

Chapitre 6 : La domestication des plantes.

Introduction :

Au fil de son histoire, l'Homme a évolué sur le plan technologique en mettant au point progressivement différentes techniques utiles à sa survie et à son confort. Parmi ses grandes découvertes, une des plus importantes est sans aucun doute l'agriculture. Ce procédé, qui permet la production de grandes quantités d'aliments, a lui aussi évolué au fil des années. Cette évolution repose notamment sur une amélioration progressive des plantes utilisées afin d'augmenter les rendements tout en produisant des produits de meilleure qualité.

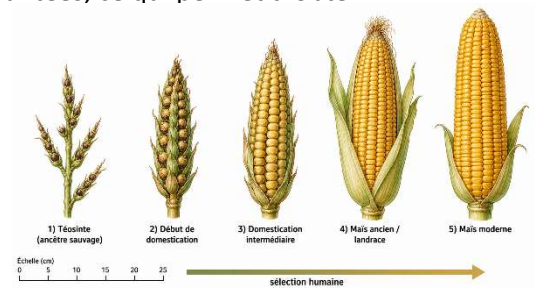
Pb- Quelles sont les différentes techniques actuelles et passées qui permettent l'amélioration des variétés ?
-Quelles sont les conséquences génétiques de la domestication des plantes ?

I/ Techniques de domestication et d'amélioration des plantes.

A) Historique et principe de la domestication des plantes.

Les populations humaines ont longtemps vécu de la cueillette et de la chasse. C'est depuis **10 000 ans** que l'**agriculture** commence à apparaître chez certaines communautés. Au départ, l'agriculture repose sur l'utilisation de plantes **sauvages** trouvées dans la nature. Les graines sont collectées puis plantées, ce qui permet d'obtenir artificiellement de grandes quantités de nourriture.

Au fil du temps, les plantes utilisées dans l'agriculture sont devenues progressivement **très différentes des plantes sauvages** initialement utilisées. Grâce à des techniques de sélection variétales, puis grâce aux techniques modernes d'amélioration variétale, les plantes cultivées sont devenues de plus en plus adaptées à nos besoins : ainsi, les **rendements** et les **qualités nutritives** sont devenus de plus en plus **optimaux**.



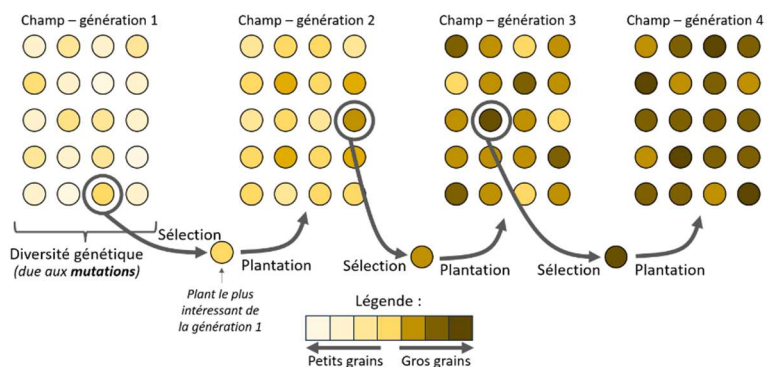
Épis à différents stades de la domestication

B) Techniques traditionnelles de sélection.

1) Principe de la sélection.

Depuis les débuts de l'agriculture, une **sélection** est réalisée à chaque génération par le paysan responsable des récoltes. D'une année sur l'autre, le paysan récupère les graines uniquement sur les plantes qui correspondent à ses attentes : celles qui produisent plus de graines par exemple, ou celles dont les graines sont les meilleures...

Cette sélection artificielle a contribué à améliorer les performances des cultures au fil des années et a débouché sur la création de **variétés paysannes**.



Le processus de sélection traditionnelle

2) Avantages et inconvénients des techniques traditionnelles de sélection.

