

*Algerian People's Democratic Republic
Ministry of Higher Education and Scientific Research
Abdelhafid Boussouf University Center - Mila
Institute of Natural and Life Sciences
Department of Biotechnology*



COURS:

***Biodiversité et
amélioration des
plantes***

Dr. BOUSMID Ahlem

Destinée aux étudiants de troisième année BV

Semestre : S6

Unité d'enseignement fondamentale

Matière : Biodiversité et amélioration des plantes

Crédits : 4

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement

Méthodes d'évaluation et de mesure de la biodiversité et stratégies en amélioration des plantes

Connaissances préalables recommandées :

Physiologie et multiplication végétale ; génétique ; Base génétique de la biodiversité

Contenu de la matière :

- Biodiversité
- Méthodes d'évaluation et de mesure de la biodiversité
- Stratégies en amélioration des plantes

Mode d'évaluation : Continu / Examen

1- Biodiversité:

1-1 Définition

Le concept de biodiversité est récent. En 1984, Edward O. Wilson publie « Biological diversity » qui met en avant pour la première fois l'idée de diversité biologique.

En 1992 la biodiversité définit comme étant la « variabilité des organismes vivants de toute origine, y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie ; cela comprend la diversité au sein des espèces, et entre les espèces et ainsi que celle des écosystèmes».

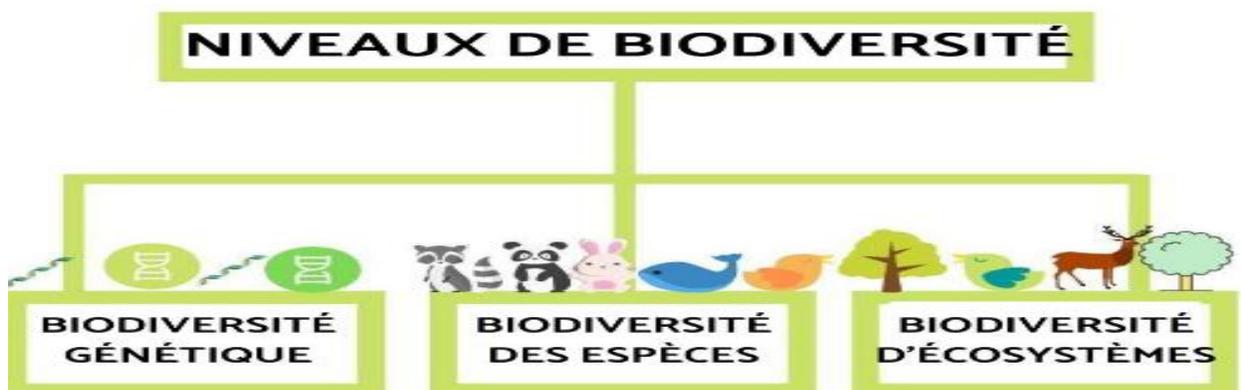
La biodiversité englobe toutes les espèces vivantes sur la Terre, leur relation entre elles ainsi que les différents gènes, écosystèmes et espèces.

Le concept de biodiversité concerne donc toutes les composantes et les variations du monde vivant.

✚ Les scientifiques distinguent trois niveaux d'organisation :

- La diversité écologique (les écosystèmes) ;
- La diversité spécifique (les espèces) ;
- La diversité génétique (les gènes).

Une autre composante essentielle et constitutive de la biodiversité sont les interactions au sein et entre chacun de ces trois niveaux d'organisation (Joyard, 2022).



1-2 La diversité génétique:

Selon Darwin, chaque nouvelle génération d'une espèce donnée est constituée d'individus qui ont, malgré leur ressemblance, des aptitudes différentes pour survivre dans leur milieu. Chaque individu présente ainsi une combinaison unique de caractères (physiques, génétiques, d'aptitude à s'adapter au milieu...) de l'espèce à laquelle il appartient. Face aux contraintes et aux changements de leur environnement (climat, prédation, parasites, ressources...), certains auront du mal à survivre et à se reproduire et finiront par disparaître. D'autres s'adapteront plus facilement et survivront. Ils transmettront alors leurs caractères avantageux à leur descendance.

L'importance de la diversité génétique:

- La matière première de l'évolution
- La diversité génétique est essentielle à la survie de l'espèce
- Le taux de changement évolutif qui peut s'effectuer au sein d'un groupe d'organismes dépend de la variation génétique présente dans le bassin génique.
- Si le but de la conservation est la persistance des espèces à long terme, la diversité génique est d'importance capitale

1-3 La diversité spécifique

La diversité spécifique, correspond à la diversité des espèces (diversité interspécifique). Ainsi, chaque groupe défini peut alors être caractérisé par le nombre des espèces qui le composent, c'est le domaine de la taxinomie.

