

Université de
Mentouri, Constantine1,
Faculté Des Sciences de la Nature
et de la Vie
Département DE Biologie et
Ecologie vegetale

cours de L3 BPV
Module: Amélioration
génétique des plantes

**Préparer par: Dr HAMMOUDA-
BOUSBIA Dounia**



Chapitre 3: Techniques d'Amélioration génétique des plantes

3-1 la sélection végétale:

Les principes et les étapes de la sélection végétale

Les objectifs de la sélection

3-2 La maîtrise de la reproduction et les techniques en amélioration des plantes

1 Autofécondation
(plantes autogames)

2 L'hybridation
(plantes allogames)

3 Rétrocroisement
(hybrides)

4 Incompatibilités
et stérilité male (isolement
reproductif gamétique)

5-Plantes à multiplication
végétative (clones)

3-1 la sélection végétale:

Les repères historiques de la sélection



Découverte du rôle des organes sexuels chez les végétaux



Visualisation des chromosomes



Mise en application des lois de Mendel sur l'hérédité



Découverte de la totipotence des cellules végétales



Découverte de l'intérêt des hybrides sur le maïs



Description de la structure en double hélice de l'ADN



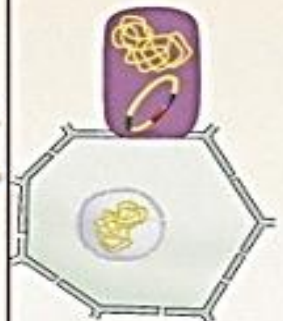
Découverte du code génétique



Découverte des enzymes de restriction



Découverte du transfert de gènes par des agrobactéries



3-1 la sélection végétale: (principes et étapes)

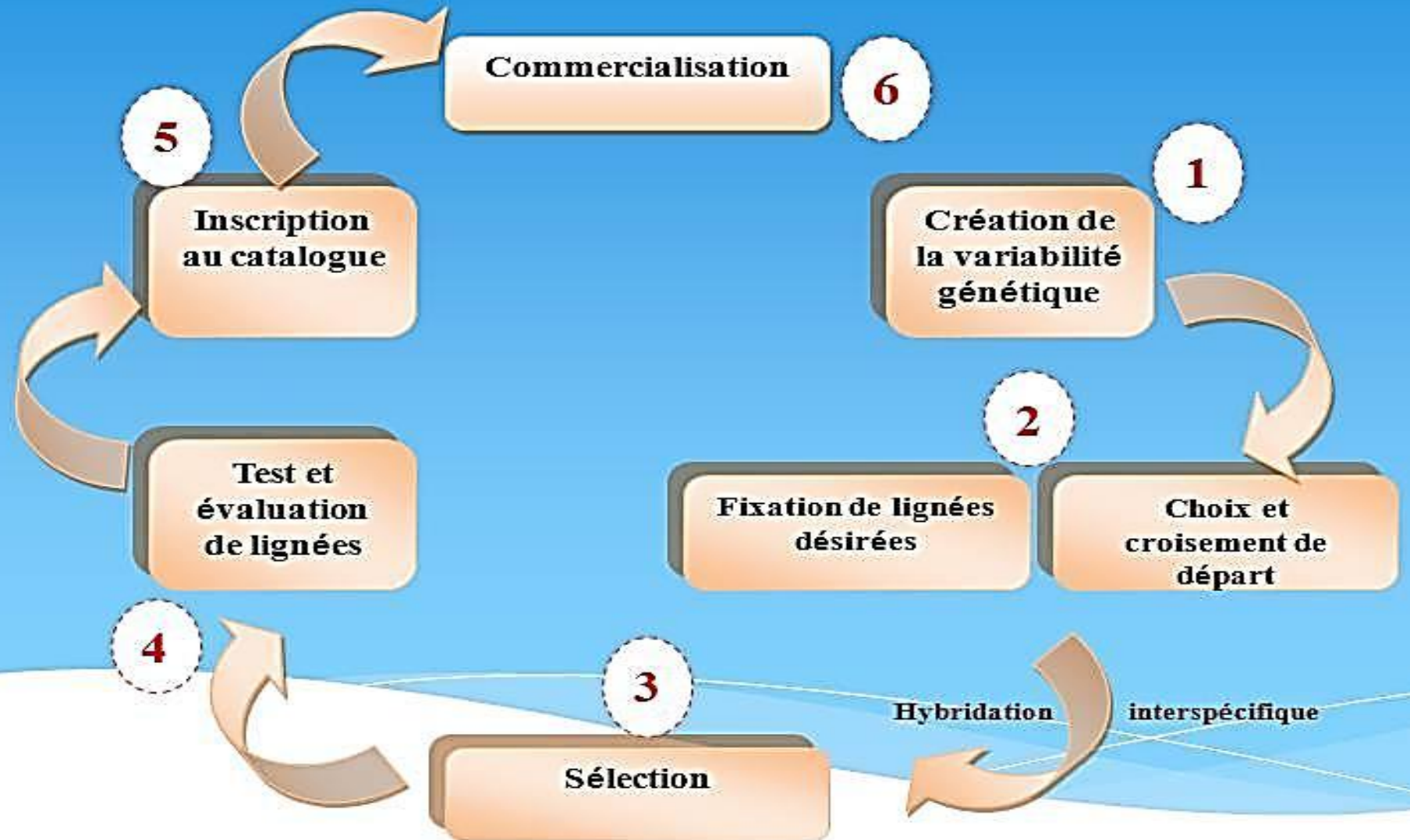
Comment et pourquoi les chercheurs font évoluer l'herbe Dans la nature ???, **il existe souvent une plante sauvage qui peut améliorer l'espèce cultivée. (domestication, sélection)..**



Diversité
existante



Les étapes de la sélection



Les objectifs de la sélection

- a/** La création variétale génotypique et phénotypique, et donc l'augmentation de la biodiversité.
- b/** L'amélioration de la production quantitative et qualitative de la plante.
- c/** Favoriser la croissance, la précocité, la fécondité et la fertilité des plantes.
- d/** L'augmentation de la résistance des plantes aux maladies, aux parasites, aux herbicides et aux ravageurs.
- e/** L'adaptation des plantes au changement pédoclimatiques et aux milieux défavorables.
- f/** stabiliser la sécurité alimentaire



- sélection massale :

Les plantes sont choisies sur la base de leurs **phénotypes supérieurs**, les graines de ces plantes sélectionnées sont mélangées pour former la sélection massale. Cette dernière est semée pour reconduire à la génération suivante.

a) caractéristiques :

- La sélection est basée sur le phénotype ;
- L'efficacité dépend de la capacité du phénotype à refléter le génotype ;
- Elle est efficace pour les caractères à hérédité élevée ;

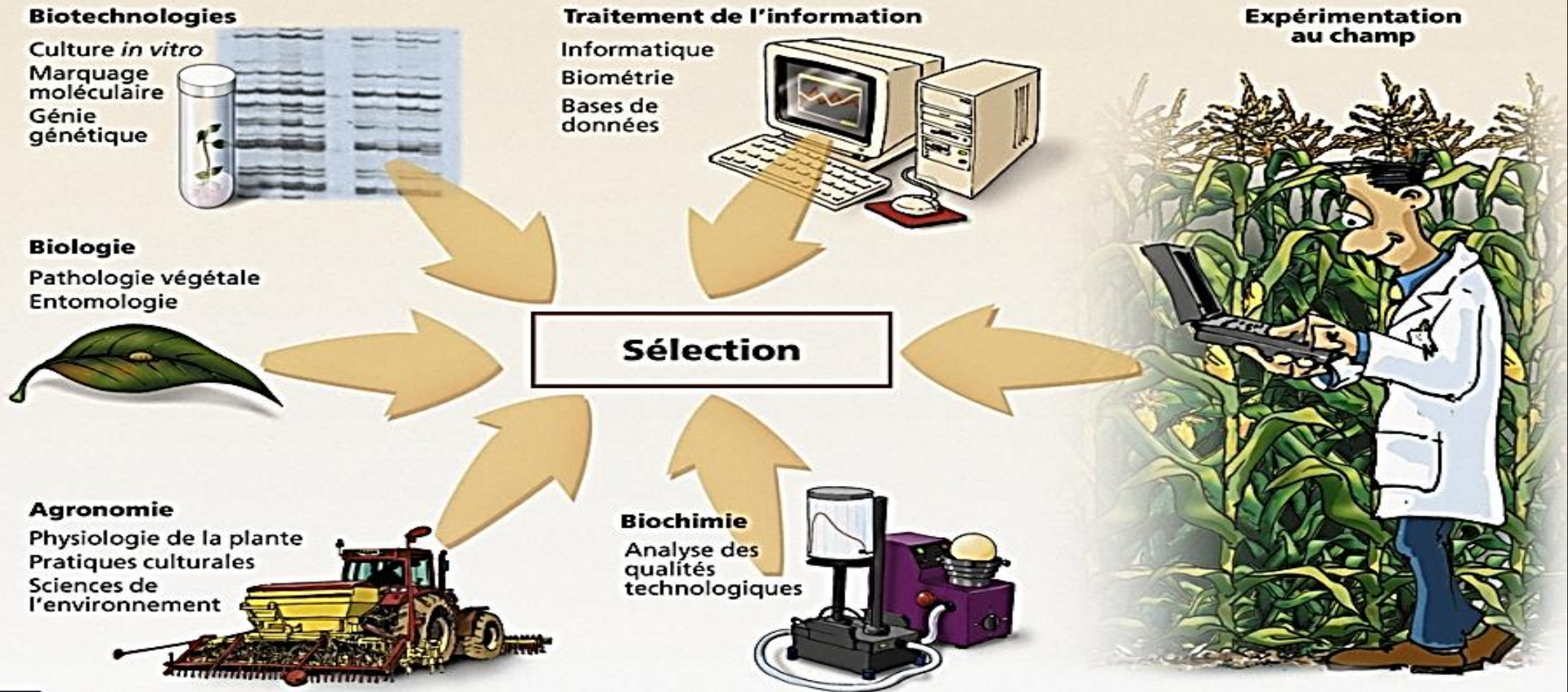
a. Sélection Pedigree (sélection généalogique):

La méthode pedigree (sélection généalogique) permet d'isoler rapidement des traits désirables concernant des caractères à hérédité qualitatives comme la résistance aux maladies, la précocité et la couleur de la graine. Les caractères à hérédité quantitative, en particulier le rendement, sont plus difficiles à évaluer au cours des premières générations (F2 et F3) sur la base d'une plante individuelle

Sélection Bulk :

La méthode bulk est également appelée sélection généalogique différée car dans cette méthode, la sélection a lieu après fixation des lignées. Le nombre de graines retenues pour l'étape suivante d'autofécondation est limité pour des raisons pratiques, mais aucune sélection n'est effectuée à ce niveau. Les **autofécondations sans sélection** sont répétées sur 4 à 5 générations au total, ce qui permet d'obtenir des lignées fixées.

Sélection récurrente

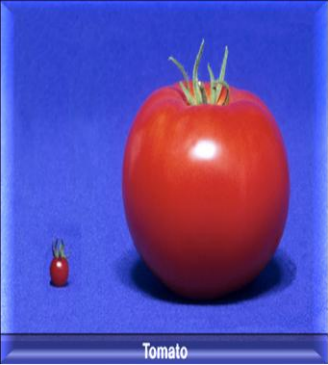


De nombreuses disciplines, les **Biotechnologies**, le traitement de l'information, la biologie, l'agronomie et la biochimie, offrent des outils précieux aux sélectionneurs et permettent d'accroître l'efficacité des **programmes de sélection** (7 ans-25 ans).

