

La domestication de la plante

Cours

Sommaire

I Les actions de l'homme sur les plantes

A Des variétés sélectionnées de manière empirique

B Les techniques de sélection artificielle

1. L'hybridation programmée
2. La transgénèse

C Les objectifs de la sélection artificielle

II Les conséquences de la domestication des plantes

A La perte de biodiversité

B La modification des pratiques culturelles

C Les conséquences de la domestication sur la population humaine

RÉSUMÉ

La culture des plantes représente un enjeu majeur pour nourrir l'humanité. Au cours du temps, l'homme a agi sur les espèces végétales afin d'optimiser leurs caractéristiques. Pour cela, il les a sélectionnées avec des techniques de plus en plus perfectionnées. Cette sélection a des conséquences à la fois sur les plantes mais aussi sur l'évolution biologique des populations humaines.

I Les actions de l'homme sur les plantes

Depuis le début de l'agriculture, l'homme a sélectionné des variétés de plants lui permettant d'obtenir de meilleures productions, tout d'abord de manière empirique, puis en utilisant les biotechnologies lui permettant de répondre à des objectifs nombreux et variés.

A Des variétés sélectionnées de manière empirique

L'homme exerce une sélection artificielle liée à l'observation sur les plantes qu'il cultive. Il sélectionne des caractéristiques différentes de celles des plantes sauvages. Il favorise les caractères intéressants pour lui.

La domestication des plantes est un processus de sélection artificielle qui s'oppose à la sélection naturelle. Ce processus a débuté il y a 10 000 ans avec l'agriculture.

La sélection naturelle favorise les caractères permettant de survivre et de s'adapter au milieu de vie. Par la sélection artificielle, l'homme choisit des plants présentant des caractères avantageux pour la culture, la récolte, la consommation.

Sélection artificielle

La **sélection artificielle** est un processus de sélection par l'homme qui conserve les caractères qui présentent un avantage pour lui. Elle s'oppose à la sélection naturelle.

Dans l'histoire de l'agriculture, cette sélection artificielle s'est d'abord déroulée de manière empirique, c'est-à-dire basée sur l'observation. Les caractères intéressants pour l'homme ont été conservés (taille, couleur, goût, vigueur). Les graines des plants les plus intéressants sont conservées pour être semées l'année suivante.

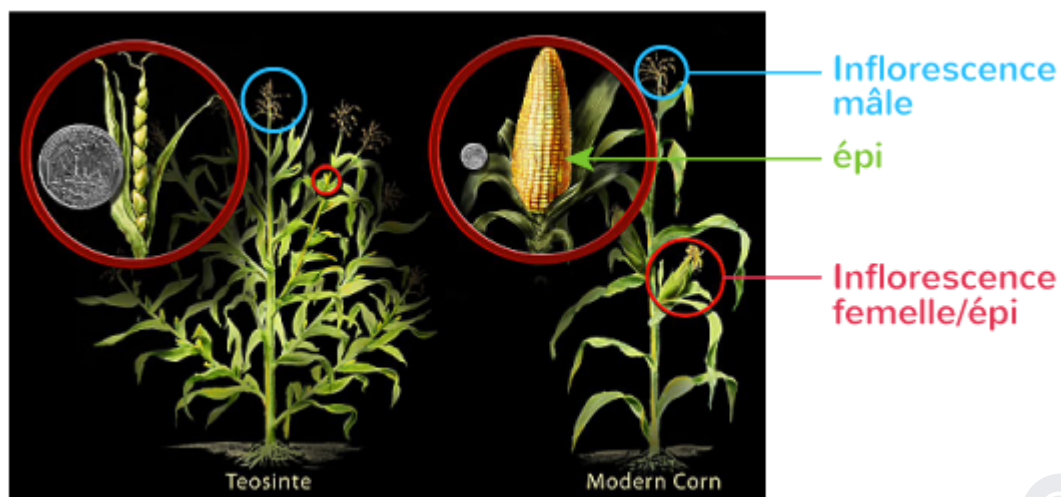
DÉFINITION

Sélection empirique

La **sélection empirique** est basée sur l'observation. Elle ne s'appuie sur aucune théorie.

La comparaison d'une plante cultivée et d'une plante voisine sauvage supposée être l'ancêtre de la plante cultivée montre qu'au cours du temps, l'homme a sélectionné certains caractères : taille, couleur, nombre de graines, etc.