Lorsqu'on observe un groupe d'organismes vivants, on voit que tous possèdent des caractères spécifiques propres à l'espèce à laquelle ils appartiennent, mais que tous les individus d'une même espèce sont différents les uns des autres. Ils ont des caractères propres à chaque individu (le phénotype), qu'ils soient morphologiques (taille, couleur des yeux ou forme des poils), anatomique (caractères sexuels), physiologiques voire pathologiques (maladies génétiques, par exemple).

1-4 La diversité écosystémique

Elle correspond à la diversité des écosystèmes présents sur terre et de toutes les interactions des populations naturelles entre elles et avec leurs environnements physiques.

Selon Darwin, chaque nouvelle génération d'une espèce donnée est constituée d'individus qui ont, malgré leur ressemblance, des aptitudes différentes pour survivre dans leur milieu. Chaque individu présente ainsi une combinaison unique de caractères (physiques, génétiques, d'aptitude à s'adapter au milieu...) de l'espèce à laquelle il appartient. Face aux contraintes et aux changements de leur environnement (climat, prédation, parasites, ressources...), certains auront du mal à survivre et à se reproduire et finiront par disparaître. D'autres s'adapteront plus facilement et survivront. Ils transmettront alors leurs caractères avantageux à leur descendance.

« L'ensemble des individus d'une même espèce, génétiquement différents, vivant dans une aire géographique relativement restreinte représente une population. Lorsqu'une population d'une espèce donnée se retrouve géographiquement isolée, les individus vont se développer plus ou moins rapidement si les conditions de vie sont satisfaisantes. Génération après génération, ils vont développer des caractères ou aptitudes différents de ceux des populations d'origine. On parle de diversité au sein d'une même espèce ou intra spécifique. L'étape ultime de cette divergence est lorsque les individus de cette population sont devenus incapables de se reproduire avec les individus de l'espèce d'origine», (Joyard, 2022)

1-5 Biodiversité et changement climatique

Beaucoup d'études ont été consacrées à la réponse de la biodiversité aux contraintes climatiques, les données sur les mécanismes d'adaptation de la biodiversité aux changements climatiques, Or, pour envisager l'évolution de la biodiversité face aux changements environnementaux, il faut une vue d'ensemble. Un point essentiel est évidemment que la vitesse des éventuels mécanismes adaptatifs soit compatible avec l'échelle de temps des perturbations constituantes du changement climatique. Au moins pour certains organismes, on connaît les taux de mutations génétiques (Lavorel et *al.*, 2017).

Que signifie taxon ?

Le taxon est une unité taxonomique reconnue par les codes internationaux dans une classification donnée, ou unité systématique telle qu'une famille, un genre, une espèce, etc., pour désigner un organisme sous son nom scientifique.

Le taxon est un ensemble d'êtres vivants qui appartient à un même groupe de la classification (espèce, genre, famille, etc.).

Que signifie espèce ?

Une espèce animale, végétale, ou de tout être vivant, regroupe des populations d'organismes identiques qui peuvent se reproduire et donner naissance à des jeunes qui pourront à leur tour se reproduire afin de perpétuer ladite espèce.

En classement systématique, les espèces sont constituées d'individus de taxons en dessous du genre. Dans les sciences du vivant, l'espèce (du latin species, « type » ou « apparence ») est le taxon de base de la systématique. Il existe plus d'une vingtaine de définitions de l'espèce dans la littérature scientifique. La définition la plus communément admise est celle du concept biologique de l'espèce énoncé par Ernst Mayr en 1942 : une espèce est une population ou un ensemble de populations dont les individus peuvent effectivement ou potentiellement se reproduire entre eux et engendrer une descendance viable et féconde, dans des conditions naturelles.

Définition de la population:

Groupe d'individus de la même espèce vivant dans une aire géographique suffisamment restreinte pour permettre potentiellement à tout membre de se reproduire avec tout autre membre du groupe.

Pool génétique:

Un pool génique est constitué par l'ensemble de l'information génétique possédée en commun par les membres d'une population d'organismes sexuellement compatibles. - Pool génétique est l'ensemble des allèles possédés par les individus d'une population.

1-6 Sélection naturelle et domestication des plantes.

□ « **la sélection naturelle** » désigne un ensemble de phénomènes qui induisent chez les organismes vivants des différences dans le succès reproductif selon les caractères portés par ces organismes. Ces mécanismes sélectionnent donc au fil des générations certains caractères plutôt que d'autres.