3-2 La maîtrise de la reproduction et les techniques en amélioration des plantes

Les modes de **reproduction chez les plantes**

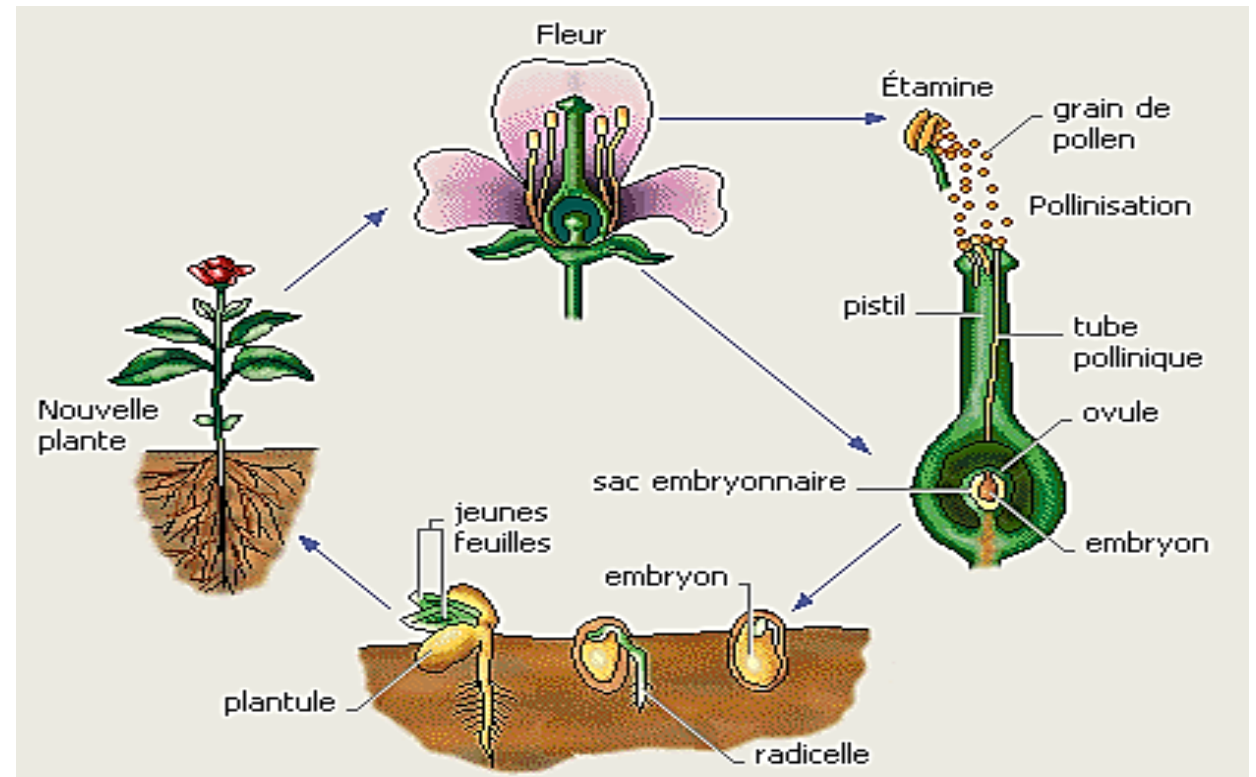
L'application des principes et des techniques d'amélioration dépend beaucoup du mode de reproduction de l'espèce



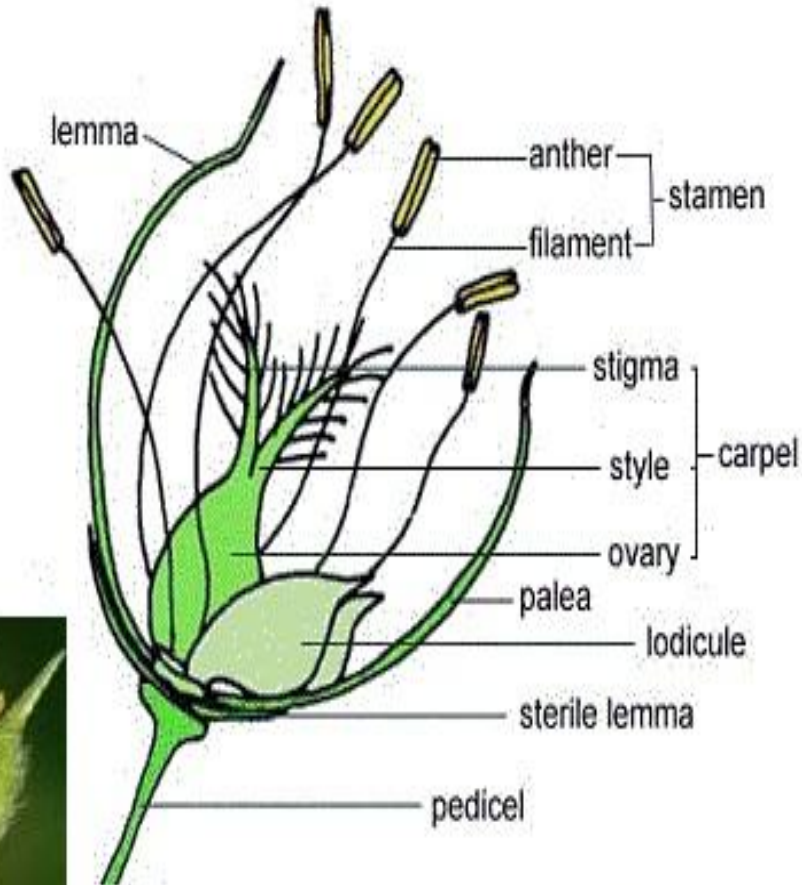
a-Autogamie : * pollinisation directe

c'est un régime de reproduction où un individu issu de la fusion de deux gamètes, provenant toujours du même individu. il s'agit d'une **autofécondation** qui influe sur tout le génome (**individus consanguins**)= **lignées pures**

même patrimoine génétique,
pas de brassage génétique



Avoine, orge, riz, sorgho, colza, coton, haricot, lin, pois, piment, soja, tabac, tomate,



Riz. Cleistogamie

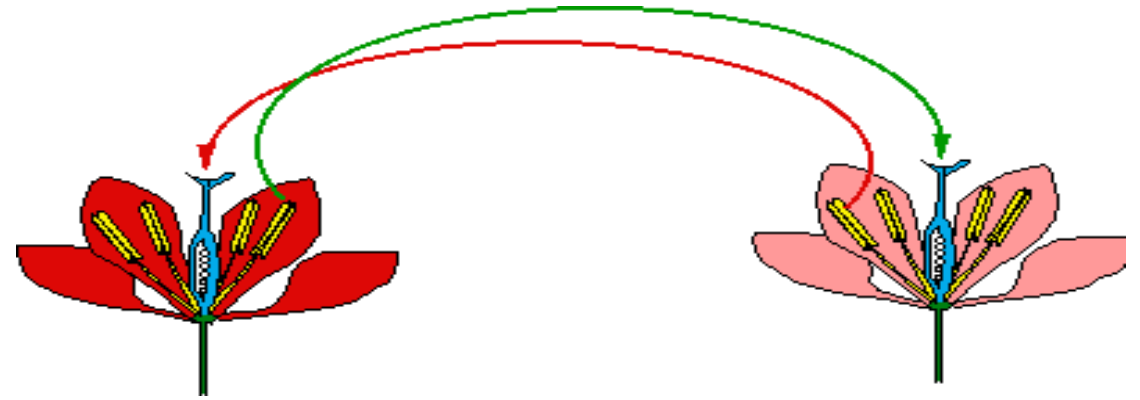
Source:
<http://www-plb.ucdavis.edu>

Chez les plantes autogames, la dispersion du pollen est très faible. La fécondation peut avoir lieu avant même l'ouverture de la fleur. Ces plantes sont dites cléistogames. Cependant, l'autogamie stricte étant rare, il y'a souvent un résidu d'allogamie (de l'ordre de 5% chez le blé)

b-allogamie : pollinisation croisée

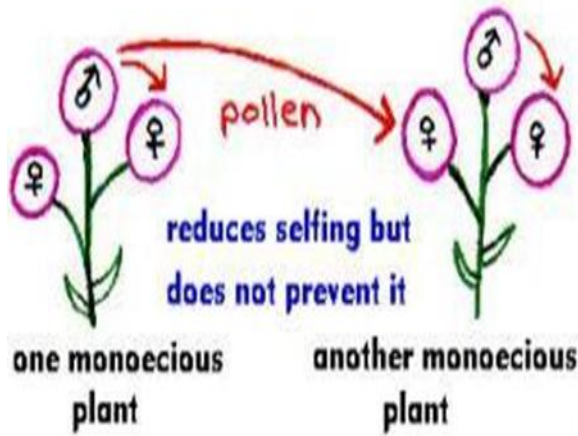
c'est un régime de reproduction où les individus ne peuvent s'accoupler que s'ils ont des **phénotypes différents**, la dispersion du pollen est importante.

La fécondation est croisée. Celle-ci est favorisée par plusieurs mécanismes, dont la monoïque (deux sexes séparés sur la même plante), la dioïque (sexes séparés sur des pieds différents), auto **incompatibilité et compétition pollinique** favorisant le pollen étranger et nécessité d'intervention des insectes.



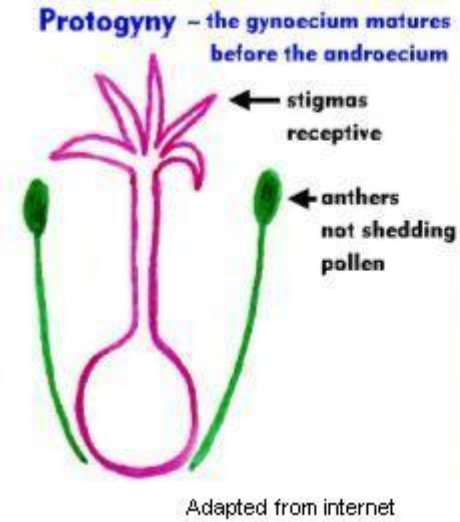
patrimoines génétiques différents, **brassage génétique**

Plants Monoecious (Monoecy)



Adapted from internet

- 1 Charme
- 2 Liquidambar



Magnolia grandiflora

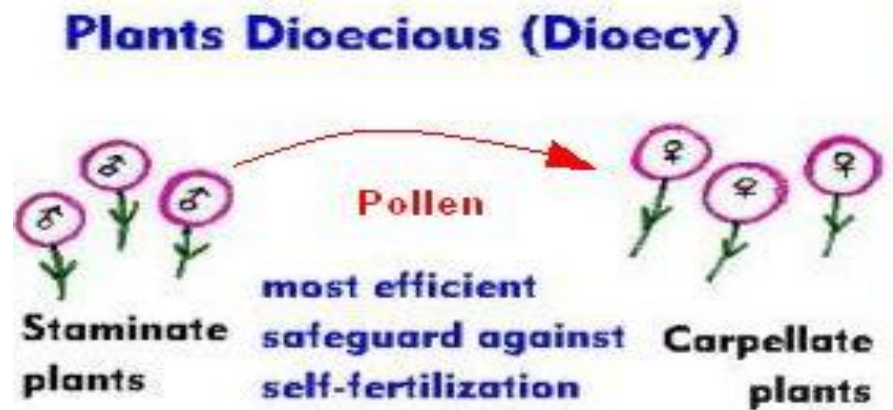
1- Fleurs hermaphrodites et existence de barrières ex: luzerne où il y'a intervention d'un insecte pour le transport du pollen et l'ouverture de la fleur.

2- Fleurs hermaphrodites et séparation des sexes dans le temps : protandrie (ex. carotte), protogynie (ex. avocatier)

3- Monoïcie et séparation des sexes dans l'espace

4- Dioécie et séparation des sexes dans l'espace

5- Stérilité et auto-incompatibilité:

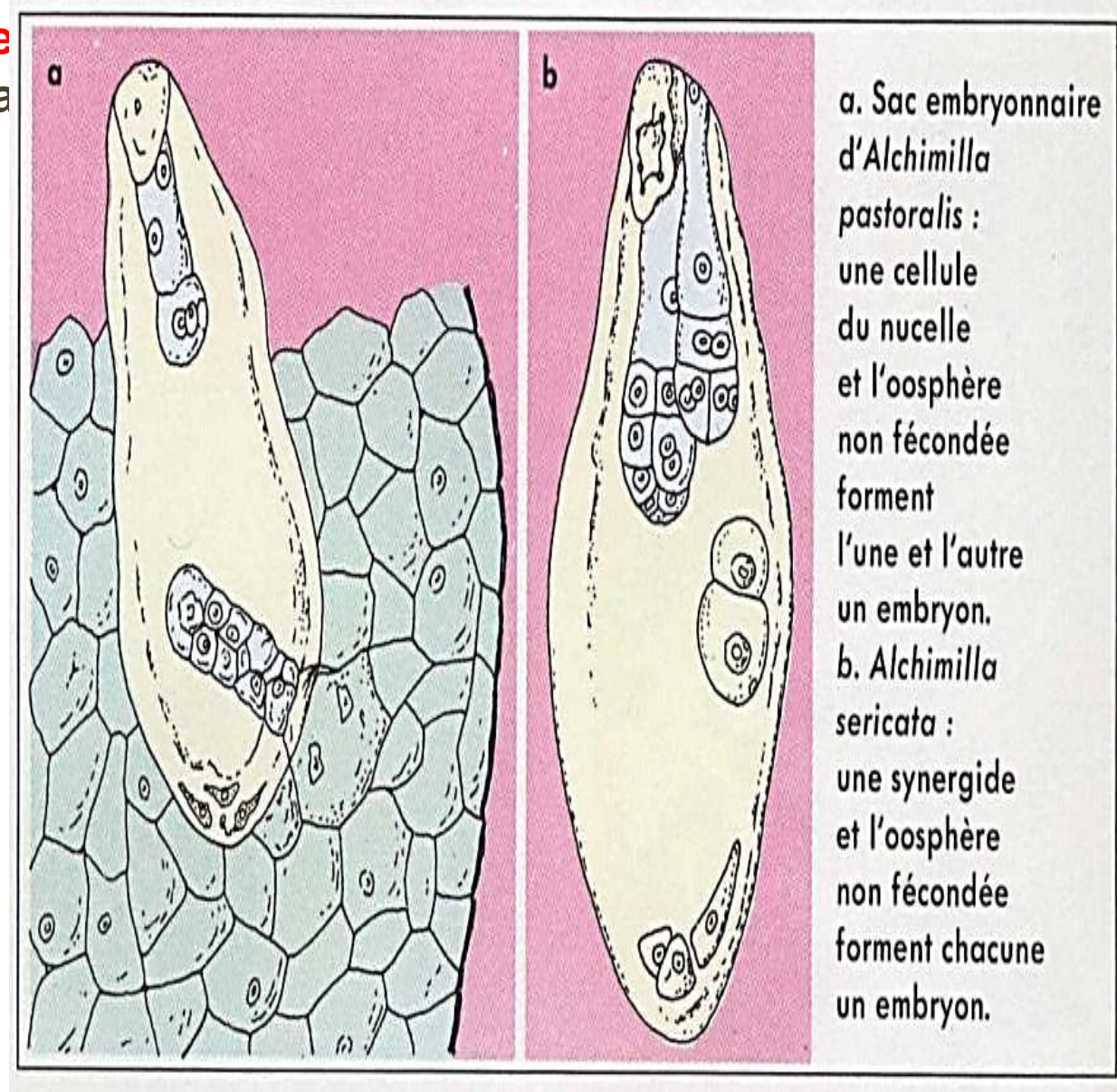
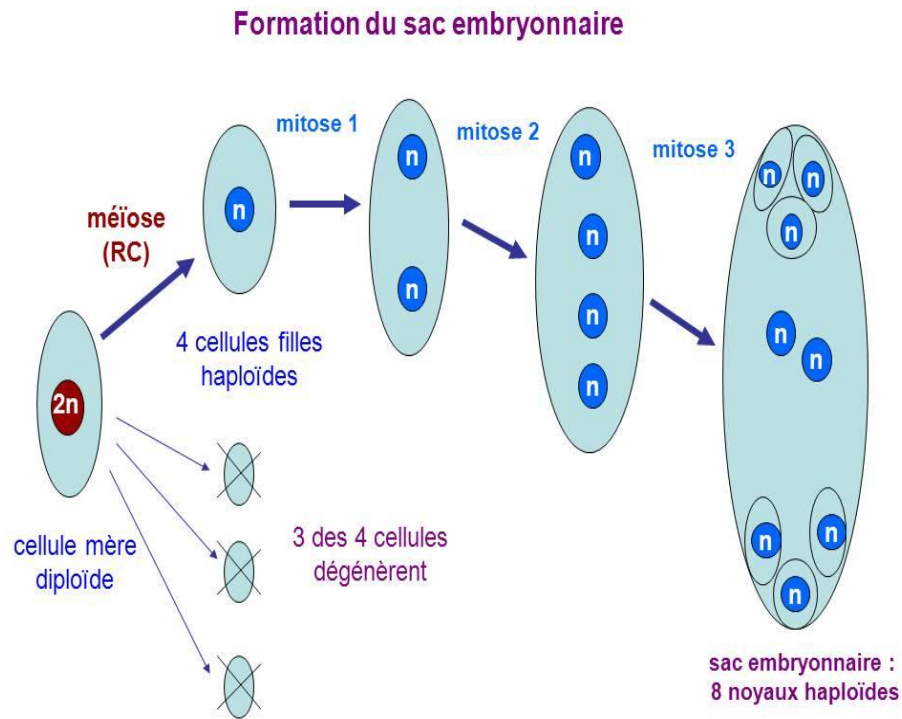