EXEMPLE



La téosinte, plante sauvage, est l'ancêtre supposé du maïs moderne. La comparaison entre la téosinte et le maïs moderne montre que la plante cultivée produit des épis plus longs et plus gros, contenant un grand nombre de grains : la domestication a permis une augmentation du rendement.

B Les techniques de sélection artificielle

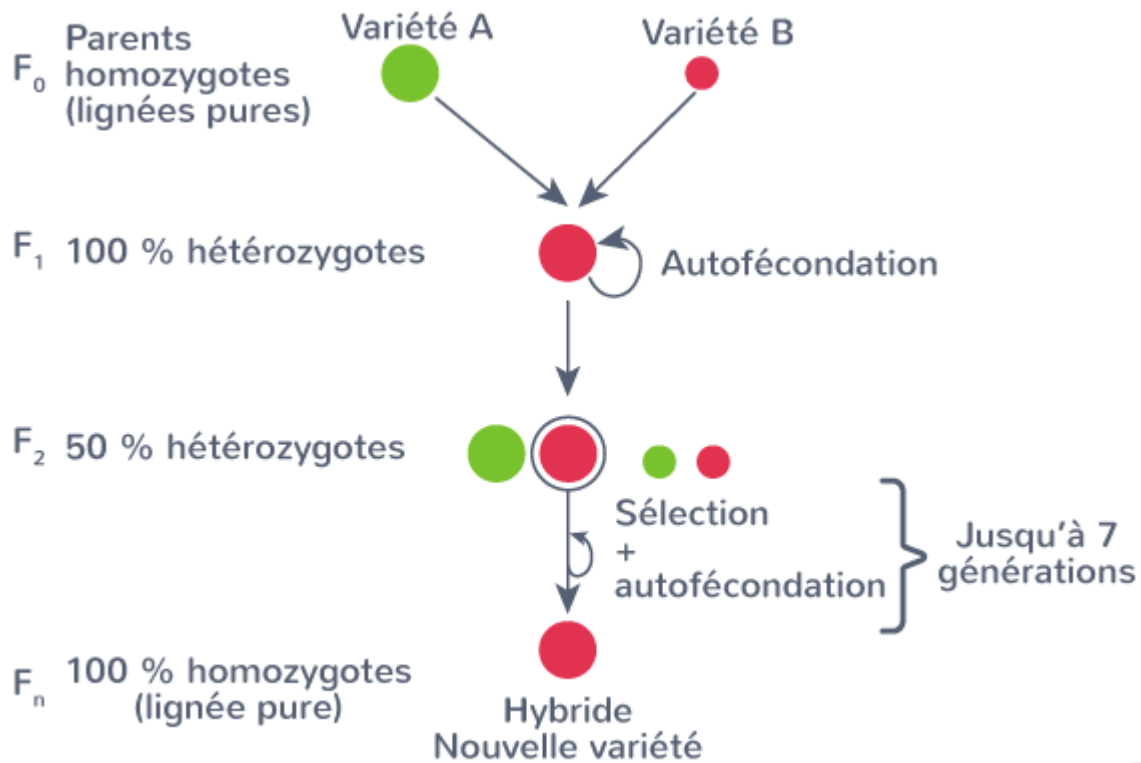
L'avancée des connaissances et les progrès technologiques ont permis des sélections programmées par hybridations ou par l'utilisation des procédés de biotechnologie, tels que la transgénèse.

1. L'hybridation programmée

L'hybridation programmée consiste à croiser des plants sélectionnés pour leurs caractères intéressants. Les descendants portant les caractères souhaités sont sélectionnés puis autofécondés pendant plusieurs générations afin d'obtenir des variétés hybrides de lignées pures.

Les premières hybridations avec les parents choisis ont eu lieu à la fin du XIX^e siècle.

L'apparition d'une nouvelle variété n'est plus le fruit du hasard de l'hybridation naturelle ou de mutations, la reproduction est contrôlée. Il faut plus d'une dizaine d'années pour obtenir la variété souhaitée.



Des variétés de lignées pures possédant des caractères souhaitant être rassemblés dans une seule variété sont croisées. Les descendants (génération F1) de ce premier croisement sont tous hétérozygotes et seuls les caractères dominants sont visibles. Les plants possédant les caractères souhaités sont sélectionnés et autofécondés pendant plusieurs générations, jusqu'à ce que l'on obtienne des plants possédant tous les mêmes caractéristiques. On a alors des plants possédant les mêmes allèles, ils sont 100 % homozygotes. Une nouvelle variété est née.

