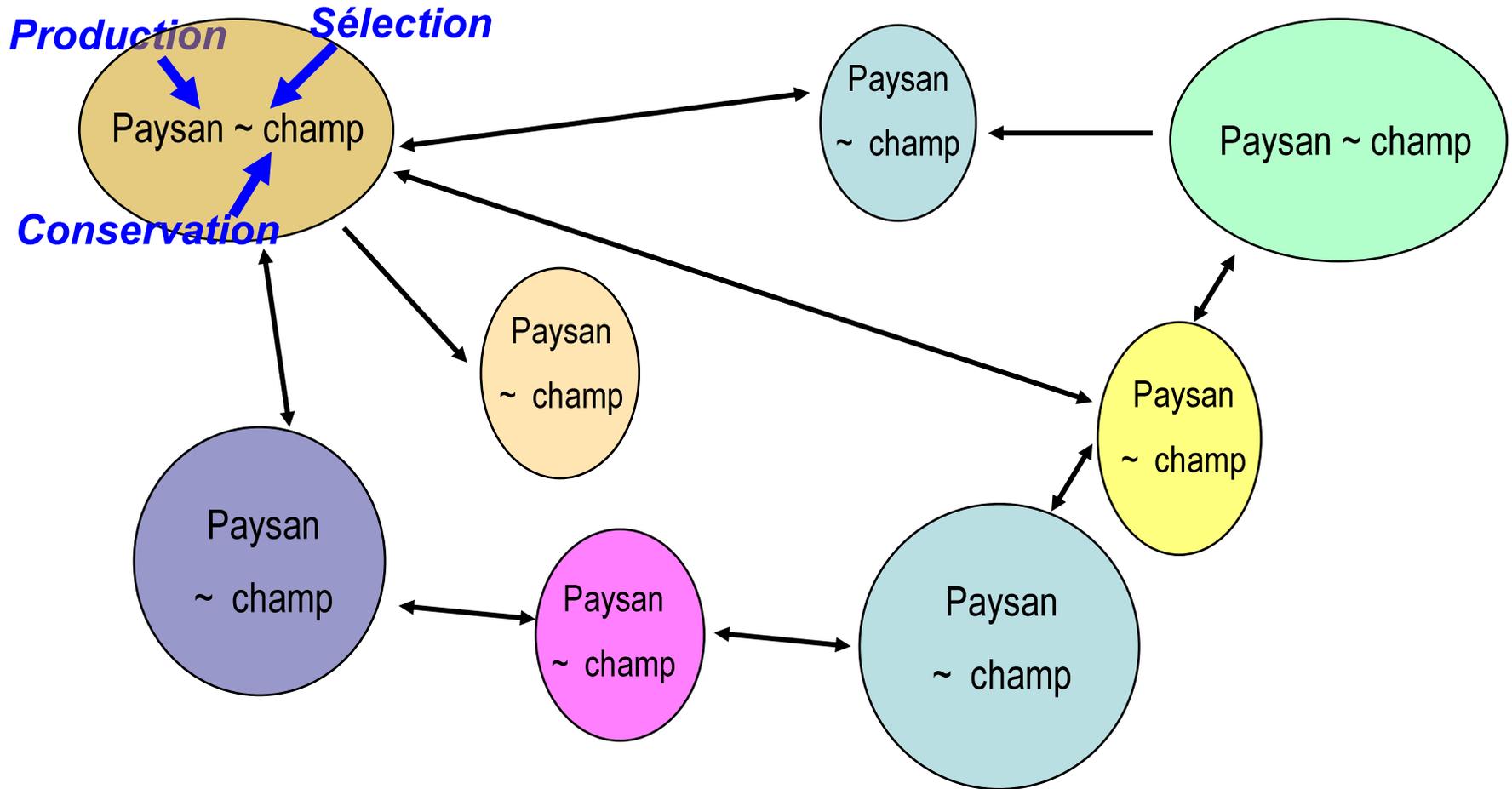
Gestion paysanne en metapopulation



Des populations de tailles et de compositions génétiques variables dans des environnements différents avec des pratiques paysannes différentes

Production - Sélection/création - Conservation

Gestion paysanne en metapopulation

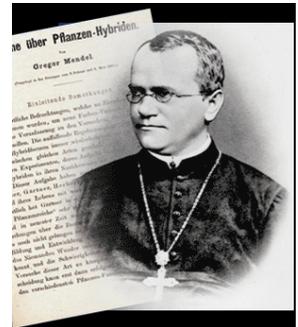


Des échanges génétiques complexes entre populations liés aux pratiques paysannes d'échanges de semences

Révolution industrielle et évolution de la sélection variétale

- Le début de la sélection:

- Spécialisation de certains agriculteurs en sélectionneurs. Premières expériences de sélection massale consciente : betterave de Vilmorin et variété de seigle de Schlanstedt (1866)
- Intensité de la sélection accrue par la découverte des lois de l'hérédité (redécouverte des lois de Mendel)
- Distribution des nouvelles variétés aux autres agriculteurs, remplacement des populations de pays par ces variétés améliorées.



Un caractère clé pour les céréales: la hauteur



Introduction des gènes de nanisme



1946: découverte de blé nain au Japon et croisement avec une variété moderne à l'USDA .

1953: Norman Borlaug, sélectionneur CIMMYT les croise avec des blés mexicains résistants à la rouille et créa des milliers de descendants. Trois seulement furent retenus pour créer les blés de la « Révolution verte ».

1968: ils étaient présents en Inde et au Pakistan.