Salix humilis
(Saule)

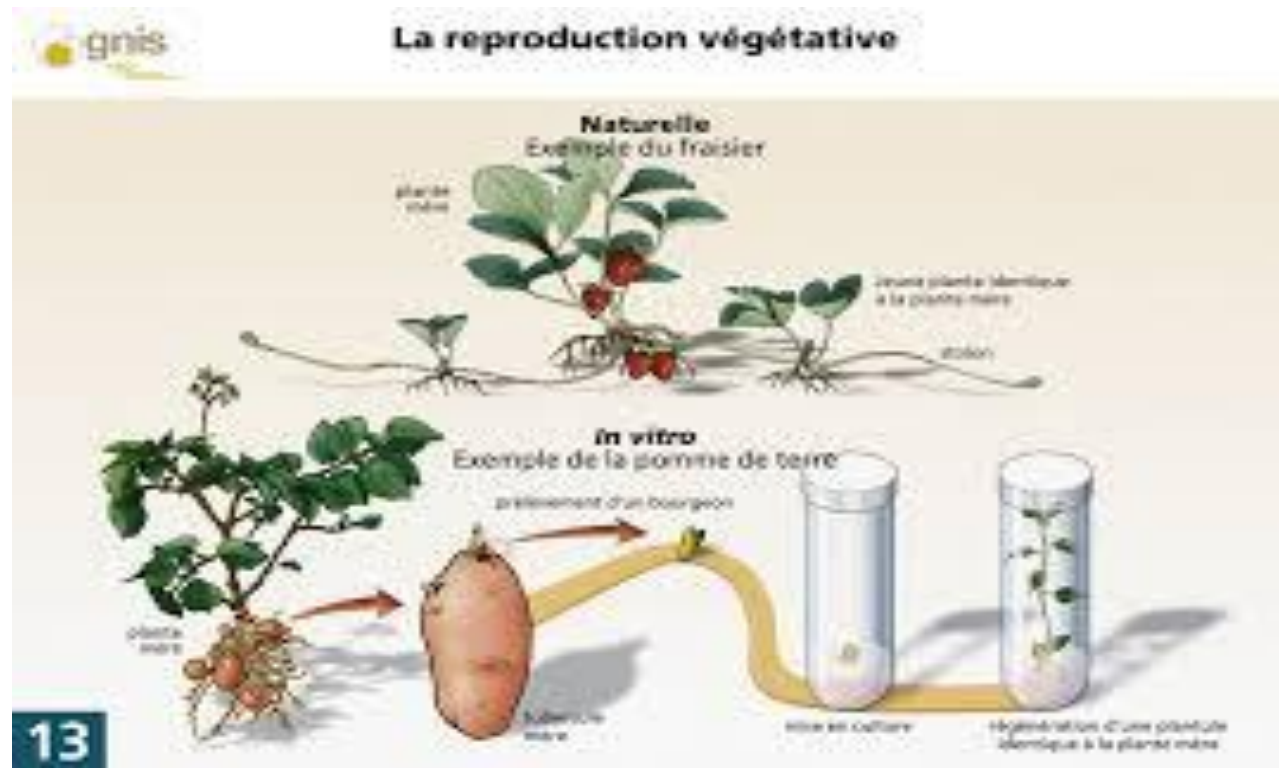
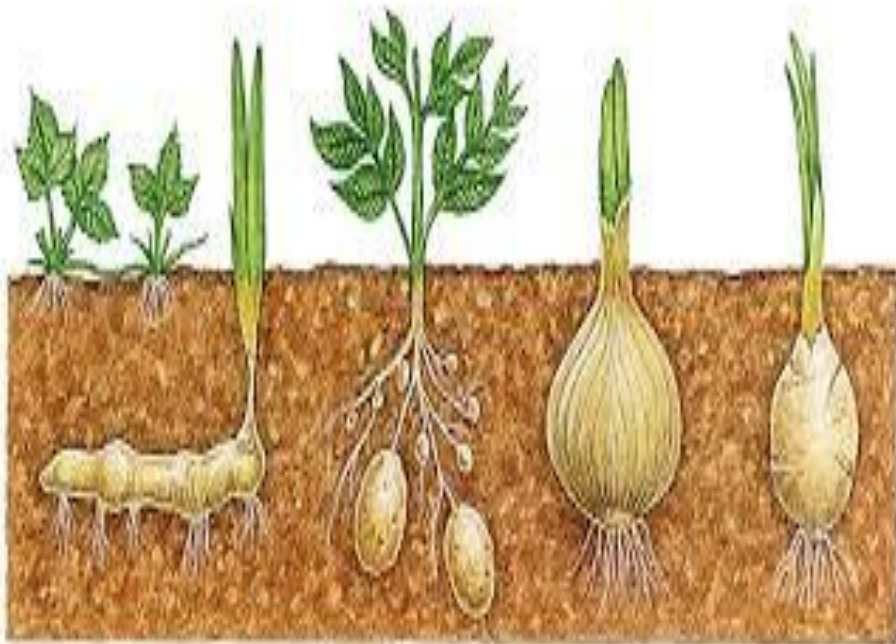


c- reproduction asexuée (apomixie): l'apogamie
 cellule du sac embryonnaire est à l'origine de la graine

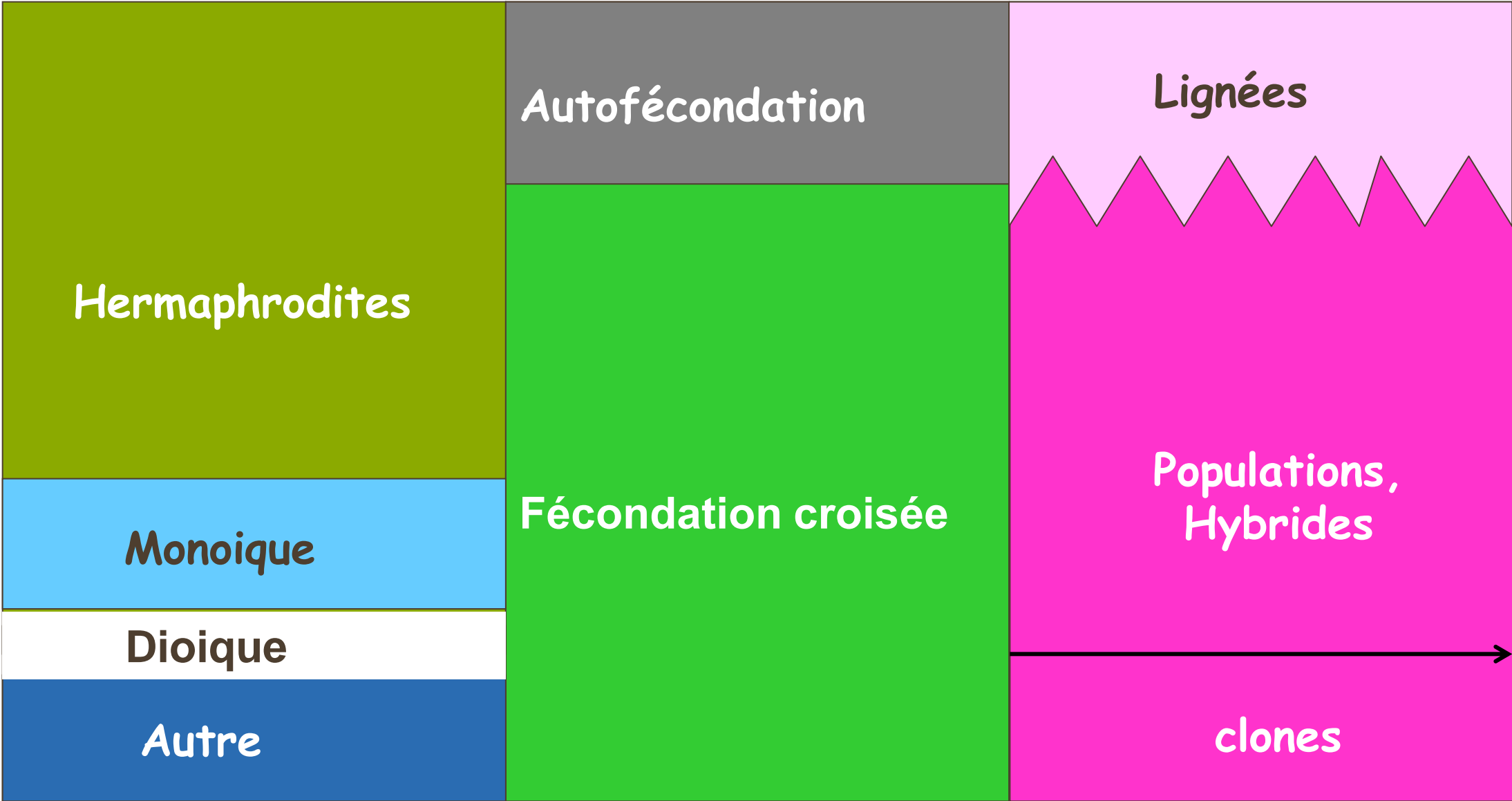
Parthénogénèse : dévlop d'un embryon à partir d'un oosphère non fécondé



d- La **propagation végétative** ou **multiplication végétative** et la sélection clonale: créer un individu à partir d'un organe de l'appareil végétatif (bulbe tubercule...), c'est la seule voie possible pour les espèces stériles comme les bananiers.