2. La transgénèse

La transgénèse, technique de génie génétique, consiste à introduire dans le génome de la plante que l'on souhaite cultiver des gènes de caractères recherchés. Ces gènes sont issus d'autres organismes vivants : animaux, végétaux ou bactéries.

DÉFINITION

Transgénèse

La transgénèse est une technique qui consiste à intégrer un gène d'intérêt issu d'une espèce dans le génome d'un individu d'une autre espèce.

La transgénèse permet de produire des organismes génétiquement modifiés (OGM). Elle permet d'intégrer précisément le caractère souhaité par le choix du gène et de s'affranchir la reproduction sexuée, ce qui constitue un gain de temps.

Par cette technique, les scientifiques cherchent à introduire les gènes de résistance aux ravageurs, pour pouvoir limiter l'utilisation de produits phytosanitaires.

La transgénèse se fait en 5 étapes.

La première étape consiste à identifier, isoler, intégrer et multiplier un gène d'intérêt :

- Identifier le caractère que l'on veut introduire dans la plante (résistance à certains agents pathogènes, qualité nutritionnelle, etc.) et identifier le gène correspondant dans un organisme. Ce gène d'intérêt peut provenir de tout organisme vivant, plante, animal ou bactérie puisque le code génétique est universel.
- Isoler le gène du génome de l'individu « donneur » grâce à des enzymes de restriction.
- Intégrer le gène sélectionné dans une construction génique associant souvent un gène marqueur. Ce gène marqueur permet de sélectionner les cellules qui ont intégré le gène d'intérêt. Pour réaliser cette construction, le plasmide (ADN circulaire) d'une bactérie est utilisé.
- Multiplier : la construction génique est clonée afin de disposer d'une quantité suffisante d'ADN à introduire dans les cellules végétales que l'on veut transformer.

La deuxième étape consiste à transférer le gène. Il existe deux méthodes :

- La première méthode est la transformation biologique. La construction génique est introduite dans une bactérie du sol (rendue avirulente), parasite des plantes (Agrobactérium). Elle présente la propriété de transférer naturellement son génome à celui de la plante parasitée. Cette technique est la plus couramment utilisée.
- La deuxième méthode est le transfert direct. La construction génique est introduite dans les cellules de la plante soit par un canon à particules, soit par l'action d'un agent chimique ou d'un champ électrique.



REMARQUE

Une bactérie avirulente est une bactérie dont on a ôté le pouvoir pathogène.

La troisième étape consiste à sélectionner et régénérer les cellules transformées :

- Les cellules transformées sont sélectionnées à l'aide du gène marqueur.
- Les cellules transformées se développent en plantules, grâce à différents milieux de culture. Les plantules sont repiquées en pot et acclimatées en serre.

La quatrième étape consiste à évaluer les plants transformés sur plusieurs domaines, notamment l'intensité de l'expression du gène, le comportement en champs et les effets éventuels sur l'environnement.