□ « **La domestication des plantes** » est un processus de sélection artificielle menée par l'homme afin d'accentuer certains caractères intéressants et d'en amoindrir d'autres, non-désirés et présents chez les plantes sauvages. Il a été estimé que cette pratique date d'entre 9 000 à 11 000 ans.

Dans un sens général, il s'agit du processus par lequel des végétaux, des animaux ou des microbes recueillis à l'état naturel s'adaptent à un habitat particulier créé à leur intention par l'être humain. Processus qui consiste à amener une espèce sauvage sous gestion humaine. D'un point de vue génétique, processus par lequel des modifications de fréquences de gènes et de performances sont obtenues lorsqu'une population est soumise à un nouvel ensemble de pressions de sélection.

Les espèces « spontanées » ou dites sauvages sont celles qui sont associées au milieu ou environnements naturels et qui n'ont pas été modifiée par l'homme.

Les termes « plantes cultivées » ou « plantes sous culture » sont parfois substitués par les plantes domestiquées.

(<https://fsnv.univsetif.dz/images/telecharger/BEV/L3%20Biotechnologie%20Vege%20Amelioration%2019-20%20cours%20Biodiversit%C3%A9%20g%C3%A9n%C3%A9tique.pdf>).

□ **La domestication est l'acte fondamental du passage de l'âge pré-agricole à l'âge agricole.**

La domestication de variétés sauvages s'accompagne d'une sélection des caractères utiles :

- Taille des parties consommables
- Saveur Certains effets de la domestication
- Perte de pouvoir de dissémination
- Augmentation de la taille des graines
- Céréales : sélection d'épis robustes qui ne lâchent pas les graines
- Légumineuses : sélection de gousses qui ne s'ouvrent pas

- Perte de défenses du parent sauvage (aiguilles, répulsifs chimiques amers) ; ces traits sont contre sélectionnés par l'agriculteur
- Réduction de la compétitivité par rapport au parent sauvage : les plantes cultivées deviennent moins aptes à la survie à l'état sauvage.

✚ **Les étapes de la domestication :**

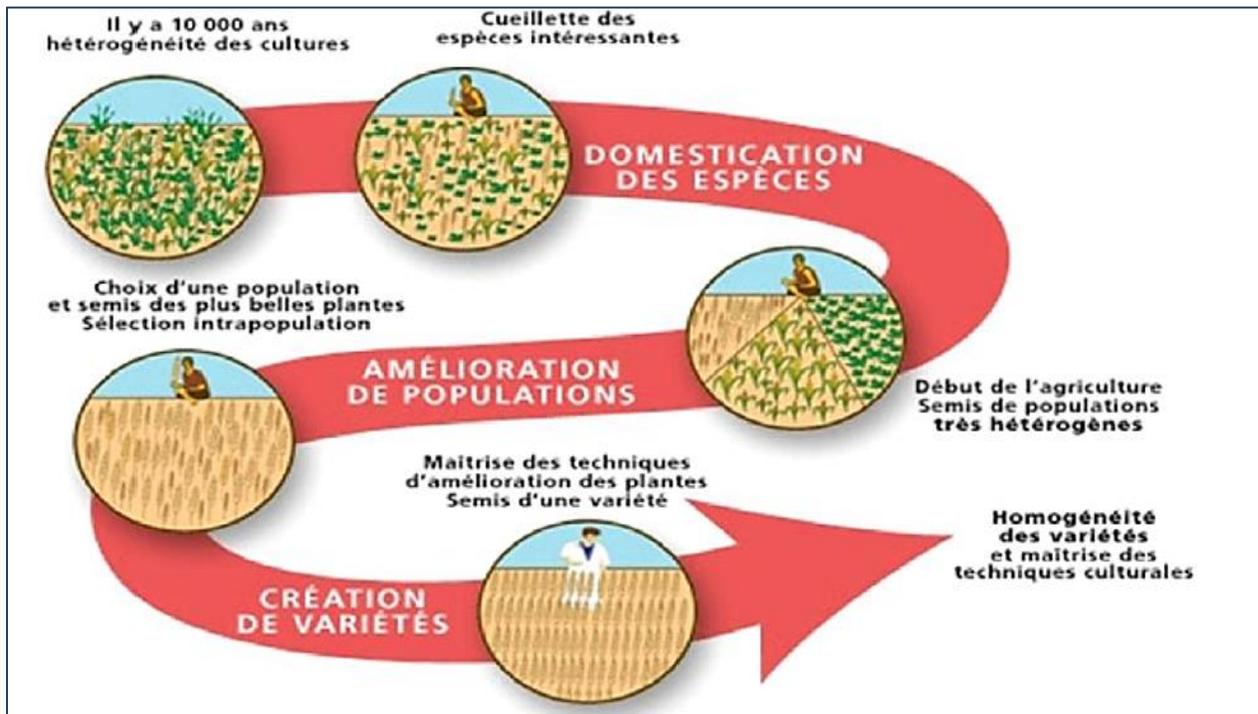


Figure : les étapes e la domestication

1-7 L'importance de la biodiversité:

- L'écosystème est tributaire des contributions et des interactions combinées des organismes qu'il abrite. La perte d'une espèce, quelle qu'elle soit, peut empêcher l'écosystème de fonctionner de façon optimale.
- Un écosystème très diversifié biologiquement résiste mieux aux changements de l'environnement.
- La biodiversité nous fournit nourriture, matériaux et médicaments.
- La biodiversité est à l'origine de processus qui contribuent à la qualité de l'eau et à la régulation du climat et de l'air que nous respirons (nature.ca/education),

2- Méthodes d'évaluation et de mesure de la biodiversité:

2-1 Richesse des espèces:

L'indice le plus courant de biodiversité est la richesse des espèces, c'est-à-dire le nombre d'espèces représentées en un lieu donné. Utiliser le nombre d'espèces comme mesure de la biodiversité se justifie puisque tout le monde comprend à peu près la notion d'« espèce ».

2-1-1 Richesse spécifique (S):

La richesse spécifique (S) est représenté par le nombre total ou moyen d'espèces recensées par unité de surface.

S= nombre d'espèces de la zone d'étude

Cet indice S peut être utilisé pour analyser la structure taxonomique du peuplement, plusieurs relations espèces-individus ont été établies dans l'objectif d'estimer au mieux la richesse spécifique absolue, indépendamment de la taille de l'échantillon (Peet, 1974).

2-1-2 Abondance (A)

A= nombre d'individus d'une espèce

Face à une population, les espèces vont suivre trois types de réaction selon leur sensibilité:

- disparaître, pour les plus sensibles;
- se maintenir, pour les indifférentes;
- profiter des nouvelles conditions mises en place et se développer, pour les tolérantes et les opportunistes,

Les profils d'abondance dans le temps sont donc largement utilisés comme indicateurs des effets des polluants dans les sédiments.

2-2 Indice de diversité: La diversité prend en compte non seulement le nombre d'espèces, mais également la distribution des individus au sein de ces espèces, deux principaux indices ont été développés: l'indice de Shannon-Wiener et l'indice de Simpson,

Grâce à l'étude de la réponse de ces indices à des variations de populations virtuelles, Peet (1974) les a classés en deux catégories:

- l'indice de Shannon dans les indices de type I, sensibles aux variations d'importance des espèces les plus rares;
- l'indice de Simpson dans les indices de type II, sensibles aux variations d'importances des espèces les plus abondantes.

2-3 Équitabilité des espèces

L'équitabilité des espèces est un autre moyen de mesurer la biodiversité. Elle désigne la distribution plus ou moins égale des individus au sein des espèces. En d'autres mots, elle renseigne sur l'abondance relative des différentes espèces ou la proportion des individus en leur sein. Par exemple, un site contenant un millier d'espèces peut apparaître peu diversifié si 99,9 % des organismes appartiennent à une même espèce.

Cet indice varie de zéro à un, Lorsqu'il tend vers zéro ($E < 0,5$), cela signifie que la quasi-totalité des effectifs tend à être concentrée sur une seule espèce. Il est égal à 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance.

Pendant longtemps, la mesure de la biodiversité s'est basée sur le nombre d'espèces d'un milieu donné et sur des indices simples ne prenant en compte que le nombre voire la proportion relative de ces différentes espèces. Or, étant donné la complexité de la notion de biodiversité et les nouveaux enjeux liés à son érosion massive et rapide, ce type de mesures a rapidement montré ses limites. Dès lors, de nombreuses études s'intéressant aux différentes facettes de la diversité biologique et aux moyens de les évaluer plus finement.

3- Stratégies en amélioration des plantes:

3-1 Définition de l'amélioration génétique des plantes:

L'amélioration des plantes peut être définie comme la modification des caractères des plantes par l'homme pour mieux les adapter à ses besoins. De point de vue génétique, elle correspond à

l'ensemble des opérations qui permettent de passer d'un groupe d'individus n'ayant pas certaines caractéristiques à un nouveau groupe, plus reproductible, apportant un progrès. Il s'agit de réunir dans un même individu le maximum de gènes favorables (Salmi, 2020).

3- 2 Objectifs de l'amélioration des plantes :

3-2-1 L'amélioration de la productivité:

Le potentiel de production peut être amélioré par la sélection. Un rendement supérieur peut être obtenu par une accumulation des gènes favorables pour ce caractère dans une plante et/ou par une modification de l'architecture de la plante pour lui permettre de mieux utiliser les ressources du milieu dans lequel elle se développe (lumière, eau, minéraux du sol etc..)(Salmi, 2020).