Mode de reproduction principale chez les plantes



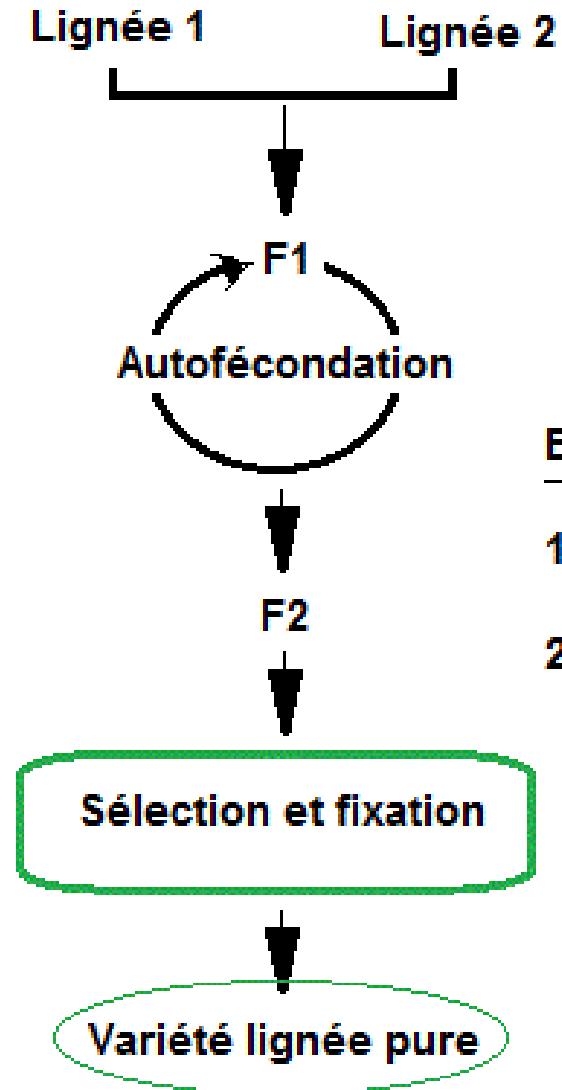
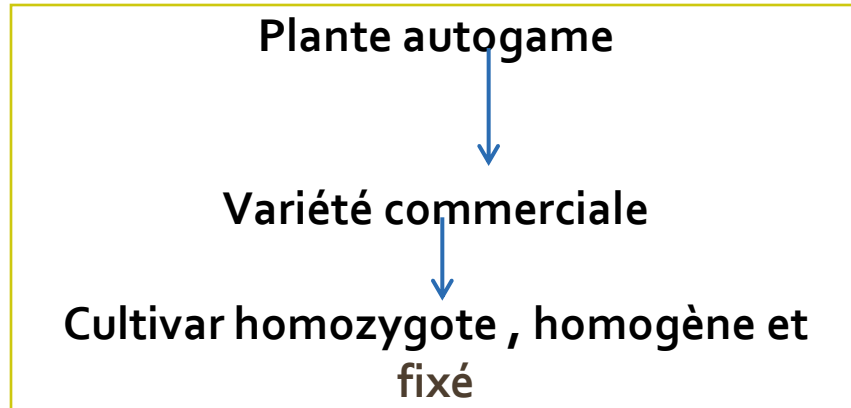
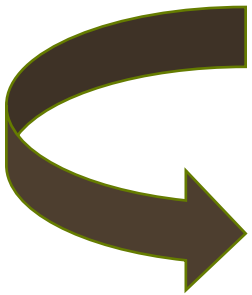
3-2 les techniques en amélioration des plantes

Autogames

Allogames

Clones

3-2-1 Techniques d' Amélioration des plantes autogames



Deux lignées complémentaires sont croisées (base génétique étroite pour la variété)

Etapas:

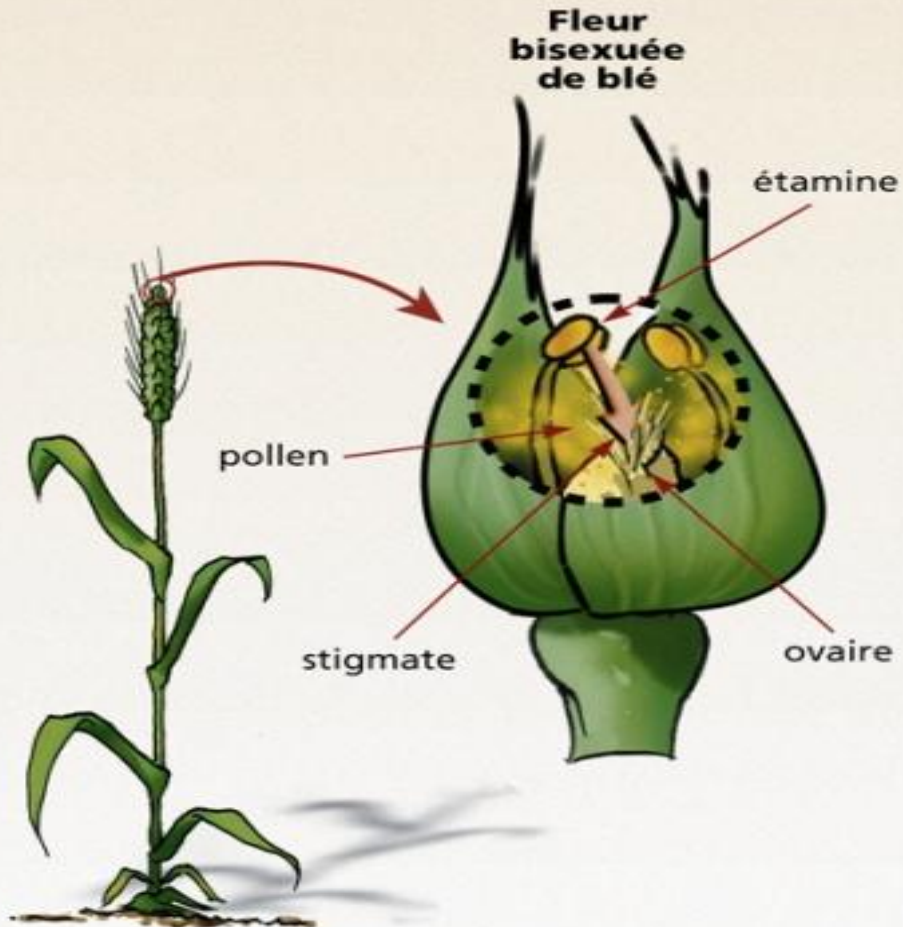
1. Effectuer une sélection et fixation
2. Exercer une pression de sélection

Principe d'amélioration des plantes autogames

L'autofécondation

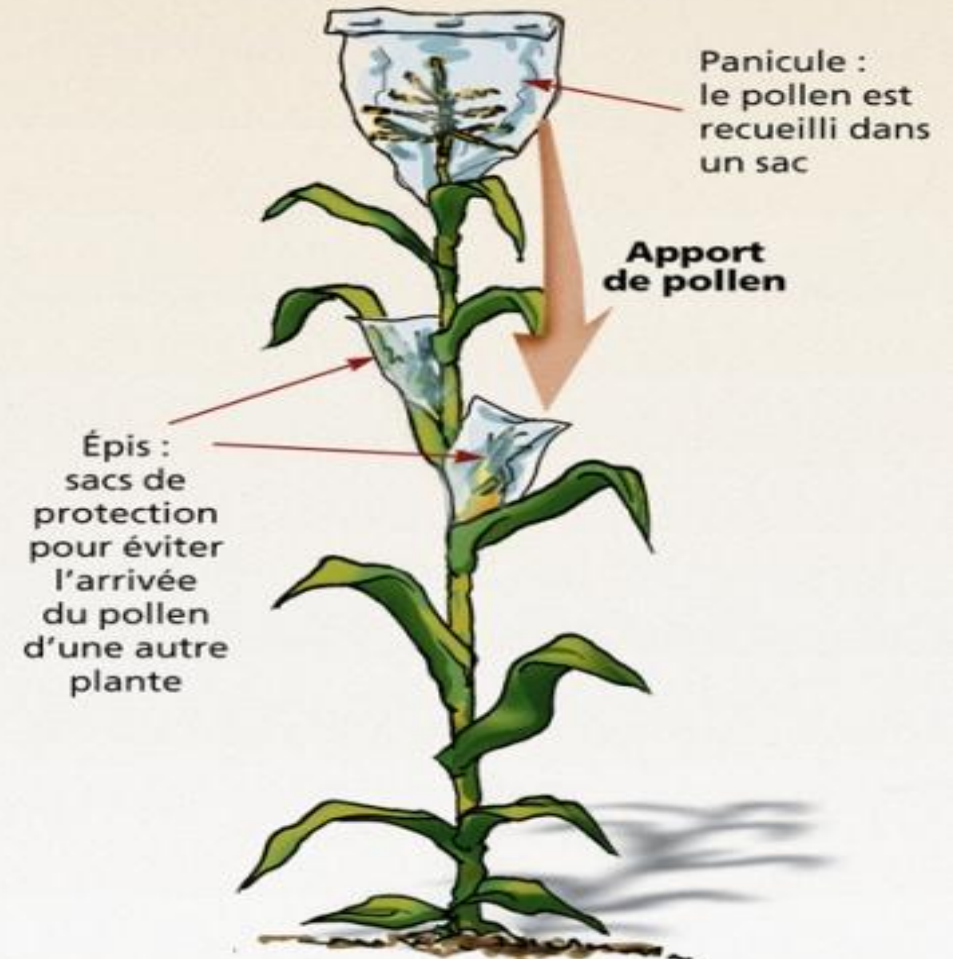
Naturelle pour les plantes autogames

Exemple du blé



Provoquée par le sélectionneur pour les plantes allogames

Exemple du maïs



MECANISMES BIOLOGIQUES LIMITANT L'AUTOFECONDATION :

- -cas des espèces a fleurs hermaphrodites
- - cas des espèces a fleurs imparfaites
- - mise en place des mécanismes tels que la stérilité male ou l'auto incompatibilité

3-2-1 Techniques d' Amélioration des plantes autogames

**1- Sélection
généalogique**

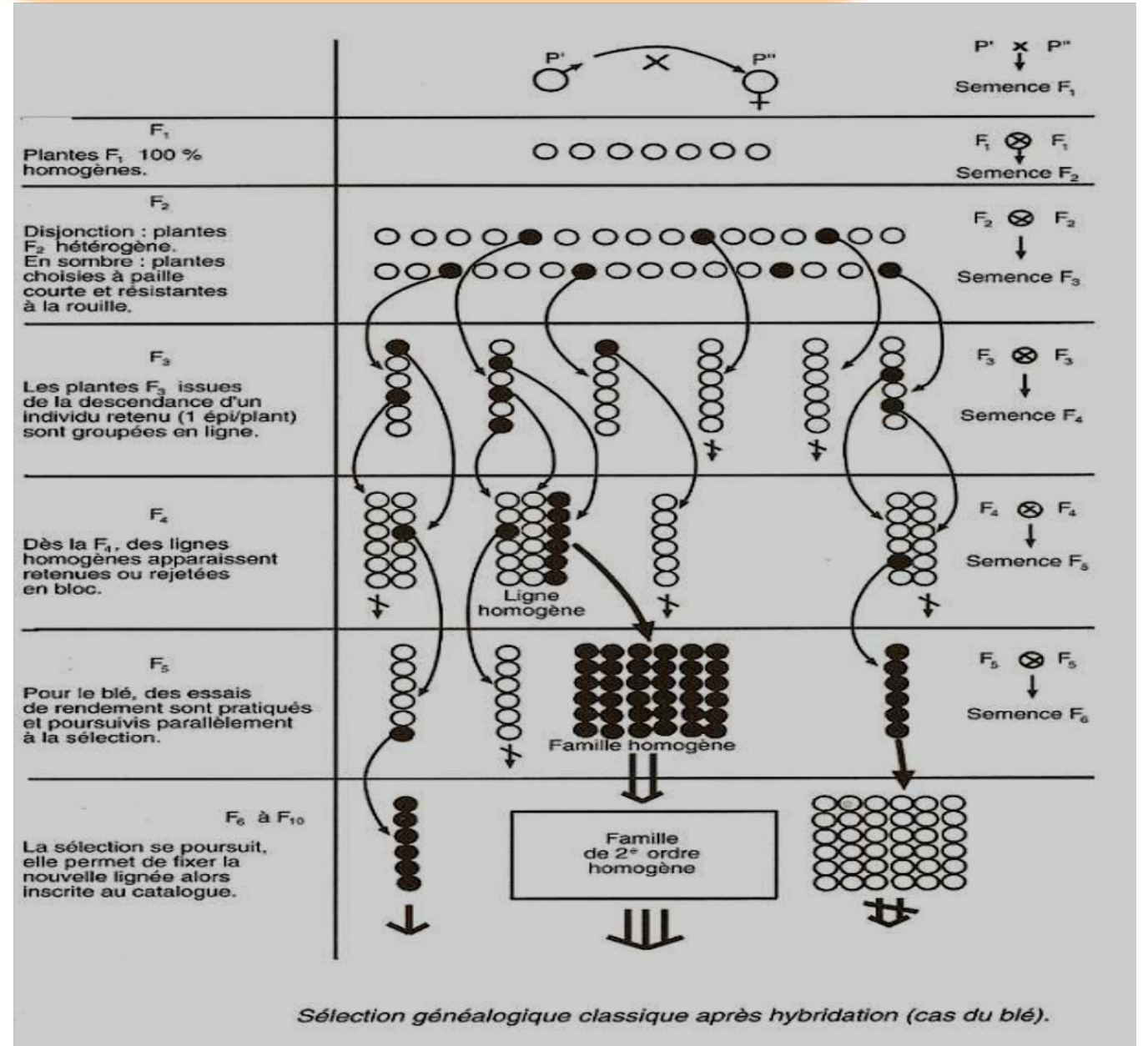
**2- Mutagenèse
par la
modification du
code génétique**

1- Sélection généalogique (Pedigree)