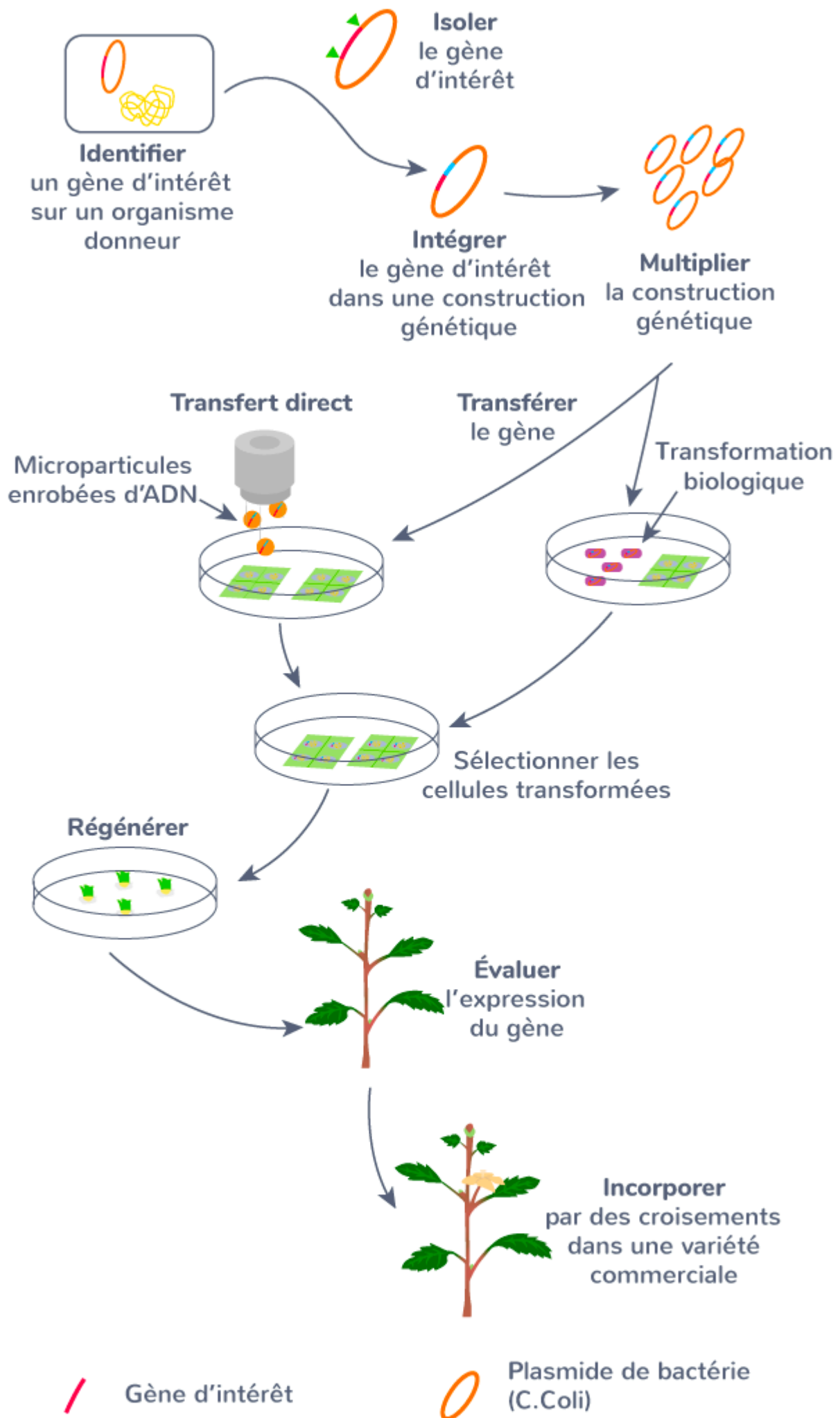
Lors de la cinquième étape, les plants obtenus sont soumis à des croisements contrôlés pour étudier les modalités de transmission du nouveau caractère à la descendance et obtenir de nouvelles variétés commerciales exprimant ce caractère.

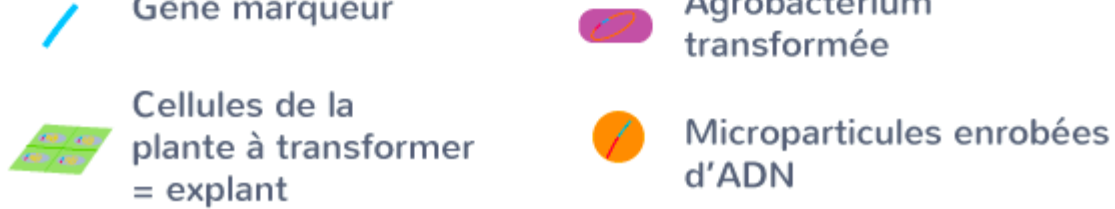
Le semencier a pour activité la production et la distribution de semences. C'est une activité économique importante. La France est le premier semencier d'Europe. Les semenciers sélectionnent et produisent des variétés de semences.

EXEMPLE

Environ 450 nouvelles variétés de semences sont produites en France chaque année.

Les étapes de la transgénèse





© Gnis-pedagogie.org



C Les objectifs de la sélection artificielle

Les techniques de sélection artificielle ont pour objectif de créer des variétés correspondant aux besoins de l'homme pour les cultures, la consommation, l'état sanitaire ou encore l'impact environnemental.

Les nouvelles variétés sont créées pour divers objectifs :

Objectifs de cultures	Objectifs de consommation	Objectifs sanitaires	Objectifs environnementaux
Augmenter la productivité	Améliorer les qualités nutritionnelles, gustatives, visuelles	Augmenter leur résistance aux maladies, parasites, agents infectieux	Diminuer l'utilisation des produits phytosanitaires
Augmenter la durée de conservation		Augmenter la production de molécules pouvant être utilisées dans l'industrie pharmaceutique	Lutter contre le changement climatique : réduire la sensibilité au stress hydrique, améliorer l'adaptation aux sols et aux climats
Améliorer la qualité de la récolte			

II Les conséquences de la domestication des plantes

La domestication des plantes entraîne des conséquences sur les plantes, mais aussi sur la population humaine. La biodiversité des plantes est modifiée à l'échelle des espèces, mais aussi à l'échelle génétique. Cette domestication entraîne une vulnérabilité des cultures que l'homme pallie en modifiant ses pratiques culturales. En retour de cette domestication, les plantes exercent une pression de sélection sur le génome humain.