3-2-2 L'adaptation des plantes au milieu:

La sélection a permis d'étendre la zone de culture des espèces en les adaptant à des conditions climatiques nouvelles comme le froid et la sécheresse ou d'autres stress climatiques comme la verse due au vent et l'inondation. La résistance aux maladies aux insectes et à d'autres ravageurs permet d'augmenter et de stabiliser la production. Cette résistance peut nous économiser les frais de traitements par des pesticides et réduire les risques de pollution chimique (Salmi, 2020).

3-2-3- La qualité:

Le matériel végétal utilisé pour créer de nouvelles variétés est assujéti à des tests rigoureux de qualité. La qualité boulangère est une nécessité pour les variétés de blé. La couleur, la texture, la forme et la taille du fruit, le goût etc.. Sont des caractères importants que les sélectionneurs doivent prendre en considération.

3-3 Le rôle de l'améliorateur des plantes :

□ L'évaluation variétale :

Elle consiste à connaître les performances agronomiques des variétés testées dans différents environnements.

□ **La création variétale :**

Elle consiste à mettre au point des nouvelles variétés plus adaptées et plus productives quantitativement et qualitativement. Les moyens utilisés sont l'hybridation, la sélection, les techniques biotechnologiques et le génie génétique.

□ **La multiplication des variétés du catalogue national :**

On l'appelle aussi la sélection conservatrice. Elle effectuée dans le programme de production des semences destinées aux agriculteurs (Salmi, 2020).

3- 4 Modes de reproduction des plantes :

Les espèces végétales se perpétuent selon trois modalités principales :

- Par autofécondation : espèces autogames.
 - Par fécondation croisée : espèces allogames.
 - Par reproduction végétative à l'aide d'organes de reproduction très variés : tubercules, stolons, boutures, greffes, etc...
- } Reproduction sexuée

-Reproduction sexuée : Caractérisée par la fusion de deux gamètes ♂ et ♀ conduisant à la formation de l'embryon

a) L'autogamie :

□ **Définition :** La fécondation de la plante est réalisée par son propre pollen. Cependant, il peut se produire chez ces espèces autogames un croisement naturel pouvant atteindre un taux de 4 à 5%, (autogamie prépondérante). Ce taux peut varier selon les conditions climatiques, la variété, la vitesse et la direction du vent durant la pollinisation et enfin la population des insectes présents (types et nombre).

□ **Facteurs favorisant l'autofécondation :**

- ✓ Fleurs hermaphrodites (organes mâle et femelle dans la même fleur).
- ✓ Contact ou proximité permanente ou temporaire des étamines et stigmates.
- ✓ La maturité des gamètes est simultanée.
- ✓ Absence de système d'auto-incompatibilité ou de stérilité mâle.
- ✓ La fécondation croisée est empêchée par la présence de fleurs au moins partiellement fermées et peu attractives pour les insectes.

□ **Exemples de plantes autogames:**

- Céréales : avoine, blé tendre, blé dur, orge, riz, sorgho
- Légumineuses à graines : arachide, haricot, féverole, lentille, pois, soja, vesce.
- légumières : aubergine, laitue, poivron, tomate.
- Espèces industrielles : colza, caféier arabica, coton, lin, tabac
- Espèces fruitières : abricotier, pêcher.

b) L'allogamie :

□ **Définition :**

Lorsque l'allopollen est utilisé, on parle de fécondation croisée ou d'allogamie. Dans la nature, la plupart des espèces sont allogames, la pollinisation est généralement anémophile ou entomophile.