Résumons Au 20ème siècle

(d'après Bonneuil et Thomas, 2009)

- 3 piliers de la modernisation agricole
 - Mécanisation
 - Engrais minéraux et produits phytosanitaires
 - **Amélioration génétique**
- Après guerre, la sélection se professionnalise
 - La lignée pure = la forme la plus parfaite de cultivar
 - La variété qui convient: productive, prédictible
- La réglementation encourage l'adoption des nouvelles variétés:
 - Catalogue Officiel des Obtentions Variétales (--> UPOV)
 - Productivité , "Progrès génétique"
 - Distinction, Uniformité, Stabilité (DHS)
- Innovation « déléguée, fordiste »
 - Spécialisation des tâches et des protagonistes
 - Les agriculteurs sont des usagers finaux

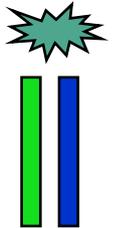
- Mécanismes génétiques et création
variétale -

Régime de reproduction et structure génétique des variétés

Autofécondation: le pollen d'une plante féconde ses propres ovules

Allofécondation: fécondation croisée d'une plante avec ses voisines

Chaque plante a dans son génome un jeu de chromosomes apporté par le pollen, un jeu apporté par l'ovule. A chaque locus (point du génome), une plante a 1 allèle apporté par le pollen, 1 allèle apporté par l'ovule.



Homozygotie: les 2 allèles se trouvant à un locus (point du génome) sont identiques entre eux.

Hétérozygotie: les 2 allèles se trouvant à un locus sont différents l'un de l'autre

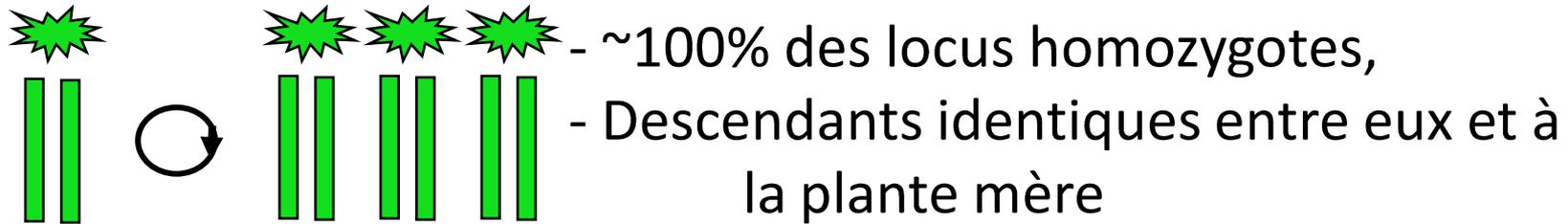
Espèce qui s'autoféconde = *autogame*

Espèce à fécondation croisée / qui s'alloféconde = *allogame*

Régime de reproduction et structure génétique: espèces autogames

Reproduction en Autofécondation:

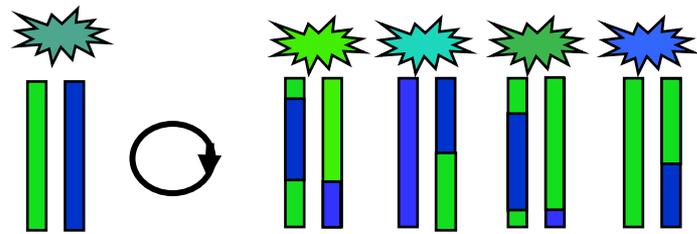
*A partir d'une plante homozygote:



Régime de reproduction et structure génétique: espèces autogames

Reproduction en Autofécondation:

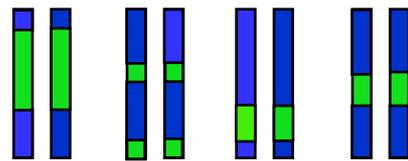
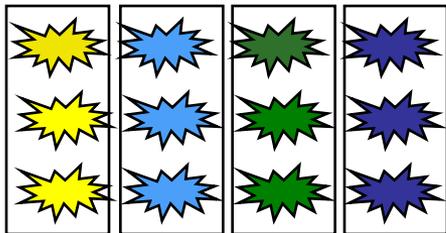
*A partir d'une plante hétérozygote:



-50% des locus de chaque plante
sont homozygotes

- Descendants tous différents entre eux
= ségrégation

Après de nombreuses générations d'autofécondation:



- ~100% des locus homozygotes

- Lignées différentes

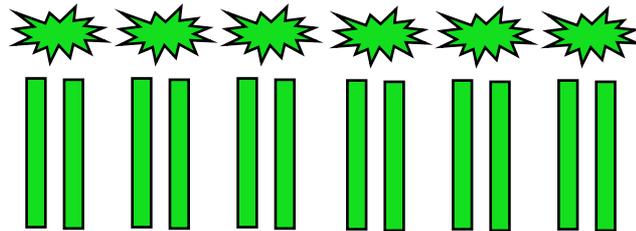
- Les allèles délétères récessifs

sont éliminés

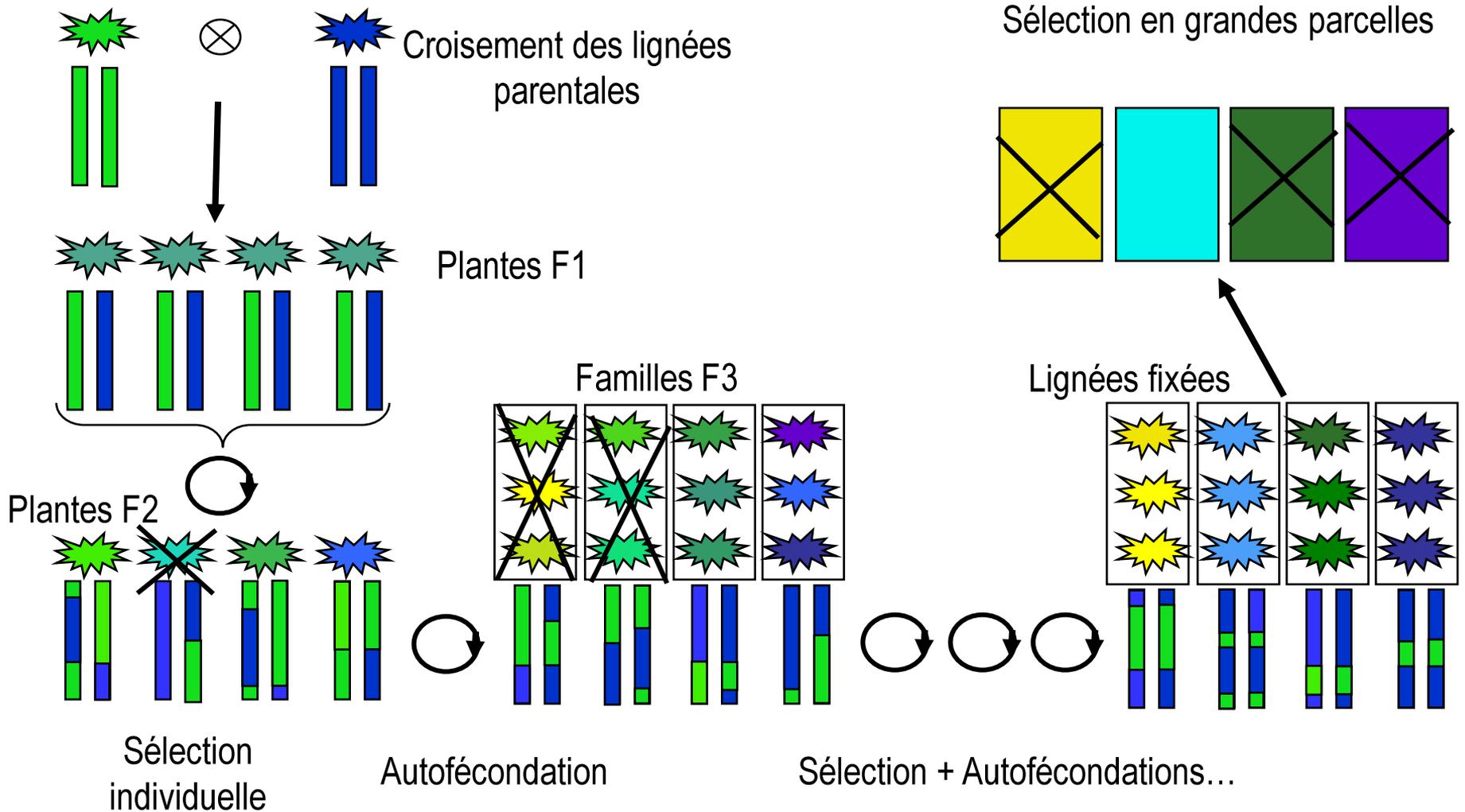
Régime de reproduction et structure génétique: espèces autogames

Type variétal pour les espèces autogames:

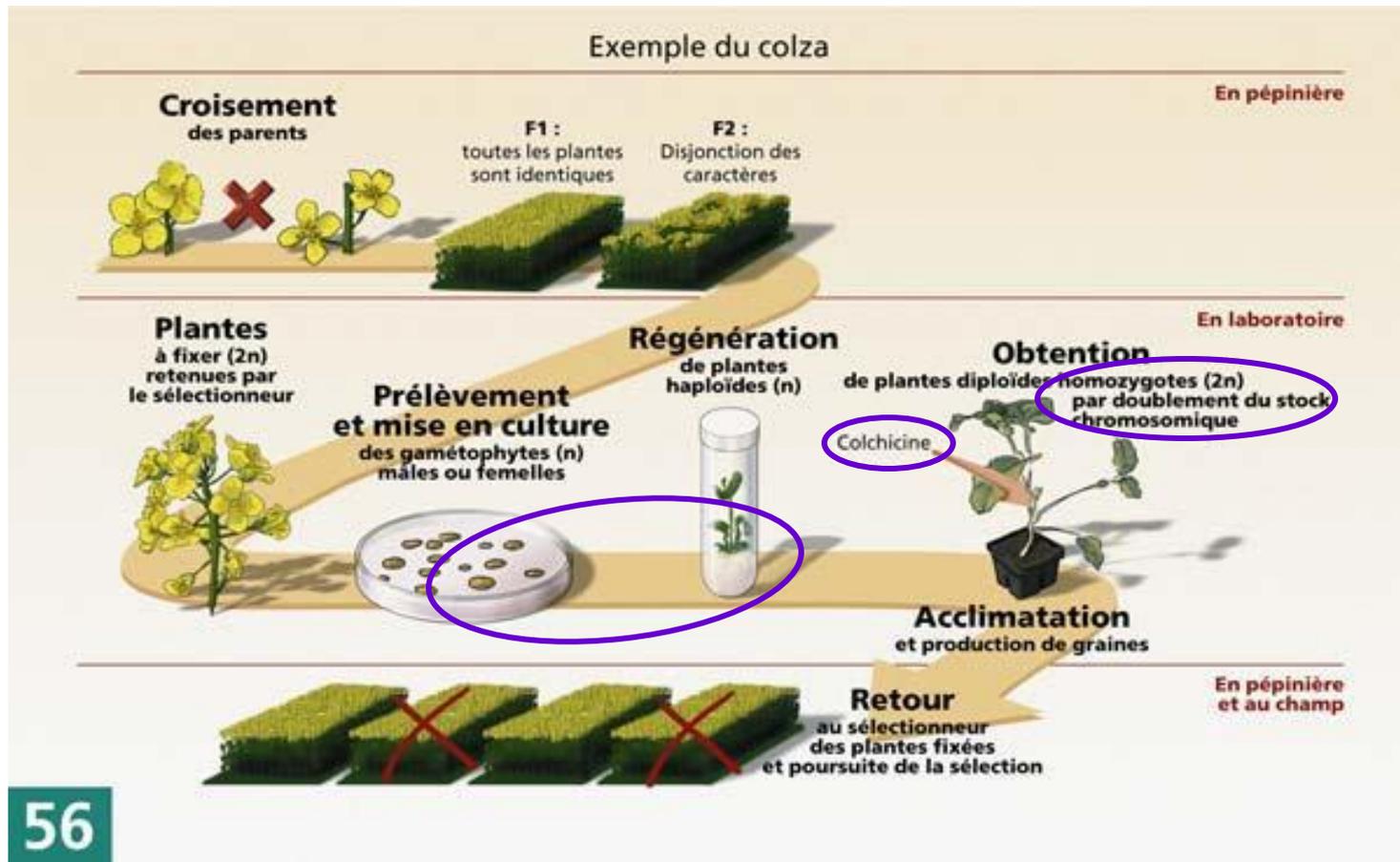
Variété lignée pure = ensemble d'individus homozygotes et identiques entre eux