L'amélioration des plantes cultivées par ces techniques de sélection traditionnelle est très **lente et limitée**. Il faut des générations d'agriculteurs pour réussir à obtenir des variétés efficaces. La population végétale ainsi sélectionnée conserve une grande **diversité génétique**, si bien que ses caractéristiques varient d'une génération à l'autre : les variétés paysannes ainsi obtenues ne sont donc **pas stables génétiquement**.



La diversité des variétés paysannes

Ces techniques permettent cependant de conserver une certaine **biodiversité** des produits obtenus :

-les critères de sélection pouvant varier d'une région à l'autre, de **nombreuses variétés paysannes** différentes ont été développées.

-Au sein d'une même variété paysanne, la **variabilité génétique** entre les individus permet de rendre la culture plus **stable** vis-à-vis des aléas (par exemple les aléas climatiques...).

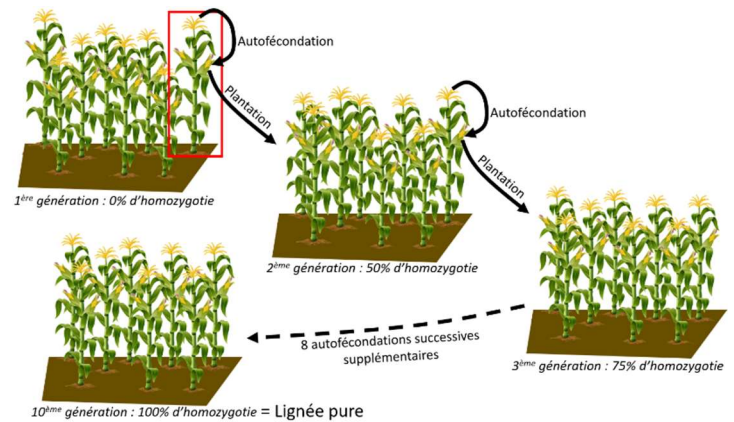
C) Techniques modernes de sélection.

1) La création de lignées pures.

La découverte par Mendel des lois de l'hérédité et du fondement de la génétique à la fin du XIXe siècle permet l'élaboration de nouvelles techniques de sélection. Les scientifiques ne vont alors plus se contenter de sélectionner les meilleures variétés : ils vont élaborer des **lignées pures** et donc **stables génétiquement**.

Voici comment ils procèdent :

- Le scientifique effectue un tri au sein de la diversité de la variété, afin de **sélectionner la meilleure plante**.
- La plante ainsi sélectionnée est soumise à une **autofécondation**. Chez les descendants issus de cette autofécondation, un **tri** est effectué afin de ne garder que les individus les plus intéressants. On effectue sur ces individus une nouvelle autofécondation, et ainsi de suite.
- Après une **dizaine d'autofécondations successives**, on obtient alors une **lignée pure, génétiquement homogène et stable**. Le **taux d'homozygotie** chez ces lignées pures est de presque **100%** : pour chaque gène, les deux allèles seront identiques.

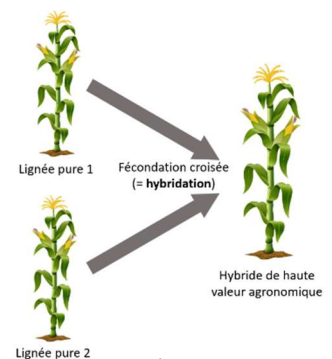


Le processus de création des lignées pures

2) L'hybridation.

En général, un fort taux d'homozygotie entraîne un **affaiblissement** de la plante : on parle de **dépression de consanguinité**. En effet, les allèles délétères / désavantageux, qui sont en général récessifs, ne peuvent plus être compensés par un allèle bénéfique dominant. Ainsi, les lignées pures obtenues sont certes stables génétiquement, mais sont aussi moins intéressantes agronomiquement.

Cependant, pour s'affranchir de ce problème, on peut réaliser une **hybridation** entre deux lignées pures, c'est-à-dire une reproduction sexuée croisée entre deux lignées pures différentes. Une telle hybridation permet ainsi de rétablir l'hétérozygotie. Les variétés hybrides ainsi obtenues sont donc **plus efficaces** et **combinent les avantages** des deux lignées parentales : On parle de **vigueur hybride** ou encore **d'effet hétérosis**.