A La perte de biodiversité

Les espèces cultivées présentent souvent de nombreuses variétés, nées de mutations. Cependant, en créant des plants correspondant à ses besoins, l'homme sélectionne des caractères et appauvrit la diversité allélique. Les plantes cultivées perdent ainsi des caractères que la sélection naturelle favorise chez leurs homologues sauvages.

Les espèces cultivées présentent de nombreuses variétés. Les variétés au sein d'une espèce sont nées de mutations dans des gènes particuliers.

EXEMPLE



© Wikipédia

Les mutations spontanées sont rares, mais elles ont permis de créer des variétés sélectionnées de manière empirique par l'homme.

Les mutations induites sont nées avec les biotechnologies. Les scientifiques provoquent des mutations à l'aide d'agents mutagènes (UV, produits chimiques) et étudient le comportement des plants ainsi modifiés. Cela permet d'identifier les gènes liés à certaines fonctions ou caractères. Cela permet également de modifier un caractère à partir de la mutation d'un gène connu.

Cependant, avec la domestication, la maîtrise progressive des croisements des plantes est de plus en plus homogène et fixée. Les variétés obtenues sont homozygotes, les individus d'une variété possèdent tous les mêmes allèles. On aboutit alors à une perte de diversité allélique et donc à une perte des caractères. Des banques de semences permettent de conserver cette biodiversité.

EXEMPLE

Chaque année, 37 000 semences sont conservées par les semenciers. Cela permet de créer de nouvelles variétés.

Au cours des transformations, les caractères sauvages, permettant la survie de la variété en milieu naturel, peuvent avoir été perdus.

EXEMPLE

La floraison de la téosinte est asynchrone, ce qui signifie que les inflorescences mâles et femelles ne sont pas matures en même temps. Cela garantit une reproduction sur une longue période permettant de faire face aux événements météorologiques.

Au contraire, pour le maïs cultivé, la floraison synchrone a été sélectionnée. Cela permet une reproduction en une fois et donc une seule récolte. Le maïs cultivé est donc plus vulnérable aux événements météorologiques. Une récolte entière peut être perdue en cas de mauvaises conditions météorologiques.

Dans les populations sauvages, les plantes possèdent une grande diversité du génotype et sont dispersées au milieu d'autres espèces végétales. En agriculture, l'homme ne cultive souvent qu'une seule espèce sur de grandes surfaces : c'est la monoculture. De plus, la diversité génétique de ces plants sélectionnés est réduite. Cela engendre une vulnérabilité face aux événements météorologiques et aux maladies.



© Wikipédia

B La modification des pratiques culturelles

Face aux conséquences négatives de la domestication des plantes, l'homme met en place des pratiques culturelles spécifiques. Il réutilise des caractères ancestraux, pour créer des variétés plus résistantes, et diversifie ses cultures. Il pratique également la lutte biologique contre les ravageurs pour limiter l'utilisation des intrants.

Pour lutter contre les maladies, l'homme réintroduit des gènes de résistance issus des plantes sauvages grâce aux biotechnologies.

EXEMPLE

Pour obtenir Ariane, une pomme savoureuse et résistante à la tavelure (maladie), une longue série de croisements, ayant duré plus de 30 ans, a été effectuée. Le premier croisement est celui d'une variété

de pomme sauvage résistante à la tavelure immangeable, avec une pomme commerciale.

L'homme pratique également la lutte biologique pour lutter contre les ravageurs et les agents pathogènes. Cela permet en outre de diminuer l'utilisation des produits phytosanitaires.

DÉFINITION

Lutte biologique

La lutte biologique est l'utilisation d'organismes vivants afin de prévenir et lutter contre les ravageurs de cultures (insectes, acariens, champignons, plantes invasives, bactéries, etc.).

EXEMPLE



Les larves de coccinelles se nourrissent des cochenilles, insectes se nourrissant de la sève des plantes.

Un lâcher de quelques centaines ou milliers de coccinelles suffit à établir une population qui luttera activement contre les cochenilles.