Sélection généalogique: création de variétés lignées pures

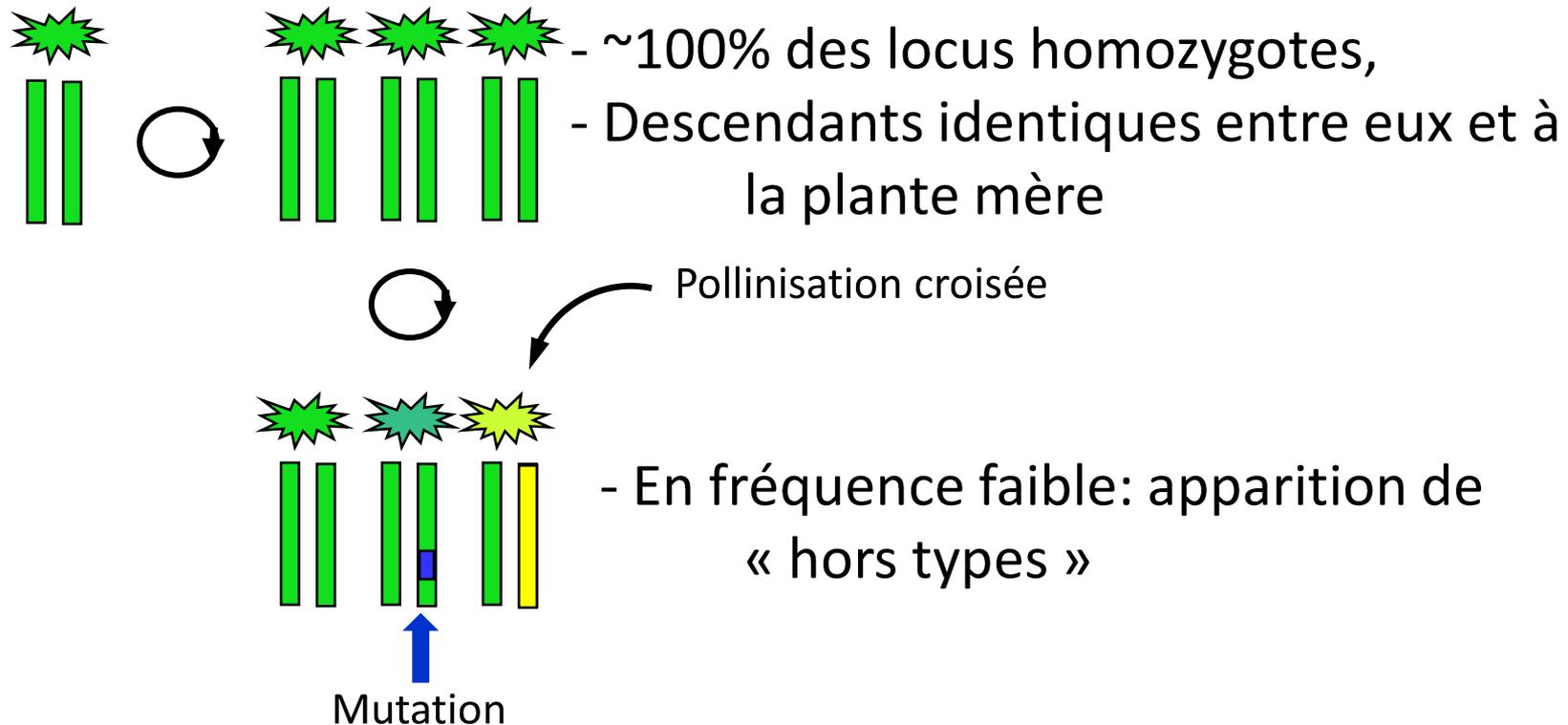


Création de variétés lignées pures: fixation par haplo-diploïdisation



Régime de reproduction et structure génétique: espèces autogames

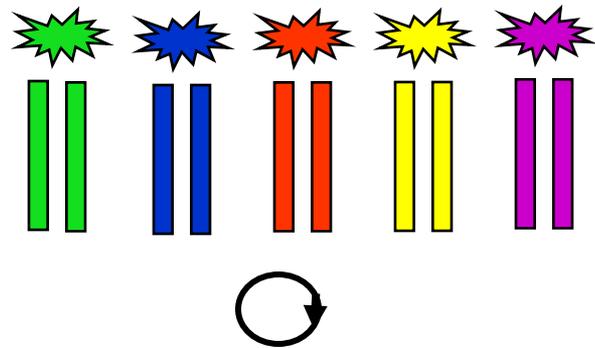
Reproduction à la ferme d'une variété lignée pure:



