

Thème : DE LA PLANTE SAUVAGE A LA PLANTE DOMESTIQUEE
Chapitre 4 : La plante domestiquée

Nous avons déjà vu l'anatomie, la physiologie et le développement des végétaux chlorophylliens. Ces végétaux ont une importance capitale dans le fonctionnement de notre biosphère : en étant les seuls êtres vivants à convertir le carbone minéral en carbone organique, ils sont à l'origine de la matière organique l'ensemble des écosystèmes sur Terre. Ils accompagnent depuis des millénaires le développement de nos sociétés, basées pour la plupart sur la culture de certaines espèces, notamment des céréales.

Nous allons étudier quelques aspects de la relation entre l'Homme et les plantes : Comment les plantes ont été domestiquées par les humains ; comment de nouvelles variétés végétales sont créées aujourd'hui ; comment la domestication des plantes a modelé le génotype de certaines populations humaines.

I. La sélection des plantes par l'Homme

Cette sélection a commencé lors de la **sédentarisation** des populations humaines il y a environ 10.000 ans. ***Nous prendrons l'exemple du maïs.*

A) Le processus de domestication : des plantes sauvages aux plantes domestiquées

La domestication des plantes s'est faite à partir d'espèces sauvages.

***L'espèce ancestrale du maïs ressemble à la téosinte actuelle. Elle a pour origine l'Amérique centrale actuelle. C'est son **foyer** de domestication, on y retrouve les indices archéologiques les plus anciens de sa culture par l'Homme.*

***Les différences entre la téosinte et les maïs cultivés montrent que l'espèce ancestrale a subi un **processus de domestication**. De génération en génération, les humains ont choisi pour fonder la génération suivante les plants ou graines jugés les plus intéressants (taille /goût des fruits, nombre ou taille des graines par épis...). Cette **sélection artificielle** (sélection exercée par l'humain) a donc d'abord été réalisée de façon **empirique**.*

Une espèce cultivée est différente de son ancêtre sauvage par des caractères qui sont :

- **intéressants** pour l'Homme
- **défavorables** à la plante en milieu naturel

***Par exemple les graines de la téosinte se détachent de l'épi à maturité, ce qui facilite la dissémination des graines. Chez le maïs domestiqué, les graines restent sur l'épi à maturité, ce qui facilite la récolte pour l'homme. Mais ce caractère est défavorable à la plante puisque la dissémination de la graine est défavorisée.*

Ces caractères constituent le syndrome de **domestication** caractérisant les espèces domestiquées. Ils sont responsables de la rareté des espèces cultivées dans les milieux naturels auxquels elles ne sont plus adaptées.

A partir d'un foyer de domestication, les Hommes ont échangé des graines puis ont poursuivi la culture et la sélection artificielle dans diverses régions du monde.

Dans chaque région, des choix différents ont pu être réalisés par l'humain lors de la sélection artificielle. De plus la sélection naturelle a pu s'opérer différemment en fonction de l'environnement local (conditions météorologiques, nature du sol etc...). Ainsi, à partir d'une espèce ancestrale commune on a pu obtenir dans différentes régions des variétés différentes, caractérisées par des exigences écologiques, des qualités nutritionnelles, une morphologie... différentes. Cette **diversité variétale** est un des aspects de la biodiversité.

B) Les conséquences génétiques de la domestication : une baisse de la diversité allélique

De manière générale la domestication s'accompagne d'une réduction de la diversité allélique au sein d'une variété. En effet, pour des raisons pratiques on cherche à homogénéiser les caractéristiques de la variété (***par exemple on veut que la taille, la morphologie, les caractéristiques gustatives des fruits soient similaires au sein de la variété, et transmissibles à la descendance*).

*** Les variétés de blé dur actuelles présentent une diversité allélique 25 fois inférieure à l'espèce sauvage la plus proche (l'amidonniér sauvage).*

Cette perte de diversité génétique s'accompagne d'une plus grande fragilité de certaines espèces/variétés vis-à-vis d'éventuelles perturbations de l'environnement. Si l'environnement change ou si un pathogène apparaît, il y a moins de chance qu'il existe un individu possédant un allèle avantageux lui permettant de résister à ce changement.

***Par exemple, en Irlande au 19^{ème} siècle l'apparition du mildiou (un champignon parasite des pommes de terre) a créé une famine responsable de la mort d'environ 1 million d'individus. En effet les pommes de terre sont principalement cultivées par reproduction asexuée. L'ensemble de la variété cultivée à l'époque était donc un clone génétique, sensible au mildiou. La faible diversité génétique de la variété a rendu peu probable l'existence d'une population résistante à ce parasite.*

II. les techniques biologiques au service de la création de nouvelles variétés

A°) Obtention de lignées pures et hybridation

Afin d'homogénéiser une variété, on procède à des **autofécondations** successives. De génération en génération, la proportion de gènes à l'état **homozygote** augmente. En une dizaine de générations on obtient une lignée pure. Une lignée pure est une variété pour laquelle les gènes sont presque tous à l'état homozygote. Une **lignée pure** est donc une variété très stable et homogène, qui peut être commercialisée.

Mais le fort taux d'homozygotie s'accompagne d'un affaiblissement phénotypique.