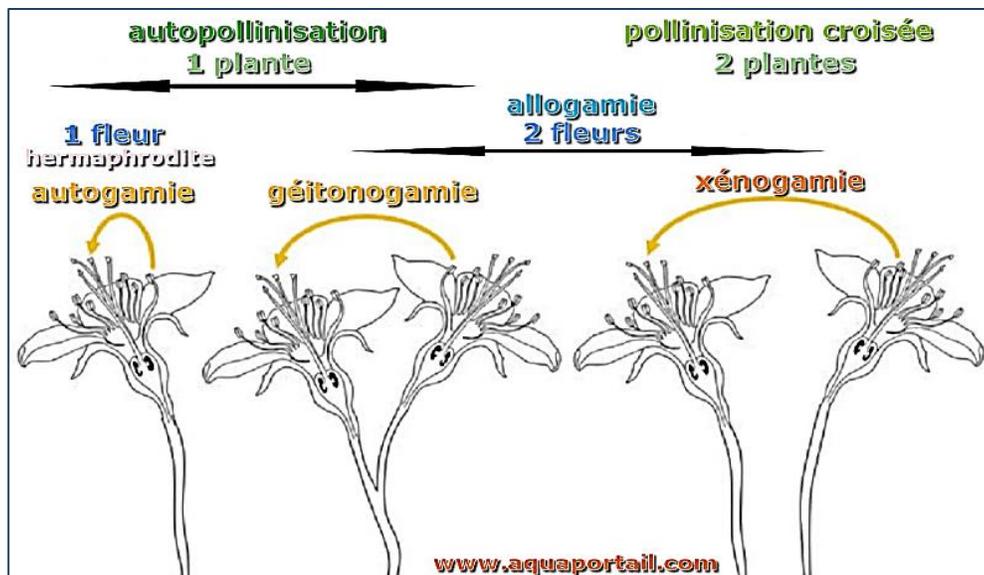


Figure : Types de pollinisation avec autogamie, géitonogamie, xénogamie, allogamie

□ **Les mécanismes de la fécondation croisée (l'allogamie):**

1- séparation des sexes dans l'espace :

- **Plantes monoïques** : les inflorescences ♂ et ♀ sont séparées, mais situées sur une même plante : maïs, melon, noyer, concombre, etc.

- **Plantes dioïques** : les sexes sont séparés sur des plantes ♂ et des plantes ♀: palmier dattier, etc. b) séparation des sexes dans le temps : Lorsque les organes sexuels n'arrivent pas à maturité en même temps sur la même fleur.

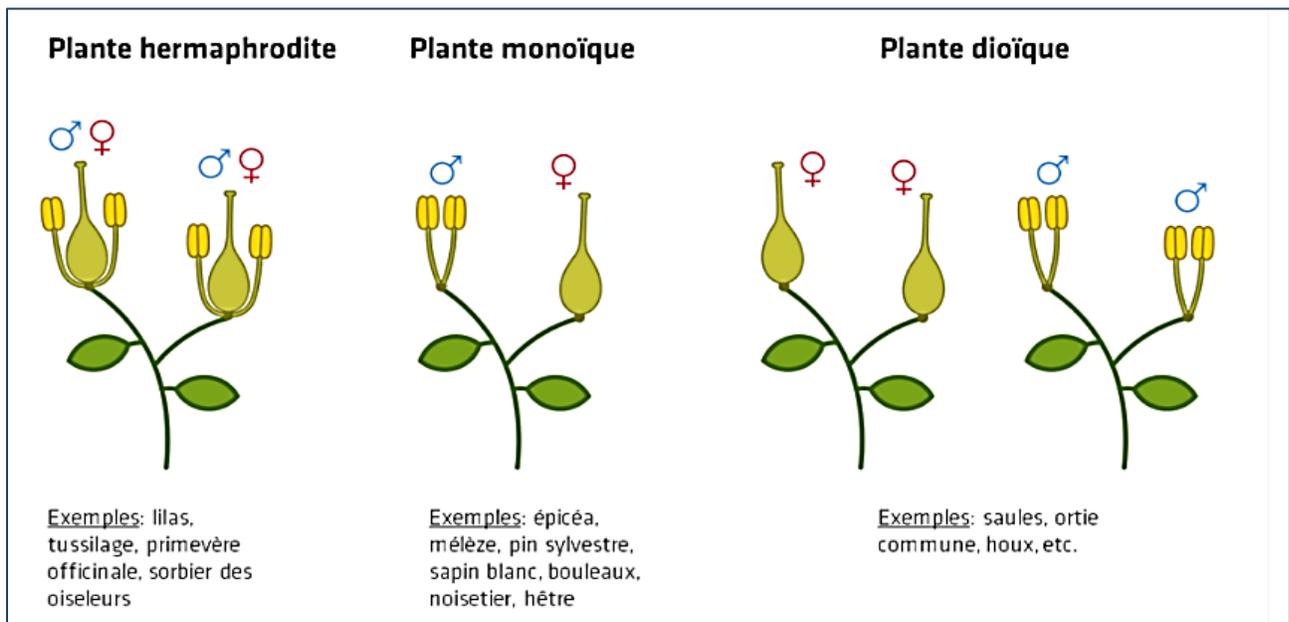


Figure : Une représentation schématisée des sexualités les plus communes chez les plantes.

2- Auto-incompatibilité et stérilité mâle:

□ **Auto-incompatibilité** : absence d'aptitude pour une plante à donner des semences (graines) lorsqu'elle est autofécondée, bien qu'elle puisse donner des semences normales par la fécondation croisée. Son pollen est actif sur une autre plante.

□ **Stérilité mâle (androstérilité)** : Elle se manifeste par l'absence de pollen fonctionnel ou l'avortement des étamines.