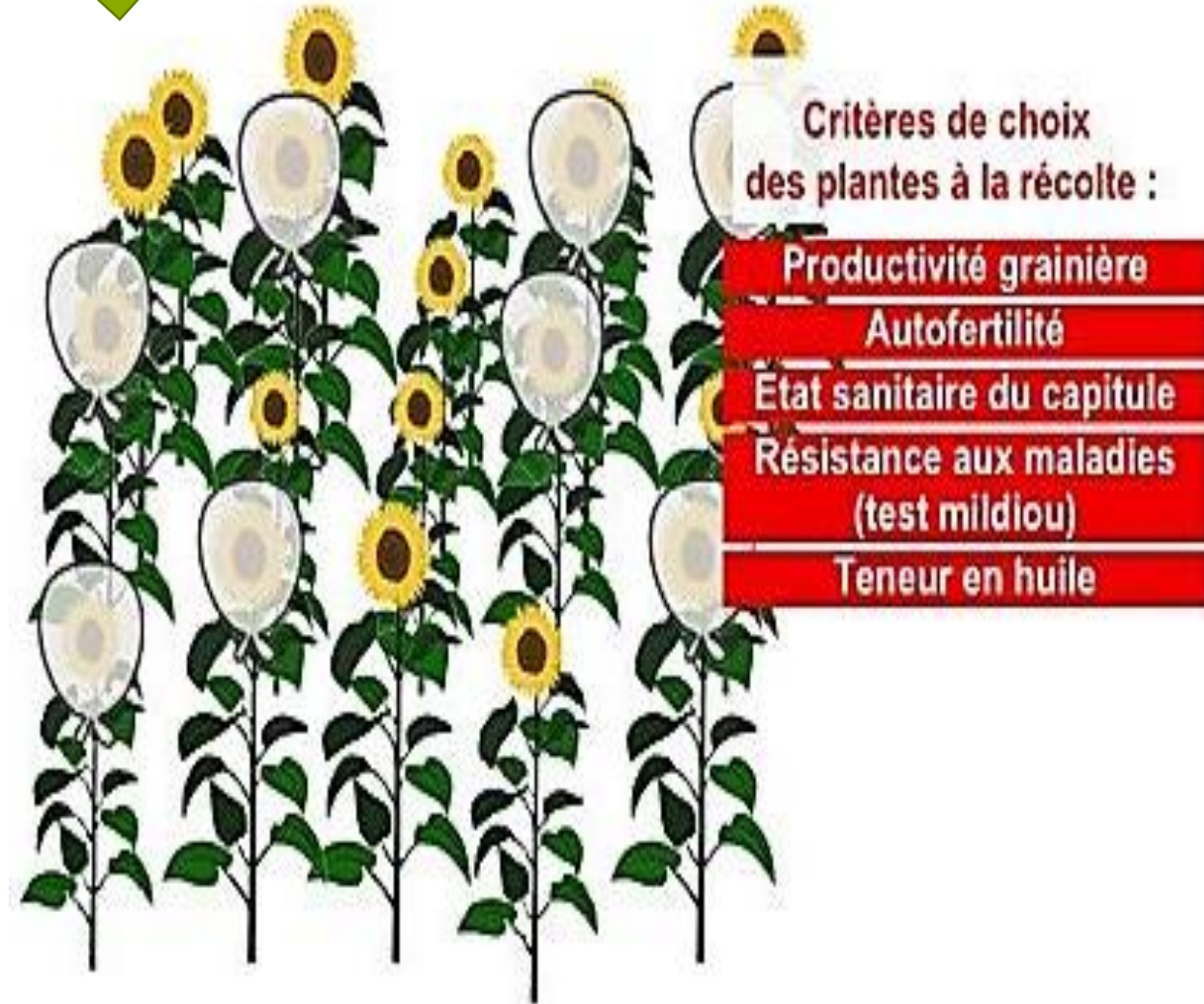
filiation en autofécondation

la sélection basée sur l'obtention de lignées avec le **choix des meilleurs d'entre elles**. Elle a lieu pendant leur fixation à l'état homozygote.

(F5)



La sélection généalogique chez le Tournesol

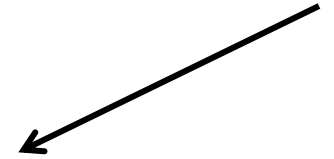


Autofécondation des tournesols

2- Mutagénèse par la modification du code génétique

Le mutagène est un agent qui change le génome (l'ADN) d'un organisme et augmente ainsi le nombre de mutations génétiques

- Mutagènes physiques** : U.V; radiation ionisante; La chaleur provoque des coupures de l'ADN par hydrolyse,
- Mutagènes chimiques** (benzopyrène, Colchicine , bromonaphtalhène ,, ,
- Radiations mutagènes**: Ultraviolet, Rayons X, la radioactivité







Est-ce qu'on peut obtenir une lignée pure à partir d'une plante hétérozygote ?????

L'obtention d'une lignée pure, par autofécondation, à partir d'une plante hétérozygote

Régression des hétérozygotes sous l'effet de l'autofécondation

Génération	Évolution des fréquences de génotypes (12 gène avec 2 allèles A et a)	Fréquences des hétérozygotes	Fréquences des homozygotes
Parents	AA x aa Croisement	0	100 %
Hybride F ₁	1 Aa Autofécondation	100 %	0 %
Génération suivante F ₂	$\frac{1}{4}$ AA' $\frac{1}{2}$ Aa $\frac{1}{4}$ aa Autofécondation	50 %	50 %
F ₃	$\frac{1}{4}$ AA + $\frac{1}{8}$ AA' $\frac{1}{4}$ Aa $\frac{1}{8}$ aa' + $\frac{1}{4}$ aa Autofécondation	25 %	75 %
F ₄	$\frac{5}{16}$ AA $\frac{1}{8}$ Aa $\frac{5}{16}$ aa	12,5 %	87,5 %
⋮	Sélection généalogique Séparation des descendance		

Source : Techniques agricoles (n° 2341 « Sélection végétale »).

3-2-2 Techniques d' Amélioration des plantes autogames

1-Hybridation

- création des variétés hybrides
- création des variétés synthétiques

2-selection récurrente

3- Rétrocroisement (back-cross)

Amélioration des plantes allogames

Quelques plantes cultivées allogames ?

Céréales : maïs, mil, seigle.

Légumineuses fourragères : luzerne, trèfle violet, trèfle blanc, lotier.

Graminées fourragères : dactyle, fétuque, ray-grass.

Espèces légumineuses : carotte, céleri, chicorée, choux, concombre, épinard, melon, oignon, navet.

Espèces industrielles : betterave, caféier canephora, chanvre, tournesol.

Espèces forestières la plupart: chêne, hêtre, pins,...

1-Hybridation

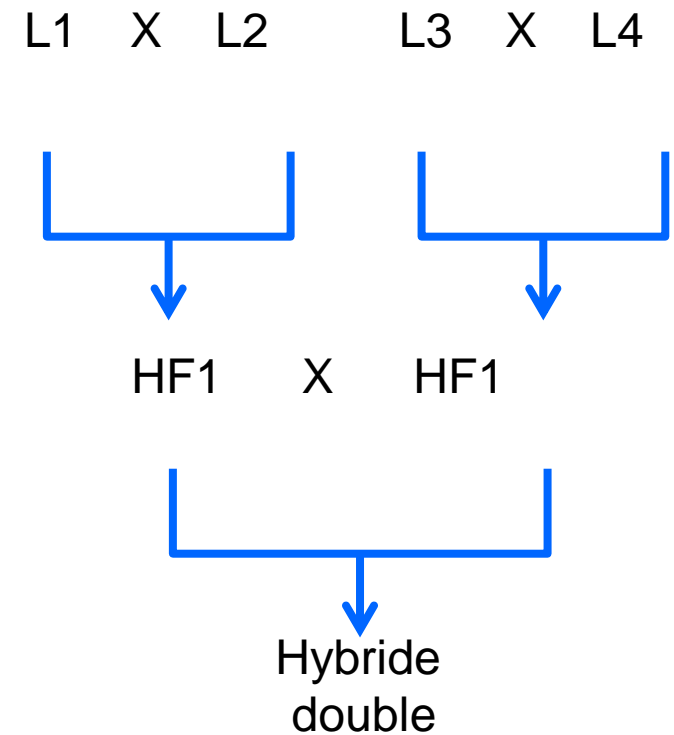
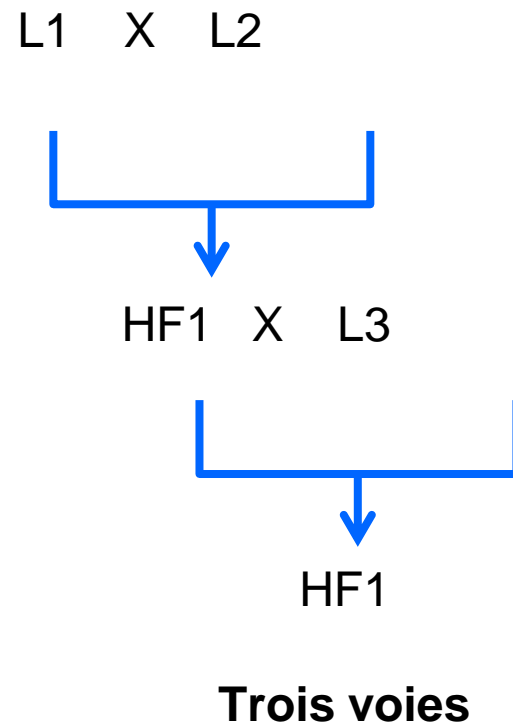
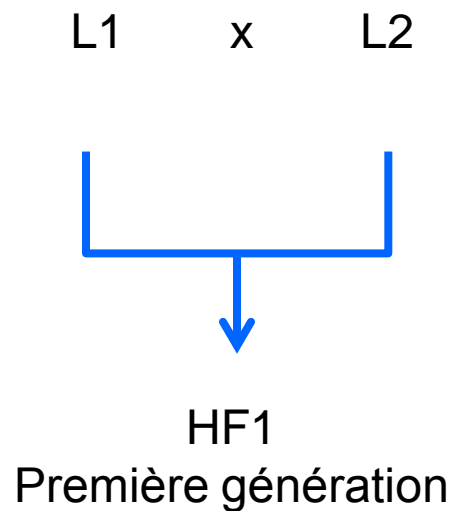
Création des variétés hybrides:

Cette méthode a été développée pour le maïs, aux États-Unis ; elle a été appliquée ensuite à plusieurs autres espèces allogames, puis à quelques autogames.

C'est le croisement de la meilleure lignée avec le testeur.

Les variétés hybrides sont uniformes et vigoureuses, mais elles sont hétérozygotes et leur descendance est donc hétérogène,

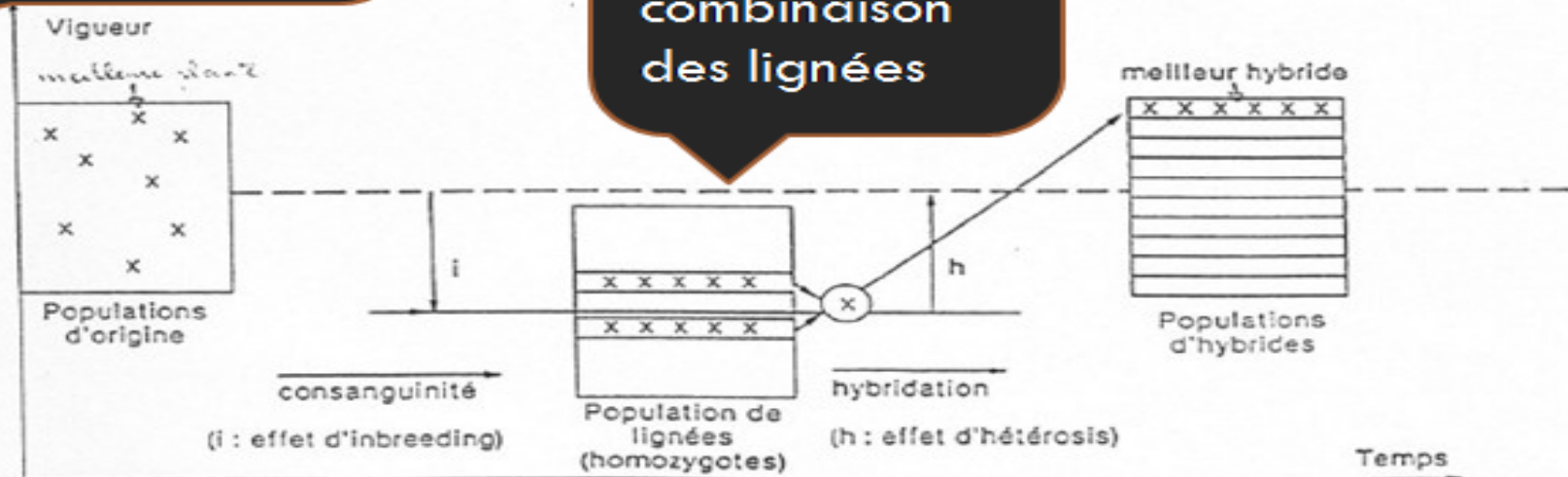
Création de l'hybride



Schémas général de création de variétés hybrides F1

Etape 1 : choix des meilleurs génotypes parmi la populations améliorées

Etape 3 : recherche des aptitudes a la combinaison des lignées



Etape 2 : obtention de lignées

Etape 4 : réalisation des hybrides

Avantages

- Association dans un génotype de caractères dominants

- Performances maximales associées à l'utilisation de l'hétérosis

- Stabilité des performances selon le milieu

- Homogénéité

Inconvénients

- Complexité et longueur du cycle de création des hybrides

- Contraintes et coût de la production des semences





**Variétés hybrides
adaptées en
conditions
hydriques en
Niger**

1-Hybridation

Création des variétés synthétiques

Population artificielle obtenue par multiplication en croisement d'un nombre limité de parents, sélectionnés sur leurs valeurs propres et leurs aptitudes à la combinaison