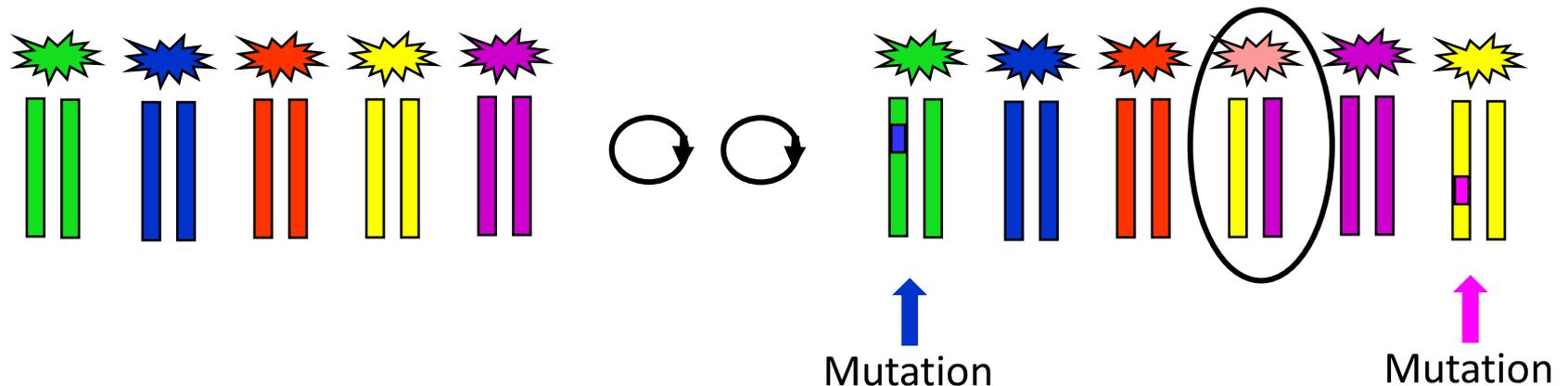
Régime de reproduction et structure génétique: espèces autogames

Reproduction à la ferme d'un mélange de lignées:

*A partir de plantes très différentes:



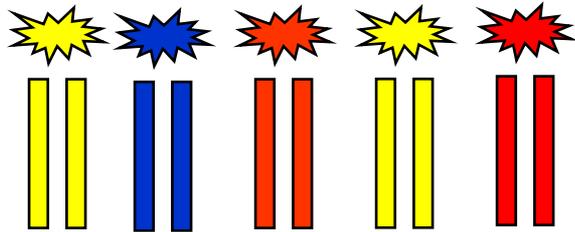
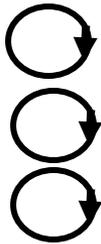
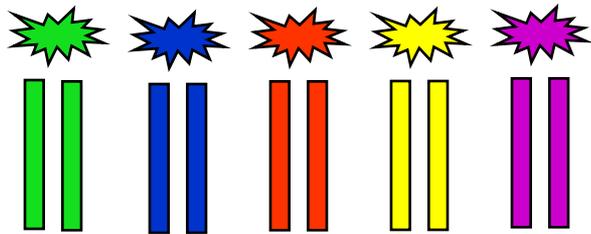
- Principalement autofécondation mais quelques croisements peuvent se produire



Régime de reproduction et structure génétique: espèces autogames

Reproduction à la ferme d'un mélange de lignées:

*A partir de plantes très différentes:

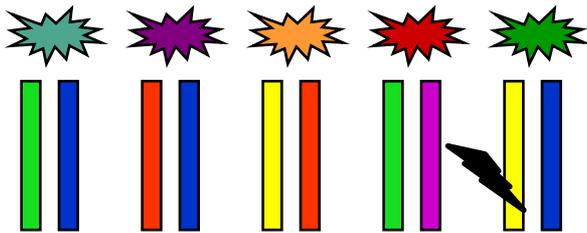


- Effet de la taille de la population:
dérive génétique

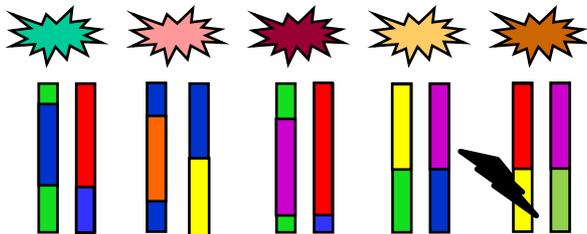
Régime de reproduction et structure génétique: espèces allogames

Reproduction en Allofécondation:

*A partir de plantes très différentes:



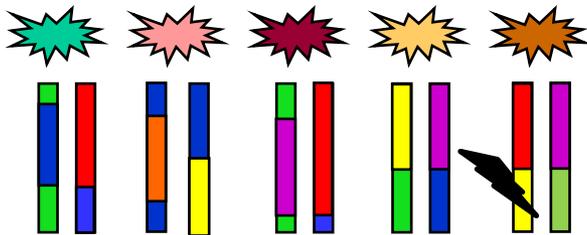
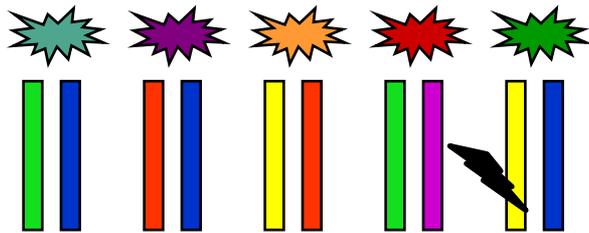
- Des mutations récessives défavorables peuvent se maintenir à l'état hétérozygote