□ **Comment crée-t-on de nouvelles variétés ?**

La création variétale est née du besoin des hommes d'assurer une nourriture régulière, abondante et diversifiée. L'aventure a commencé il y a environ 10000 ans, et l'évolution des techniques et des connaissances a permis, au XXe siècle, de réaliser des progrès qualitatifs et quantitatifs exceptionnels.

L'homme sélectionne et resème les plantes intéressantes à cultiver. Il favorise ainsi celles qui sont les plus résistantes, les plus productives, les plus nutritives, et qui se transforment et se conservent le mieux. Il recherche à la fois des plantes pour se nourrir, pour se soigner et pour se vêtir.

L'amélioration des plantes se développe ainsi, de manière empirique, pendant des siècles, toujours avec la perspective et la promesse des moissons futures. Le choix des semences devient vite essentiel et fait évoluer les plantes cultivées. Ainsi, la domestication des céréales a orienté une sélection de plantes à épis solides et à égrenage (perte de grains) limité. La découverte de la sexualité des végétaux, vers 1700, puis de la génétique, à la fin du XIXe siècle (travaux de Mendel), puis celle de la molécule d'ADN (1953) posent les bases scientifiques de la sélection végétale.

□ **Le métier de sélectionneur**

Aujourd'hui, l'amélioration végétale est au coeur des métiers de la filière semence. Elle consiste à créer de nouvelles variétés à partir des variétés existantes en croisant entre elles les plantes choisies pour leurs qualités respectives. Ensuite les meilleures plantes issues de ces croisements - les descendants - sont sélectionnées jusqu'à obtenir une plante avec les qualités voulues.

Les connaissances et les outils nécessaires à l'obtention de nouvelles variétés ont conduit à l'émergence d'un nouveau métier, celui de sélectionneur. Il fait la synthèse entre la connaissance de la biologie des plantes et l'observation de leurs comportements. Parmi les qualités attendues à ce poste : la patience... En effet la création d'une nouvelle variété est très longue : elle nécessite jusqu'à 15 ans de travail.

□ **L'apport des biotechnologies**

Si la réalisation d'essais en plein champ et l'expertise humaine restent la base du métier de sélectionneur, les méthodes classiques de sélection sont désormais complétées par les biotechnologies qui permettent de gagner un temps précieux.

Par exemple, avec les biotechnologies, il est aujourd'hui possible de disposer d'informations sur le patrimoine génétique des plantes permettant d'anticiper les résultats potentiels des croisements entre parents. Concrètement, le sélectionneur dispose de marqueurs moléculaires qui lui permettent de repérer des caractères agronomiques dans l'ADN des plantes, concernant des aspects importants comme le rendement ou la résistance aux maladies notamment.

□ **Pourquoi créer de nouvelles variétés ?**

Les variétés ne sont jamais créées au hasard, mais pour répondre à des besoins précis qui intéressent l'agriculteur, le transformateur ou le consommateur.

1- Les attentes de l'agriculteur

Ce qui compte pour un agriculteur, c'est que les plantes soient les mieux adaptées possible à ses conditions de sol et de climat. En zone océanique, les maïs doivent résister au vent. En Lorraine, les blés ne doivent pas souffrir du froid hivernal et dans le Midi, les cultures doivent pouvoir tenir lors des périodes de sécheresse et de fortes chaleurs.

2- Des plantes pour un développement durable

Un des premiers objectifs de la sélection de nouvelles variétés a été l'augmentation des rendements, condition nécessaire pour répondre aux besoins alimentaires d'une population toujours croissante, et pour assurer les revenus des agriculteurs et le maintien de leurs activités.

Mais ceci ne doit pas se faire au détriment de la qualité de l'environnement. Les agriculteurs ont besoin de variétés résistantes aux maladies qui limitent l'utilisation de produits phytosanitaires, de variétés économes en engrais et de cultures bénéfiques pour les sols.

✚ Méthodes de la création de la variabilité génétique :

La création de variabilité (et en même temps création de nouvelles variétés) peut être réalisée par:

- **Croisements dirigés intraspécifiques ou interspécifiques** pour l'amélioration des espèces actuelles ou bien la création de nouvelles espèces ou éventuellement par culture in vitro d'embryons immatures. Plusieurs études font références aux essais de croisements interspécifiques.
- **Mutagenèse par agents physiques (rayons X, gamma) ou chimiques (MSE)** sur graines, méristèmes, pollen.
- **Modifications somatiques fréquentes dans les pratiques de la culture in vitro** à partir de fragments d'organes différenciés, de cellules isolées ou de protoplastes.
- **Fusion de protoplastes (cellules isolées sans paroi pecto-cellulosique).**
- **Transgénèse** concernant le transfert de gène par génie génétique.