L'hybridation

3) Avantages et inconvénients des techniques modernes de sélection.

Le développement de lignées pures, associé à l'hybridation, a permis d'augmenter les **rendements** de façon drastique au cours du 20^e siècle. Par exemple, en France, les rendements des céréales ont été multipliés par 6 en à peine un siècle et demi.

Cependant, la création de variétés hybrides est complexe et ne peut ainsi pas être assurée par les agriculteurs comme autrefois. Ils dépendent donc de **semenciers**, qui sont des entreprises spécialisées dans le développement des semences. Et d'une année sur l'autre, les agriculteurs ne peuvent pas réutiliser les graines produites par leurs cultures, sous peine d'une chute drastique de leurs rendements, car les variétés hybrides ne sont pas stables génétiquement. Ils doivent donc se réapprovisionner tous les ans chez le semencier.

En outre, l'utilisation de ces techniques modernes de sélection a été responsable d'une perte importante de la **diversité génétique** des plantes domestiquées. De nombreuses variétés de pays ont ainsi aujourd'hui disparu au détriment de produits, certes très efficaces, mais également très stéréotypés.

D) Utilisation du génie génétique pour l'amélioration des plantes.

1) La mutagenèse aléatoire.

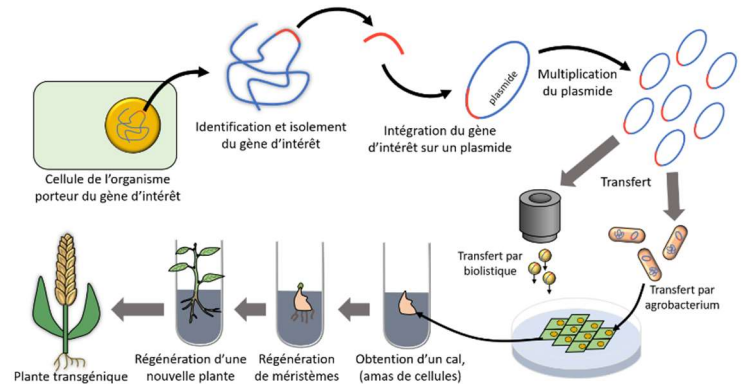
Depuis 1930, on utilise la **mutagenèse aléatoire** afin de provoquer artificiellement l'apparition de caractéristiques potentiellement avantageuses pour la variété cultivée.

Le principe est le suivant : on utilise des **agents mutagènes** (substances chimiques mutagènes, irradiation...) afin de provoquer des **mutations** dans les plantes étudiées. Par hasard, certaines mutations peuvent procurer un intérêt agronomique. Les caractères avantageux obtenus sont ensuite sélectionnés et ajoutés par croisement au sein des variétés déjà existantes.

Dans la législation, les variétés créées par mutagenèse aléatoire ne sont pas considérées comme des OGM (organismes génétiquement modifiés), et peuvent donc être utilisées en France, même en agriculture biologique. La grande majorité des variétés actuellement utilisées dans l'agriculture sont issues partiellement de ce processus.

2) La transgénèse.

La **transgénèse** consiste à **isoler un gène** chez une espèce donnée pour le **transférer** chez un individu d'une autre espèce que l'on veut modifier. Dans le domaine agro-alimentaire, ce procédé permet d'obtenir des plantes transgéniques, encore appelées **OGM** (= organismes génétiquement modifiés), qui présenteront un **caractère nouveau intéressant** (exemple : résistance à un herbicide, résistance à un parasite ou à un ravageur, etc.).



La transgénèse

Depuis les années 90, on est capable de créer des OGM aux caractéristiques diverses :

- Certains OGM peuvent présenter des **intérêts nutritionnels améliorés** : par exemple, le **riz doré** est un OGM du riz qui produit de plus grandes quantités de caroténoïdes, ce qui pourrait permettre d'éviter des carences en vitamine A dans certaines régions du monde.
- Certains OGM peuvent être **résistants à certains ravageurs ou à certaines maladies** : par exemple, le **maïs Bt** produit naturellement une toxine qui l'empêche d'être consommé par la pyrale du maïs, un ravageur particulièrement problématique.
- Certains OGM ont des intérêts cependant plus controversés, comme les plantes « Roundup ready » qui **résistent aux herbicides**, ce qui permet de traiter les mauvaises herbes sans tuer la plante cultivée : les rendements sont ainsi améliorés, mais la quantité d'herbicides utilisée augmente en conséquence...