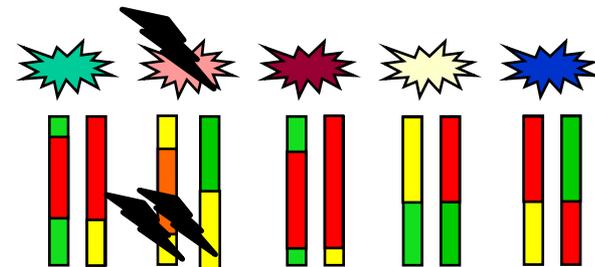
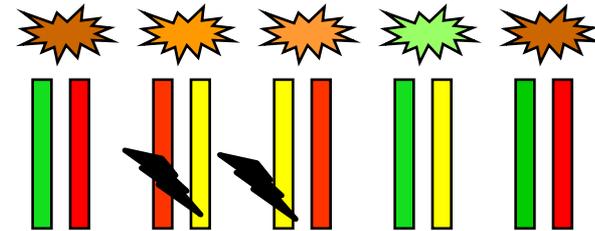
Régime de reproduction et structure génétique: espèces allogames

Reproduction en Allofécondation:

*A partir de plantes très différentes :



*A partir de plantes apparentées :

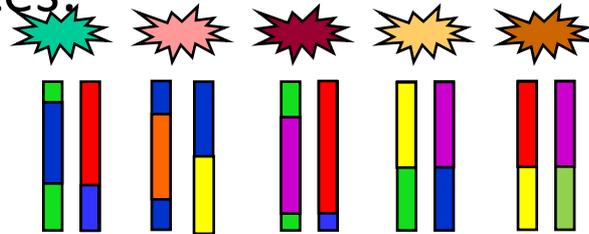


- Des mutation défavorables peuvent se retrouver à l'état homozygote et s'exprimer

Régime de reproduction et structure génétique: espèces allogames

Reproduction en Allofécondation:

*A partir de plantes très différentes;



Beaucoup de diversité, peu d'homozygotie, peu de dépression de consanguinité

* A partir de plantes apparentées:

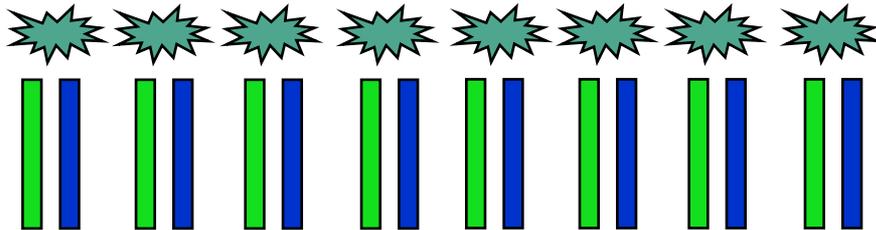


Peu de diversité, risque d'homozygotie, risque de dépression de consanguinité.

Régime de reproduction et structure génétique: espèces allogames

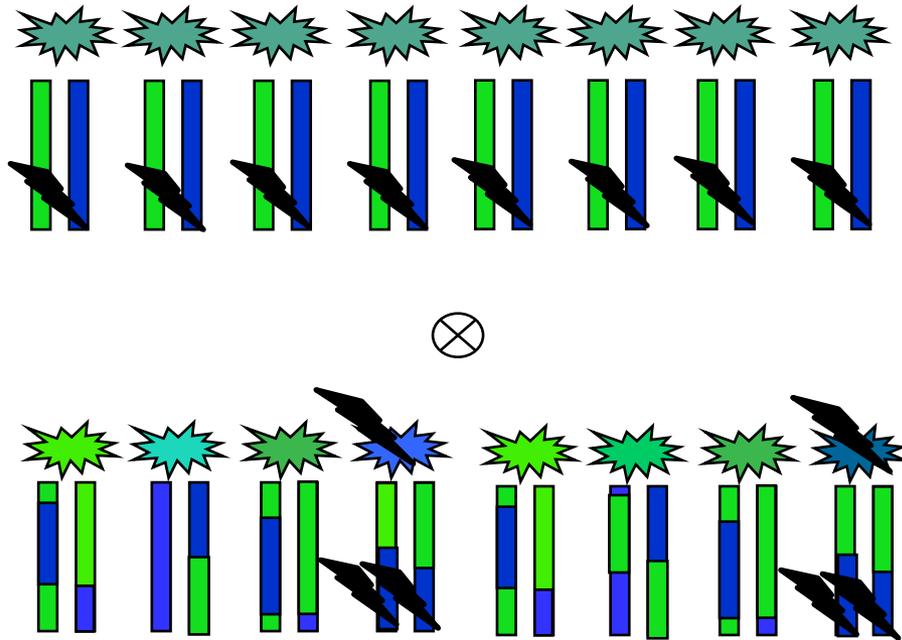
Type variétal pour les espèces allogames:

Variété hybrides F1 = ensemble d'individus hétérozygotes et identiques entre eux

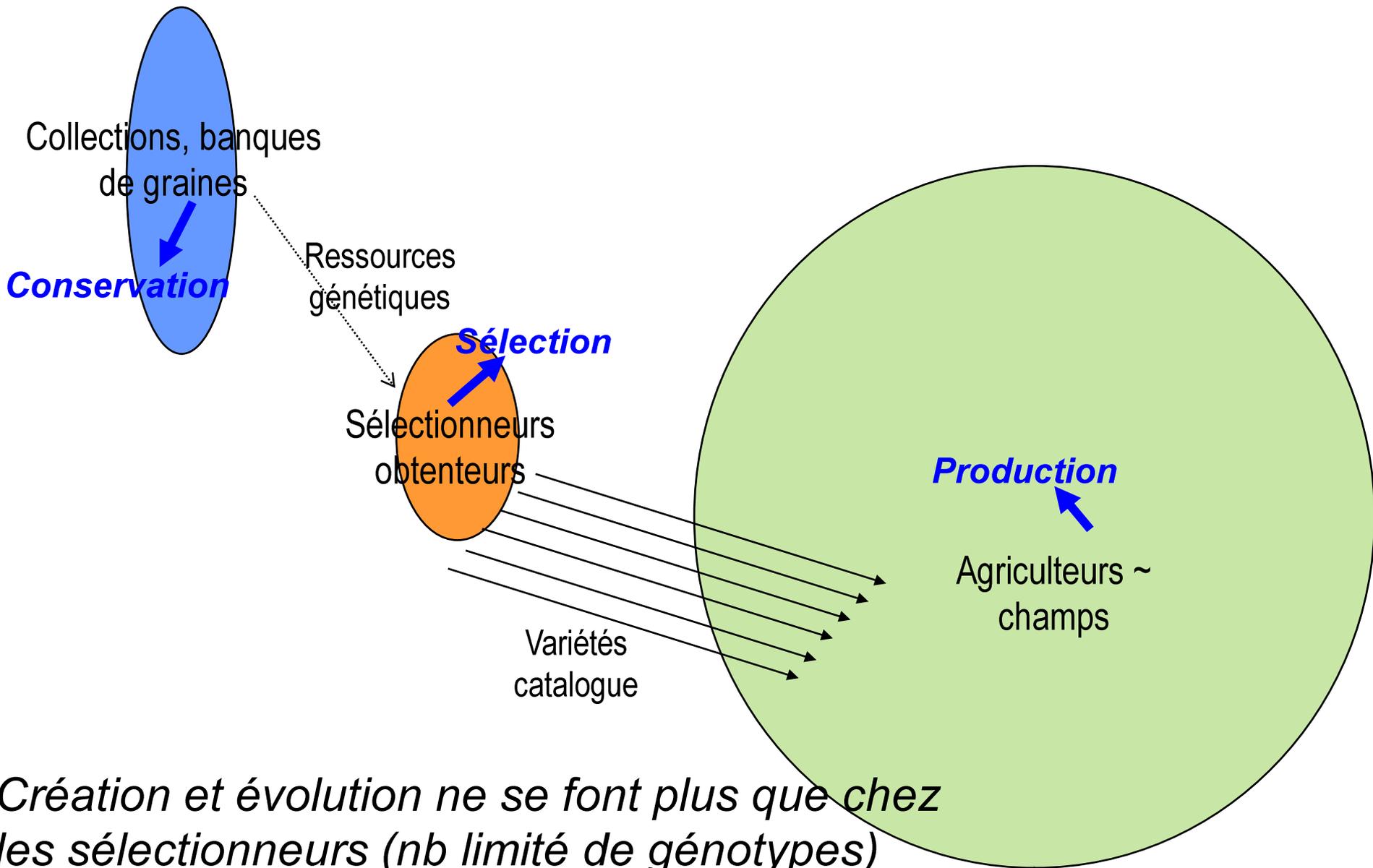


Régime de reproduction et structure génétique: espèces allogames

Reproduction à la ferme d'un hybride F1:



Organisation compartimentée



- Aspects réglementaires -

Réglementation sur les semences: un peu d'histoire *(Bonneuil et al. 2006)*

- Premières mesures dans les années **1880-1930**:
 - Développer le marché des semences en garantissant leur qualité marchande (exigences réglementaires sur la pureté et la qualité des semences, registres et catalogue des plantes cultivées, premières commissions de contrôle des semences).
- **1941-1942** (sous Vichy):
 - Création du Groupement national interprofessionnel des semences (**GNIS**) et du Comité technique permanent de la sélection (**CTPS**);
 - les semences et variétés deviennent un objet d'intervention de l'État avec des plans de multiplication de variétés prescrites et la constitution d'un club de sélectionneurs agréés.

Réglementation sur les semences: la mise en place *(Bonneuil et al. 2006)*

- Attribution de cartes professionnelles de sélectionneur ou de multiplicateur
- **Décret du 11 juin 1949**: seules peuvent être commercialisées les semences issues d'une variété inscrite au **Catalogue officiel**
=> Système d'inscription au Catalogue officiel des variétés équivaut à une autorisation de mise sur le marché.
- Normes **DHS** Distinction, Homogénéité, Stabilité exigées par le CTPS pour la mise sur le marché d'une variété.
- Norme de « Valeur agronomique et technologique » (**VAT**) va constituer un instrument national de construction de la qualité, de pilotage du « progrès génétique ».

Réglementation sur les semences: la mise en place *(Bonneuil et al. 2006)*

- Ces normes **DHS**, vont constituer le support d'un dispositif de **propriété intellectuelle** sur les variétés, en constituant une épreuve de nouveauté sur laquelle appuyer une protection par le **Certificat d'Obtention Végétale (COV)**, obligeant tout multiplicateur ou distributeur d'une variété à payer des droits de licence à son obtenteur.
- En **1961**, à l'initiative de la France et de Jean Bustarret, la convention de Paris consacre le **COV** comme instrument international => **UPOV**
- Décret du **22 janvier 1960**: recrée *de novo* le Catalogue
=> exclure des variétés inscrites auparavant lorsqu'elles ne répondent plus aux nouveaux critères
- **Entre 1950 et 1980**: au CTPS, les critères majeurs de criblage par l'évaluation **VAT** = le rendement et la « force boulangère ».