La modification d'un génotype peut se faire à l'échelle qualitative en changeant la nature des gènes qui contrôlent les caractères recherchés (couleur, résistance aux maladies, ..) et en agissant sur leur assemblage. Elle peut être pratiquée à l'échelle quantitative en modifiant le dosage de l'information génétique par augmentation ou diminution du nombre des chromosomes d'une espèce.

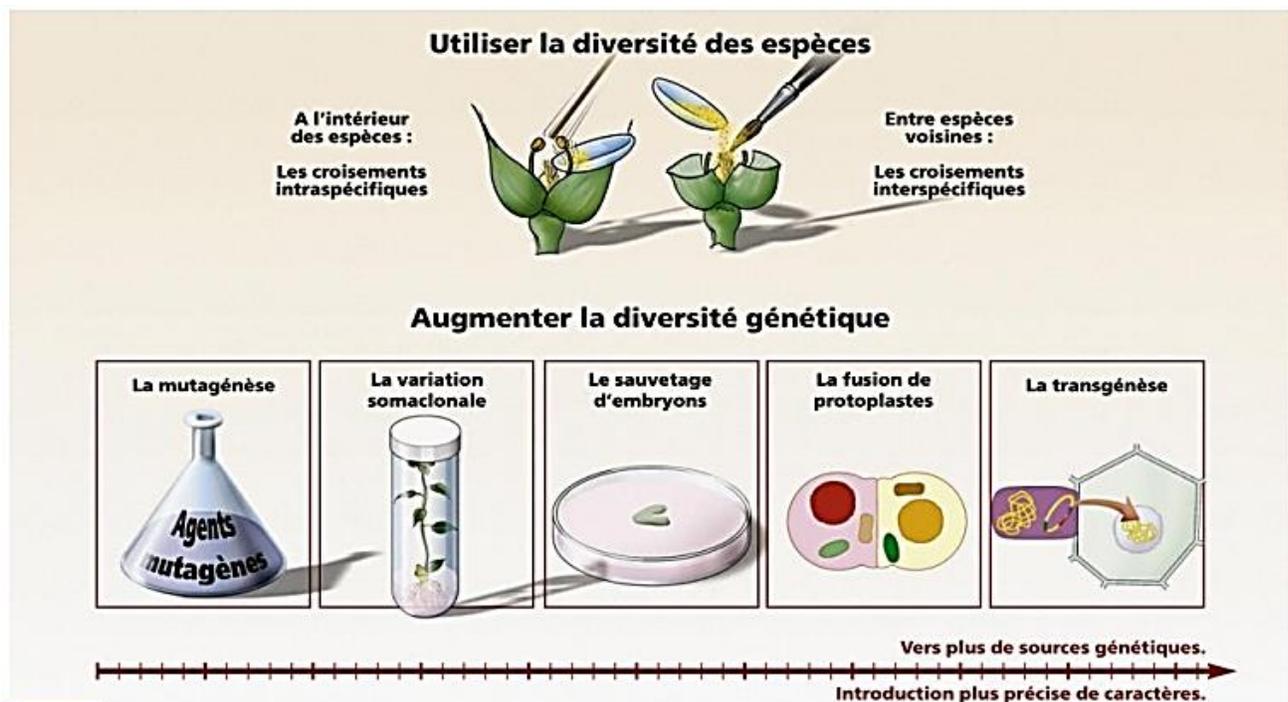


Figure- Techniques de création de variétés

Quelques références bibliographiques:

1- [https://fsnv.univ-](https://fsnv.univ-setif.dz/images/telecharger/BEV/L3%20Biotechnologie%20Vege%20Amelioration%2019-20%20cours%20Biodiversit%C3%A9%20g%C3%A9n%C3%A9tique.pdf)

[setif.dz/images/telecharger/BEV/L3%20Biotechnologie%20Vege%20Amelioration%2019-20%20cours%20Biodiversit%C3%A9%20g%C3%A9n%C3%A9tique.pdf](https://fsnv.univ-setif.dz/images/telecharger/BEV/L3%20Biotechnologie%20Vege%20Amelioration%2019-20%20cours%20Biodiversit%C3%A9%20g%C3%A9n%C3%A9tique.pdf)

2- Mme SALMI Manel (2019/2020), Cours de troisième année licence Spécialité : Biologie et physiologie végétale Module : Amélioration génétique des plantes, Université Mustapha Ben Boulaid Batna 2, Faculté des Sciences de la nature et de la vie, Département d'Ecologie et Environnement.

3- <https://www.semencemag.fr/amelioration-des-plantes-selection-varietes.html>