L'utilisation d'OGM est très **controversée** actuellement en France pour plusieurs raisons :

- Pour des **raisons économiques et sociales** : seules les grandes firmes internationales ont les moyens de créer des OGM, ce qui leur permet d'avoir le **monopole**.
- Pour des **raisons environnementales** : il peut y avoir **dissémination** des gènes modifiés chez les plantes sauvages ou chez les cultures non-OGM, ce qui peut poser un certain nombre de problèmes (par exemple, dans le cas du « Roundup ready », cela peut entraîner une résistance progressive des mauvaises herbes aux herbicides).
- Pour des **raisons sanitaires** : Aujourd'hui, nous avons le recul nécessaire pour savoir que **les OGM ne présentent pas particulièrement de risques pour la santé**, mais, dans la population, bon nombre de gens restent persuadés à tort que leur consommation est nocive.

A cause de ces controverses, de la mauvaise image des OGM en Europe, ainsi que de nombreuses actions militantes réalisées par les « faucheurs volontaires », la culture de semences OGM à des fins de commercialisation est aujourd'hui interdite en France.

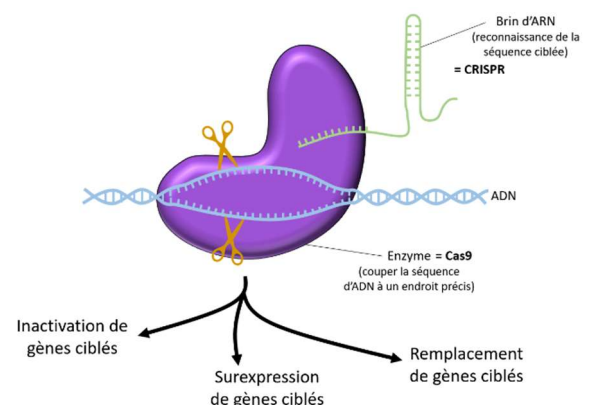
3) La mutagenèse dirigée.

Depuis quelques années, les progrès en génie génétique nous permettent de pouvoir **éditer le génome** des êtres vivants de **manière ciblée**.

Pour cela, les chercheurs utilisent des « **ciseaux moléculaires** » constitués par l'association d'un brin d'ARN (CRISPR) chargé de cibler le gène à modifier et d'une enzyme (Cas9) capable de couper l'ADN à cet endroit.

Les résultats sont globalement les mêmes que pour la mutagenèse aléatoire (une modification du génome de la plante ciblée), à la différence près que les scientifiques ont le contrôle sur les modifications effectuées.

Ces nouvelles techniques sont extrêmement prometteuses, mais souffrent néanmoins d'un handicap législatif en France : les plantes issues de la mutagenèse dirigée (qui sont souvent qualifiées de « nouveaux OGM ») sont légalement considérées comme des OGM, et leur culture est donc interdite à des fins de commercialisation en France.



La technique CRISPR-Cas9

E) La multiplication des variétés obtenues.

Les variétés obtenues par ces différents procédés doivent être ensuite **multipliées** afin que les agriculteurs puissent les utiliser rapidement. La multiplication par voie traditionnelle (obtention de graines, replantage, et ainsi de suite...) prend énormément de temps. Afin de multiplier à l'infini de manière rapide et efficace nos variétés obtenues, on utilise le procédé de la **culture in vitro**, qui exploite le processus naturel de la **reproduction végétative**.

Le principe de la culture in vitro est d'obtenir à partir d'un fragment de végétal (voire même d'une seule cellule !) de nombreuses plantes **génétiquement identiques**, et ce de manière **rapide**. Ce procédé est effectué en laboratoire.



La culture in vitro