POLYCROSS DES GRAMINEES FOURAGERES

Création des variétés synthétiques

Avantages

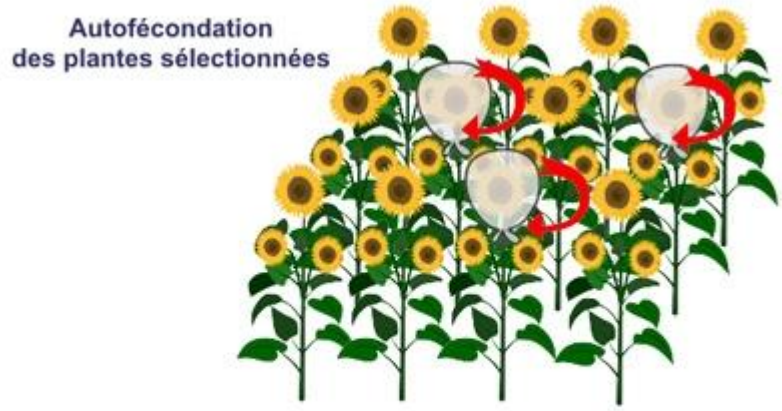
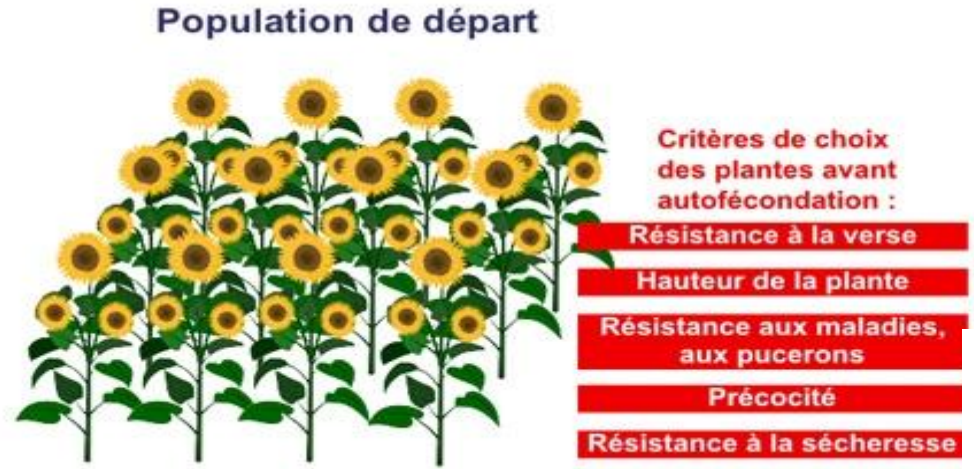
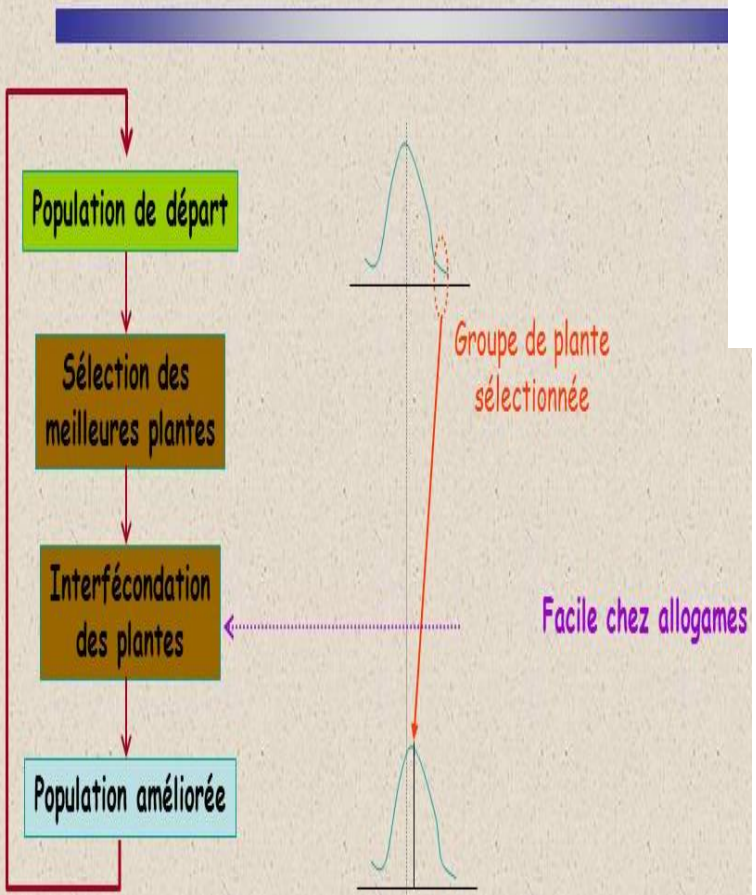
- Coût des semences relativement faible
 - Plasticité de la variété
- Cycle de sélection assez court

Inconvénients

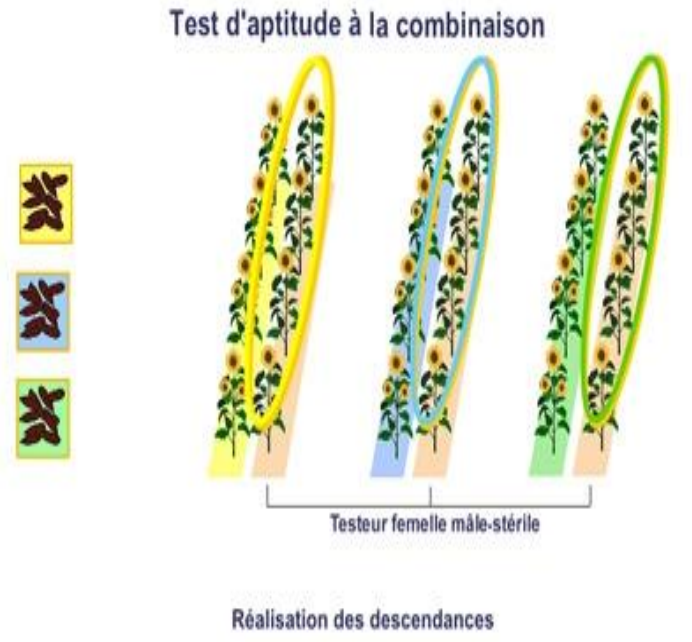
- Hétérogénéité de la variété
 - Risque de déviations
- Performances non maximales

2-selection récurrente : c'est une méthode d'amélioration des plantes, où les croisements sont cette fois contrôlés, ce qui conduit à la sélection de lignées ou d'hybrides. C'est l'aptitude d'une population à bien se croiser avec **un testeur**.

Amélioration des plantes allogames

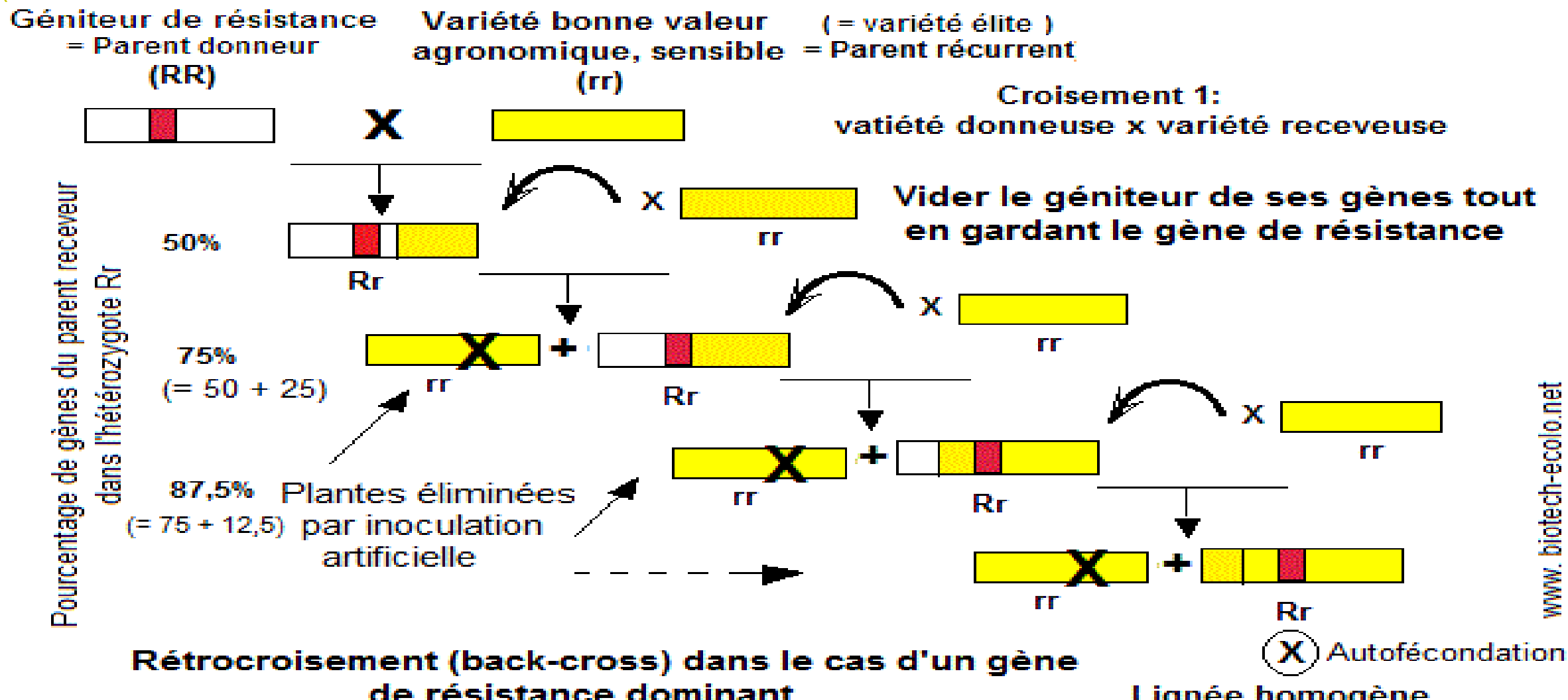


Population de départ - Génération S0



3- Rétrocroisement

Lorsqu'un seul caractère, ou quelques caractères doivent être introduits dans une variété déjà améliorée, le croisement initial est suivi d'une série de rétrocroisements (*back-cross*) par cette variété, désignée comme parent récurrent (élite).

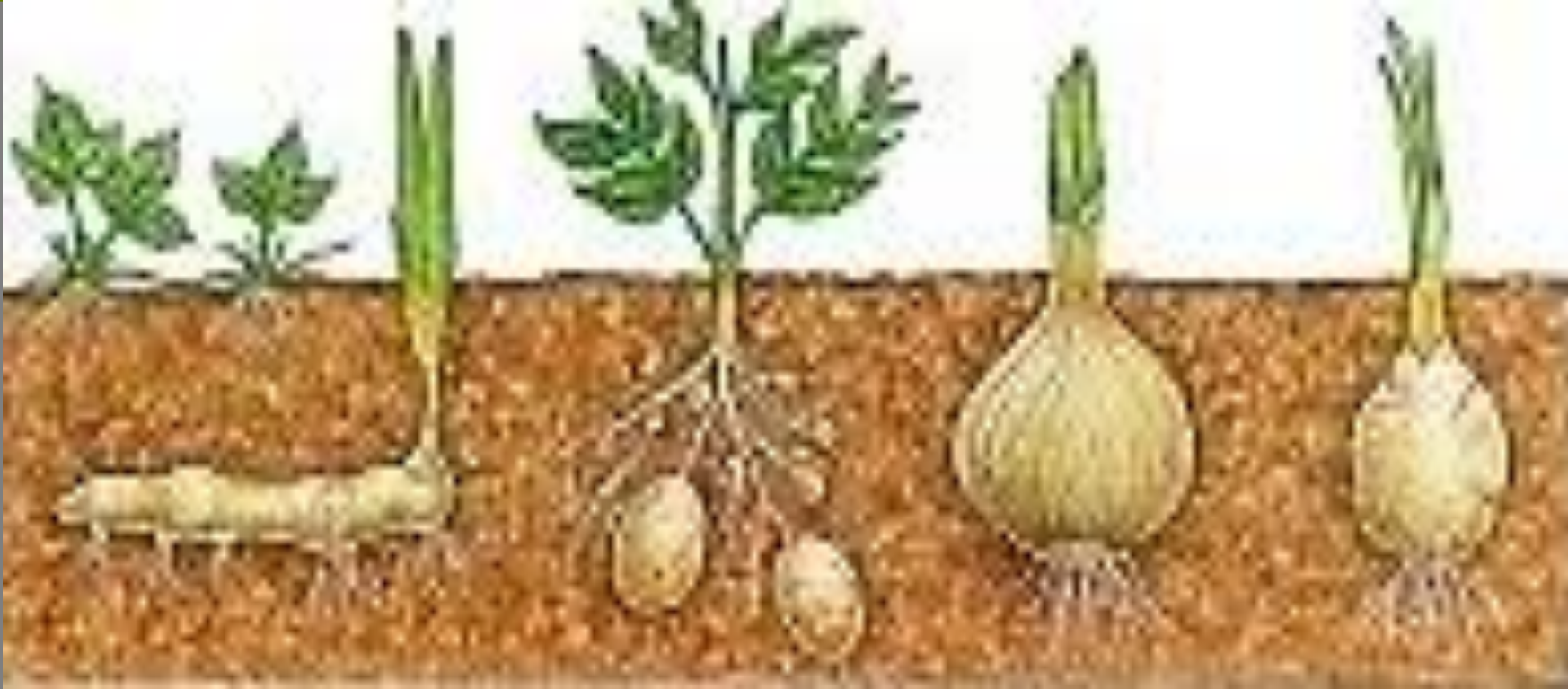


4-Plantes à multiplication végétative (clones)

- **1- La multiplication par stolons.** Dans le cas du fraisier, il y a formation de tiges aériennes rampantes.
-
- **2-- La multiplication par tubercules.** Pour la pomme de terre, des tiges souterraines renflées par les réserves permettent d'obtenir une nouvelle plante par développement de bourgeons.



