

## P4. La domestication des plantes.

### L'amélioration des plantes par l'humain.

- La production de végétaux est un **enjeu majeur pour nourrir l'humanité** : les végétaux constituent en effet une part importante de **l'alimentation humaine**.
- Les plantes cultivées sont issues d'une **domestication** et proviennent **d'espèces sauvages**. Elles présentent des différences par rapport à leurs ancêtres sauvages suite au **syndrome de domestication**.
- Le syndrome de domestication correspond aux caractéristiques qui différencient la plante cultivée domestique de la plante sauvage suite au travail de **l'humain** qui **sélectionne artificiellement des caractéristiques intéressantes** pour lui (c'est une forme de **sélection naturelle** dont l'humain constitue la **pression de sélection**). Les plantes **perdent ainsi progressivement leur capacité de survie en milieu naturel**. Leur reproduction et leur propagation sont assurées par l'humain. C'est désormais une relation de **mutualisme** (des espèces A et B tirent mutuellement profit de la présence de l'autre).
- Les plantes ont été domestiquées à partir de **foyers de domestication** connus : c'est l'endroit sur le globe où l'on retrouve les espèces sauvages apparentées.
- La sélection s'est d'abord faite **empiriquement**, c'est-à-dire sans connaissance en génétique (par simple observation, et semis des graines des plantes intéressantes).

### Les techniques d'obtention de nouvelles variétés.

- La mise au point de nouvelles variétés est un processus qui **prend du temps**. On **sélectionne** les individus qui présentent des caractères intéressants, et qui seront les « parents » de la nouvelle variété, on fait des séries de **croisements**, puis on sélectionne encore...
- Les **sélectionneurs** peuvent utiliser plusieurs **sources de diversité biologique** : des **variétés anciennes**, des **espèces sauvages** apparentées, des **mutations spontanées**, des **mutations induites** par des agents mutagènes, ou alors des **techniques de transfert ou d'édition de gènes** (**biotechnologies**).
- Lors de **l'hybridation**, on croise deux parents homozygotes dont chacun possède des caractéristiques intéressantes (différentes entre les deux individus). On obtient alors un **hybride hétérozygote** qui cumule les propriétés des deux parents : les **hybrides F1 sont homogènes** et montrent une vigueur que n'ont pas les parents. En revanche, il est impossible de les ressemer puisque du fait de l'hétérozygotie la génération suivante ne sera pas homogène.

- Une autre technique est le **rétrocroisement** (croisement en retour ou backcross en anglais).
- Par exemple, on croise une **variété « élite »** aux caractéristiques intéressantes avec une autre variété qui possède un **caractère d'intérêt**. On veut que cette **variété élite garde ses caractéristiques, mais qu'elle acquière en plus le caractère d'intérêt**. La première génération possède les caractéristiques de la variété élite, mais aussi celles de la variété avec le caractère d'intérêt (donc beaucoup de caractéristiques non voulues). Pour ne conserver que les caractères élite et le caractère d'intérêt, on fait toute une série de **rétrocroisements** = **on croise les individus obtenus à chaque génération avec des individus élites pendant plusieurs générations** pour ne conserver à la fin que les caractères élite mais aussi le caractère d'intérêt qui est désormais fixé.
- On peut **sélectionner** les individus à chaque génération en utilisant un marquage génétique, ce qui permet de ne garder que les individus intéressants (la sélection s'opère grâce au repérage des différents marqueurs moléculaires).
- L'amélioration par **transgénèse** permet de créer des **PGM** (plantes génétiquement modifiées). Cela permet de **s'affranchir des barrières entre espèces**. Il s'agit d'introduire dans des plantes cibles des séquences d'ADN codant un caractère d'intérêt (la technique utilise **l'universalité de l'ADN et du code génétique**).
- Pour introduire les gènes d'intérêt, on utilise des **vecteurs** : des bactéries (*Agrobacterium tumefaciens* qui infecte naturellement les plantes), des microbilles...
- On peut ainsi rendre les plantes résistantes aux herbicides, leur faire fabriquer des molécules insecticides... au risque de développer des **résistances**.
- Une technique récente est celle de l'édition de gène par le **complexe CRISPR-Cas9**. Cette technique permet de couper, modifier, remplacer n'importe quel ADN. Cela permet d'inactiver des gènes ou d'en insérer de nouveaux dans un génome. La technique soulève cependant d'importantes **questions éthiques**.
- La production de semences commerciales est donc devenue une **activité spécialisée**.