Réglementation des semences et droits des paysans

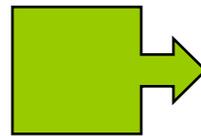
- En **1991**: révision du traité de l'UPOV
 - => **Droits des paysans considérés comme une exception «optionnelle» aux droits des obtenteurs:**
 - Exceptions to the Breeder's Right:**
 - Compulsory exceptions:
 - (i) acts done privately and for non-commercial purposes,
 - (ii) acts done for experimental purposes and
 - (iii) acts done for the purpose of breeding other varieties, and, except where the provisions of [Article 14\(5\)](#) apply, acts referred to in [Article 14\(1\)](#) to [Article 14\(4\)](#) in respect of such other varieties.
 - **Optional exception:**
 - Each Contracting Party may, within reasonable limits and subject to the safeguarding of the legitimate interests of the breeder, restrict the breeder's right in relation to any variety in order to permit farmers to use for propagating purposes, on their own holdings, the product of the harvest which they have obtained by planting, on their own holdings, the protected variety or a variety covered by [Article 14\(5\)\(a\)\(i\)](#) or [Article 14\(5\)\(a\)\(ii\)](#).

Des restrictions aux droits des paysans en matière de semences

- En France:
 - Mise en place de la Contribution Volontaire Obligatoire (**CVO**) sur le Blé tendre: taxe à la vente du grain (remboursée si certificat de semences certifiées)
 - **Dec. 2011**: Loi semences généralisant la CVO à 21 espèces et interdisant l'usage des semences de ferme pour les autres
 - Prime conditionnée à la présentation de certificat de semences certifiées
- Au niveau international:
 - Adhésion de nombreux pays du Sud à **l'UPOV** (Inde, Brésil, etc...) remet en cause les pratiques paysannes traditionnelles de gestion des semences

Uniformisation génétique des paysages agricoles

- La sélection « moderne » (20-21^{ème} siècles) a conduit à une diminution drastique de la diversité cultivée dans les paysages suite à une forte uniformisation génétique intra-variétale, entre les variétés et entre espèces.



Merci de votre attention !



Blés, ferme Florent Mercier, 2011

Réglementation sur les semences: un peu d'histoire *(Bonneuil et al. 2006)*

- Un paradigme fixiste de la variété:

La **variété homogène et stable** est vue comme l'unité naturelle de la génétique végétale.

Bustarret (**1944**) propose de définir la variété « du point de vue du phytotechnicien et de l'agronome »

Ce concept de variété découle du mode d'obtention :

- la sélection généalogique => variétés lignées pures et hybrides F1,
- la reproduction végétative => variétés-clones ,
- la sélection naturelle et massale => variétés-populations,

L'homogénéité est garante de la **prévisibilité** et de la **stabilité** de la valeur agronomique et technologique d'une variété.

Pratiques traditionnelles de gestion à la ferme dans les pays du Sud

- Les pratiques traditionnelles des paysans des pays du Sud **contribuent au maintien et au développement de la diversité génétique** (McKey et al 2001; Alvarez et al, 2005; Louette & Smale 2000; Pressoir & Berthaud 2003...) grâce à:
 - Sélection massale et adaptation locale
 - Echanges de semences et mélanges,
 - Croisements naturels,
 - Incorporation de descendance issues de croisements sauvages x cultivés.

Pratiques traditionnelles de sélection du maïs au Mexique (Vallée centrale d'Oaxaca)

(Pressoir & Berthaud 2003)

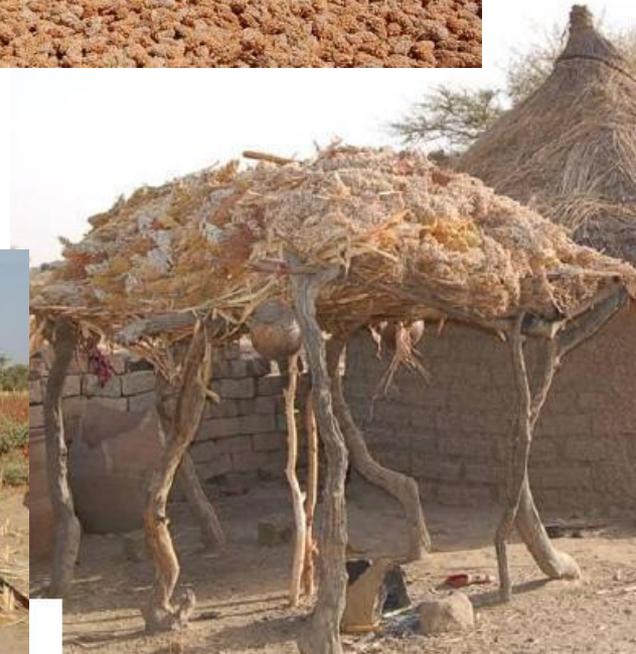


Photos : J. Berthaud IRD

Gestion paysanne et diversification des espèces cultivées

Gestion paysanne des sorghos repiqués au Cameroun

(Thèse C. Soler 2012)



Introduction contrôlée de plantules issues de graines dans les champs de manioc en Guyane



Cultivateurs en train de désherber le champ
Et plantule issue de graine ayant survécu au
Désherbage du champ.