- **3-La multiplication par rhizome** : Ce sont des tiges souterraines pouvant s'enraciner et donner une nouvelle plante.
- **4-La multiplication par bulbes**, chez l'ail. Les bulbes secondaires, formés sur le côté du bulbe, sont capables de s'en détacher, puis de s'enraciner pour se développer en une nouvelle plante.



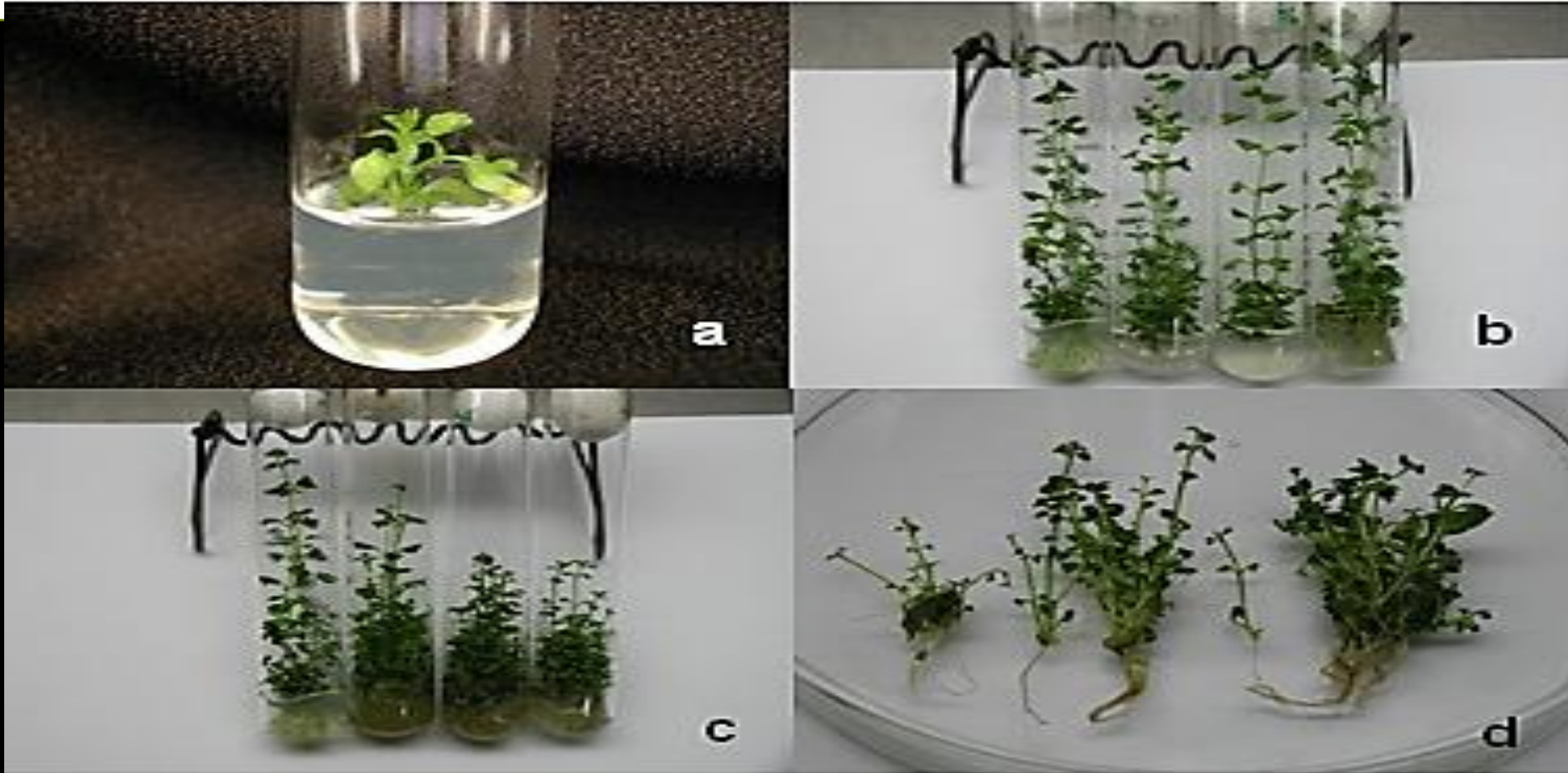
Un clone est un individu né d'un même organisme et possédant le même patrimoine génétiques . Un tubercule, un stolon, un rhizome, un bulbe sont donc à l'origine d'un clone.

Création des variétés clones

B-Multiplication végétative in vitro en amélioration des plantes

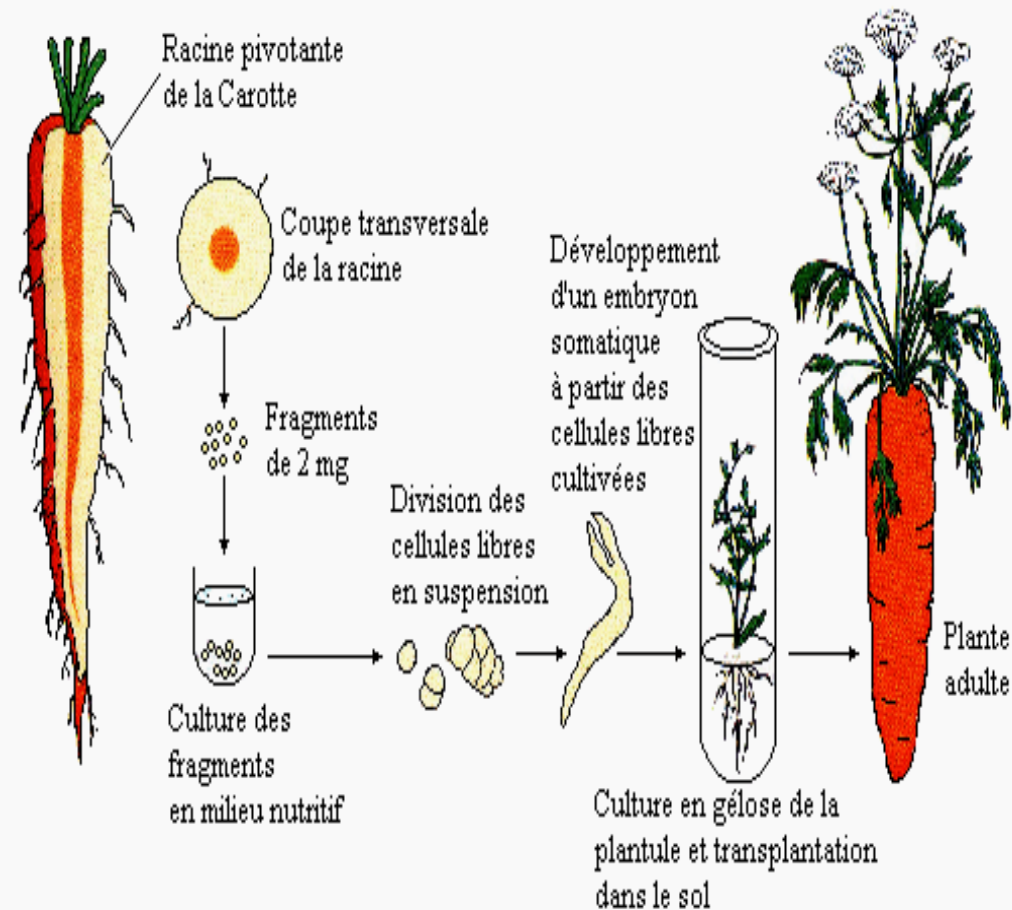
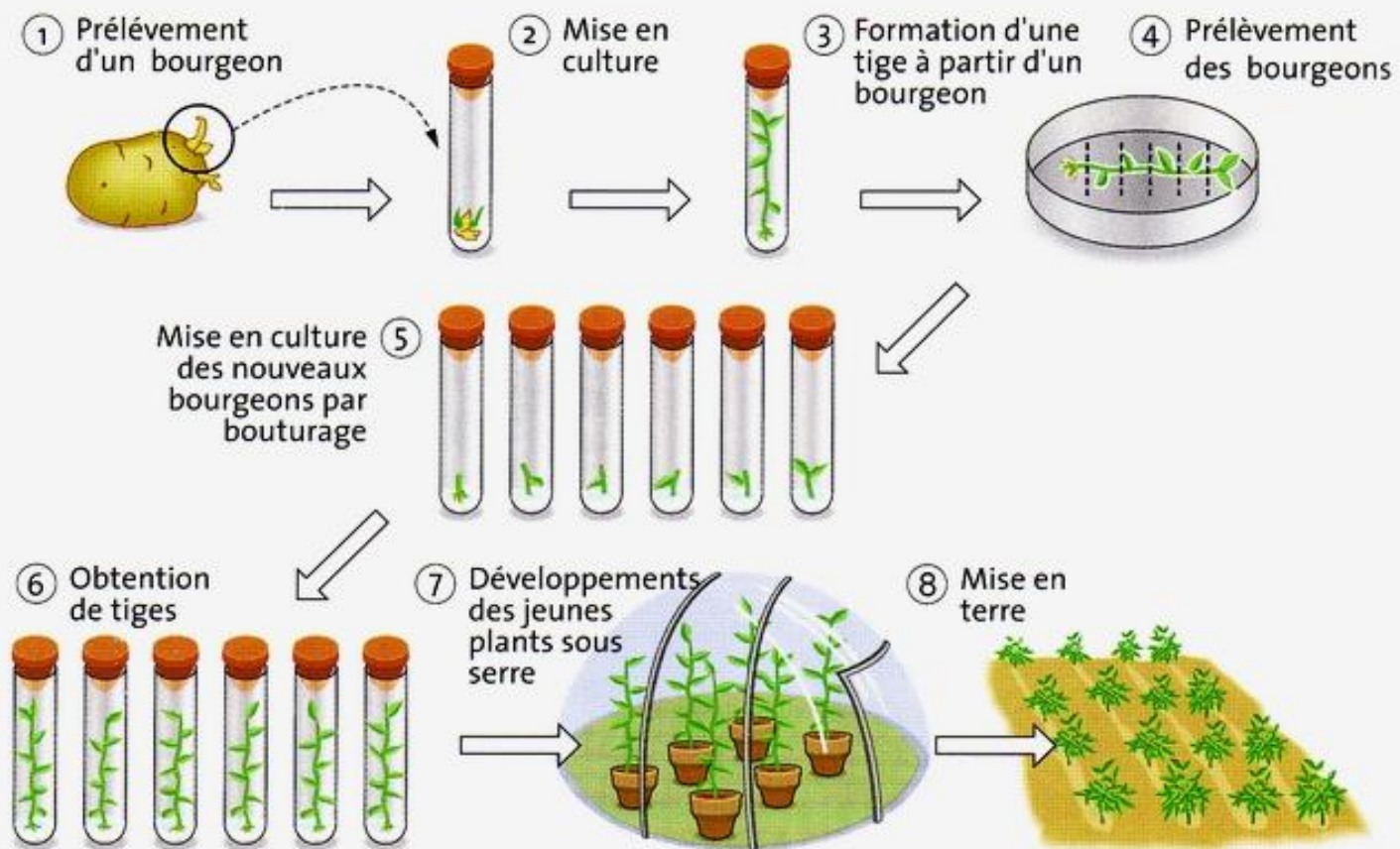
Les méthodes de multiplication végétative in vitro comprennent :

- Les micro-bouturages qui consiste à prélever un fragment de tige comportant un bourgeon,
- la culture de méristèmes, qui consiste à ne cultiver au départ que le méristème apical de la plante à multiplier, l'embryogenèse somatique qui consiste à obtenir à partir de certains tissus ou organes une multiplication de cellules qui reproduisent les phases de l'embryogenèse zygotique.