## Biodiversité et domestication.

- Une **espèce domestiquée** présente souvent **plusieurs variétés différentes** (ex. pomme, tomate...) suivant les critères retenus par l'humain.
- Cette diversité résulte de **mutations** dans certains gènes.
- C'est donc une **forme de biodiversité** engendrée par l'**humain**.
- A l'inverse, en sélectionnant certaines caractéristiques, l'humain réduit la biodiversité : il y a un **appauvrissement de la diversité allélique lors de la domestication**.
- C'est ainsi que **certaines caractéristiques peuvent être perdues** chez les espèces domestiquées : c'est le cas de **défenses chimiques** comme chez la tomate domestiquée. C'est aussi le cas de la **perte de capacités de dissémination** sans l'intervention humaine.
- L'extension de la culture de ses plantes génétiquement moins riches **favorise le développement des maladies infectieuses végétales**.
- C'est le cas pour le bananier dont les plantations constituent des clones. Un champignon pathogène provoquant la maladie de Panama a provoqué la disparition de la variété clone Gros Michel. Elle a été remplacée par la variété Cavendish résistante, mais cette variété est elle-même sensible à une nouvelle souche de ce champignon.
- Les espèces sauvages ou les variétés anciennes constituent cependant un **réservoir de biodiversité** (on peut exploiter leurs **ressources génétiques**).
- On peut utiliser **différentes méthodes de cultures** pour réduire l'usage d'**intrants** (ex. **produits phytosanitaires** qui peuvent conduire à l'émergence de **résistances**) ou limiter l'impact des **ravageurs des cultures**.
- On peut **panacher** les variétés dans une même parcelle plutôt que d'en cultiver une seule. Les avantages en sont un moindre développement des maladies du fait d'effets de :
  - **dilution** (par éloignement des individus sensibles, et donc une propagation de l'agent pathogène ralentie) ;
  - **barrière** (les individus résistants piègent les agents pathogènes et protègent les plantes sensibles) ;
  - **prémunition** (les plantes résistantes peuvent déclencher chez les plantes sensibles des mécanismes de défense les protégeant d'attaques).
- Cette technique culturale peut par ailleurs permettre une **moindre utilisation de produits phytosanitaires**.
- D'autres **pratiques culturales** sont possibles (**lutte biologique** par exemple).

## Domestication des plantes et évolution humaine.

- L'**amylase** est une enzyme qui hydrolyse l'amidon en glucose. Il y a une grande **variabilité de la production d'amylase dans les populations humaines**, variabilité due à un **nombre de copies du gène AMY1** codant l'amylase **variable d'un individu à l'autre**.
- Les populations qui ont un **régime riche en amidon** ont globalement **plus de copies du gène AMY1** que celles qui ont un régime pauvre en amidon. Le **régime alimentaire a donc un effet sur le nombre de copies du gène** des différentes populations humaines (suite à des duplications géniques qui apportent un **avantage sélectif** pour les populations consommant de l'amidon).
- Les **débuts de l'agriculture** il y a 10 000 ans, avec la domestication de plantes dont les graines sont riches en amidon, ont probablement joué un rôle important dans l'évolution du nombre de copies du gène de l'amylase salivaire.
- Une **évolution culturelle**, en modifiant l'environnement (ici le régime alimentaire) des humains, a entraîné une **évolution biologique**.
- La **morphologie de la mâchoire inférieure** humaine s'est également modifiée depuis 6 000 ans chez les individus : on observe une **réduction de la taille de la mâchoire** que l'on peut relier au **changement d'alimentation** (moins difficile à mastiquer, donc moins besoin de muscles masticateurs puissants qui s'insèrent dans la mâchoire).
- Les aliments riches en **acides gras oméga-3** sont importants pour le développement cérébral. Ce sont des AG poly-insaturés.
- Les **voies de biosynthèse** de ces AG font intervenir deux **enzymes** clés (des désaturases) qui interviennent à différents niveaux.
- Les allèles codant ces enzymes ont été sélectionnés au cours de l'évolution, suite à la plus grande proportion de végétaux dans notre alimentation (ces enzymes interviennent notamment dès le début de la voie de biosynthèse à partir d'acides gras végétaux). Là aussi **l'alimentation a un impact sur l'évolution humaine**. Il s'agit d'une **coévolution**.