On procède alors à des croisements de lignées pures différentes, afin d'obtenir des hybrides qui combinent les caractéristiques intéressantes des 2 lignées **parentales**. Ces hybrides sont généralement plus vigoureux : on parle de « vigueur hybride » ou « effet **hétérosis** ».

B°) Techniques de génie génétique

Depuis 1980, les progrès de la biologie moléculaire ont permis de développer des techniques d'amélioration des plantes basés sur la modification directe de leur génome.

1°) la transgénèse, technique permettant d'obtenir des OGM

C'est l'introduction dans le génome de la plante receveuse d'un gène d'intérêt provenant d'une autre espèce, ce qui lui permet de synthétiser une nouvelle protéine. L'espèce receveuse ainsi modifiée est qualifiée d'OGM, **Organisme Génétiquement Modifié**. ***L'exemple le plus connu est le Maïs Bt qui résiste à certains insectes grâce à un gène de bactérie.*

2°) les techniques de mutagenèse

Leur objectif est la modification du génome de la plante sans ajout de gènes étrangers. On a utilisé historiquement les mutations spontanées, mais trop rares, elles ont été supplantées par des mutations **induites**.

Les mutations induites ont été initialement **aléatoires**. Elles étaient provoquées par des agents **mutagènes** physiques (***rayons X, UV...*) ou chimiques (***éthyl méthane sulfonate*) qui augmentent considérablement la probabilité de mutation, (***500 fois pour l'éthyl méthane sulfonate*).

Les mutations sont aujourd'hui **dirigées** et ciblent les gènes d'intérêt, voici deux exemples :

- la mutagenèse dirigée par oligonucléotides :

Les oligonucléotides de synthèse (petits morceaux d'ADN) permettent de cibler des gènes d'intérêt pour les modifier ou les inactiver. Ils correspondent à des segments de la séquence du gène que l'on veut étudier, mais en différent par un nucléotide.

Introduit dans la cellule, un oligonucléotide peut s'associer à l'ADN de la plante par complémentarité. Le mécanisme endogène de réparation de l'ADN va alors repérer le nucléotide différent et provoquer une **mutation** sur l'ADN de la plante.

L'oligonucléotide, qui est rapidement dégradé dans les cellules, n'est jamais intégré dans le génome de la plante.

- l'édition génique par CRISPR-Cas9, les « ciseaux moléculaires »:

CRISPR-Cas9, est une endonucléase capable de se lier à un ARN guide d'environ 20 nucléotides. Cet ARN guide est complémentaire de la séquence cible de l'ADN que l'on souhaite faire muter. En s'hybridant spécifiquement avec cette séquence cible, l'ARN guide positionne la nucléase CRISPR-Cas9 qui coupe l'ADN à l'endroit souhaité.

Ces nucléases peuvent être aussi utilisées en **transgénèse** pour couper l'ADN et permettre l'introduction d'un gène.

III. La coévolution des plantes cultivées et des humains cultivateurs

L'humain a donc exercé une sélection artificielle importante sur les plantes cultivées.

En retour, consommer ces végétaux pendant des milliers d'années a eu une influence sur notre propre évolution génétique. Pour rappel, ***c'est la consommation de lait à l'âge adulte par nos ancêtres qui a sélectionné l'expression de la lactase à l'âge adulte dans certaines populations humaines.*

Il en est de même pour la consommation d'espèces végétales : plusieurs populations ont domestiqué des céréales lors de la transition néolithique : ***blé et orge au Proche-Orient puis en Europe ; riz et millet en Asie de l'Est ; mil et sorgho en Afrique.*

Ces céréales contiennent de grandes quantités de glucides sous forme d'amidon, un polymère de glucose digéré notamment grâce à l'amylase salivaire. *** On a pu démontrer que par rapport au chimpanzé, dont le génome contient seulement deux copies du gène codant l'amylase, les génomes des populations humaines en contiennent entre deux et quinze copies. Plus le nombre de copies du gène codant l'amylase salivaire, est élevé dans le génome d'un individu et plus celui-ci produit d'amylase dans sa salive et digère efficacement l'amidon. Il existe une différence significative du nombre de copies du gène codant l'amylase entre les populations actuelles consommant peu d'amidon (éleveurs, certains chasseurs-pêcheurs) qui ont en moyenne 5 copies et les populations actuelles ayant une alimentation riche en amidon (agriculteurs et certains chasseurs-cueilleurs consommant beaucoup de tubercules) qui ont en moyenne 7 copies.*

Dans cet exemple d'adaptation, ce n'est donc pas une mutation ponctuelle qui a été sélectionnée (ce qui était le cas dans l'exemple du phénotype de persistance de la lactase), mais bien une augmentation du nombre de copies d'un gène. *(Cf cours de génétique, crossing over inégal et constitution d'une famille multigénique)*

Conclusion

La perte de certaines caractéristiques des plantes sauvages (comme des défenses chimiques ou des capacités de dissémination) et l'extension de leur culture favorisent le développement des maladies infectieuses végétales. Ces fragilités doivent être compensées par des pratiques culturelles spécifiques.

L'exploitation des ressources génétiques (historiques ou sauvages si elles existent) permet d'envisager de nouvelles méthodes de cultures (réduction de l'usage des intrants, limitation des ravageurs par lutte biologique).

La domestication des plantes, menée dans différentes régions du monde, a eu des conséquences importantes dans l'histoire des populations humaines. Elle a contribué à la sélection de caractères génétiques humains spécifiques.