• Multiplication végétative des géotypes

• Sélection pendant 6 à 8 ans sur des caractères morphologiques, des caractères agronomiques et technologiques (le rendement, les résistances, la qualité, ...)



culture de méristèmes,

Multiplication végétative in vitro

Avantages

- Parfaitement homogène et stable
- Facilement reproductible
- Performances maximales



Inconvénients

- Organes de multiplication végétative sont difficiles à conserver que des graines
- Sensible à des dégénérescences de nature parasitaire (virus)
- Coefficient de multiplication souvent faible.

CONCLUSION

La multiplication végétative est le seul mode de propagation possible pour des plantes stériles, qui sont souvent des hybrides interspécifiques ou des polyploïdes apparus spontanément ou obtenus artificiellement (bananiers triploïdes, canne à sucre, plantes vertes et bulbeuses).

La propagation végétative et la sélection clonale sont les seules voies possibles pour améliorer et conserver les espèces stériles

5 Hybrides interspécifiques et la polyploïdie

Beaucoup de plantes ornementales sont des hybrides interspécifiques stériles, mais propagés végétativement (orchidées).

Les triticales sont des allo polyploïdes réunissant les génomes du blé (dur ou tendre) et du seigle. Ils sont connus depuis plus d'un siècle, combinant la productivité et les qualités boulangères du blé à la rusticité et à la composition des protéines du seigle.



Blé tendre ♀
AABBDD
 (ABD) n=21

X

♂

Seigle
RR
 (R) n=7

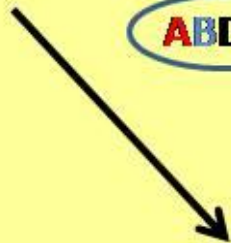


Doublement chromosomique

Triticale primaire octoploïde
AABBDDRR
 2n=56



(ABDR)



Triticale secondaire hexaploïde
AABBRR
 2n=42

Blé dur ♀
AABB
 (AB) n=21

X

♂

Seigle
RR
 (R) n=7



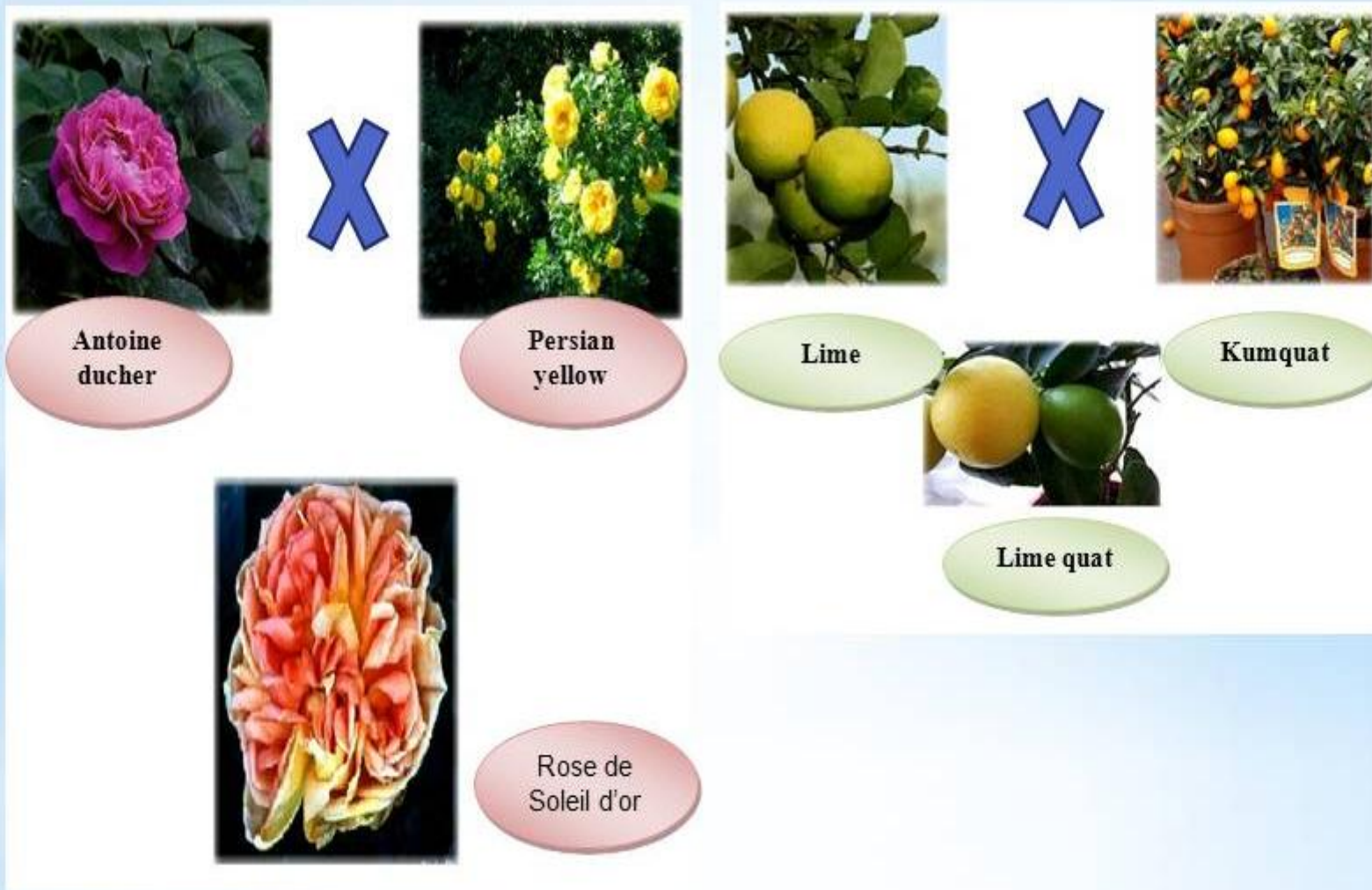
Triticale primaire hexaploïde
AABBRR
 2n=42

(ABR)



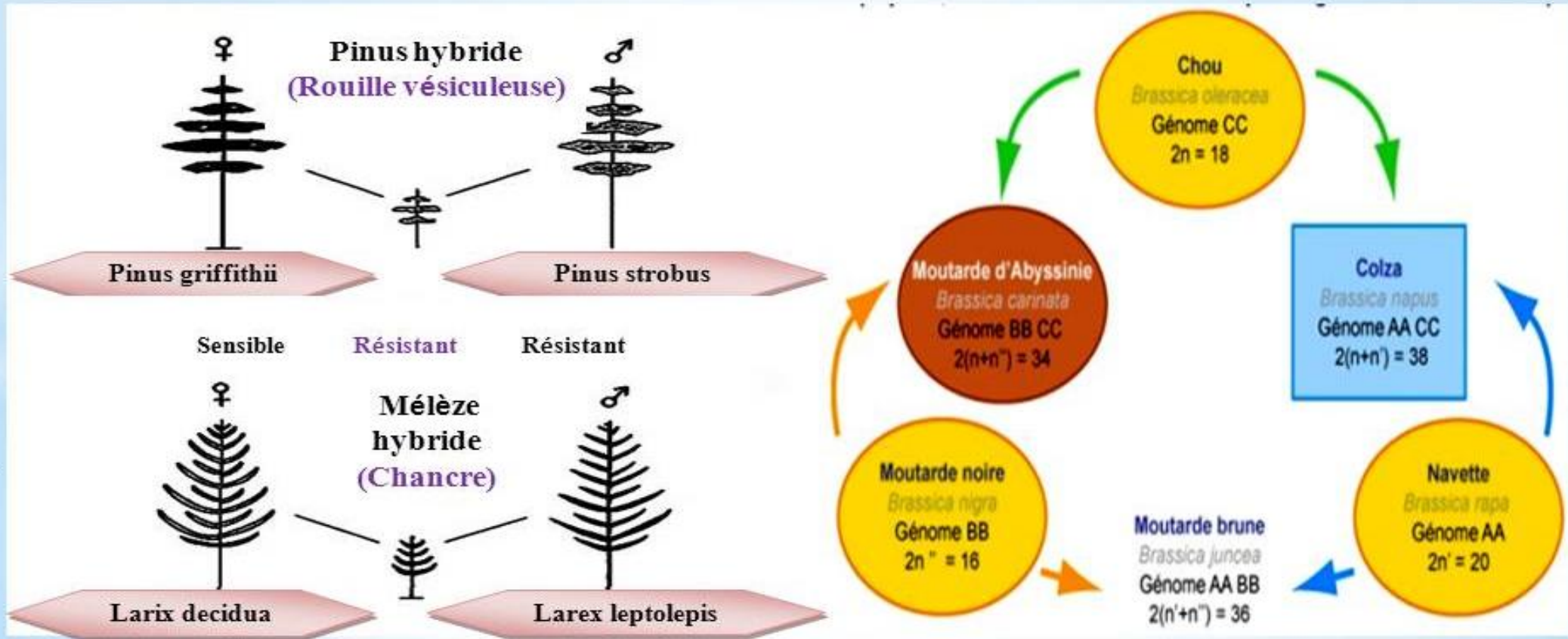
Orchidées

* de types qualitatifs tels que la forme, la couleur des roses et des fruits et la valeur technologique



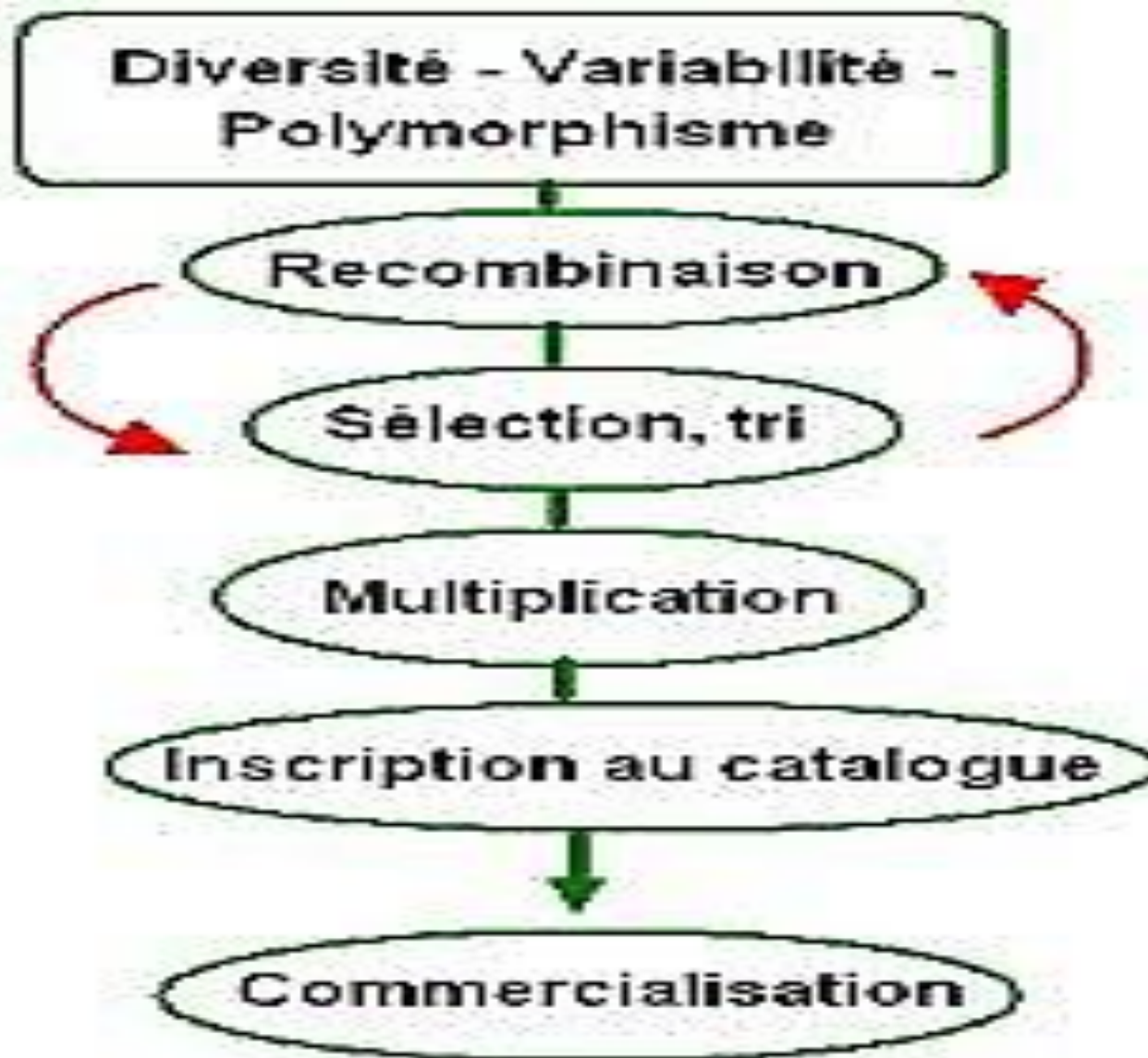
Hybridation interspécifique

-D'améliorer quelques caractères désirés, de types quantitatifs, le cas de la productivité, la résistance aux maladies



Hybridation interspécifique entre des espèces de Pinus et Mélé

Hybridation interspécifique entre différentes espèces de Brassica



التحسين الوراثي. المراحل
Amélioration génétique. Etapes