Face aux vulnérabilités des monocultures, qui engendrent également un appauvrissement des sols, l'homme favorise l'agriculture diversifiée en variant ses cultures sur les parcelles d'une année sur l'autre, et en réintroduisant la pratique de la jachère.



© Wikipédia

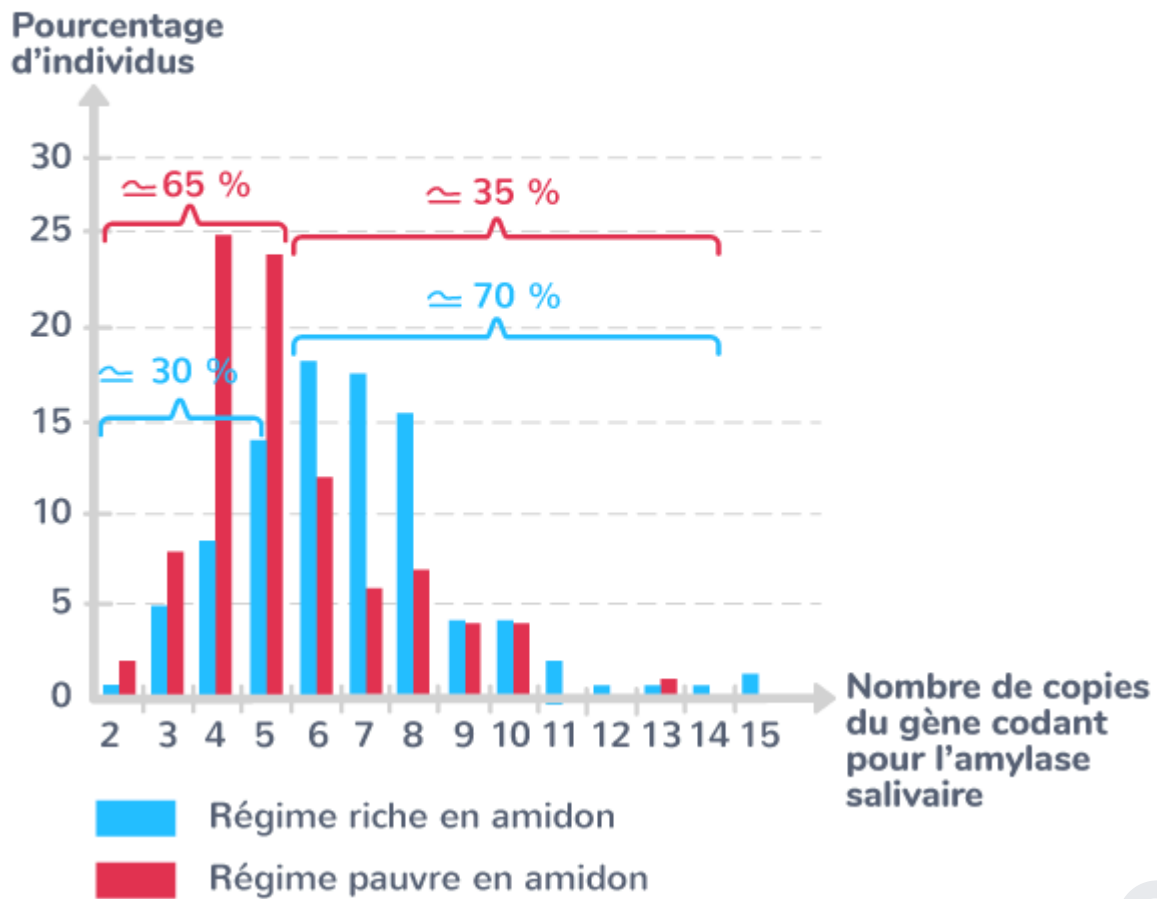
C Les conséquences de la domestication sur la population humaine

Au cours du temps, la domestication des plantes a eu des conséquences sur la population humaine. Les plantes cultivées, intégrées au régime alimentaire, ont exercé une sélection de caractères génétiques chez l'homme.

Par le processus de sélection naturelle, les plantes consommées ont sélectionné les individus les plus aptes à les digérer. Ainsi, on peut voir une évolution génétique en fonction du régime alimentaire des individus.

EXEMPLE

Le nombre de copies du gène codant pour l'amylase salivaire



Deux types de population ont été étudiés. Une population possédant un régime alimentaire riche en amidon et une population ayant un régime alimentaire pauvre en amidon.

On observe que :

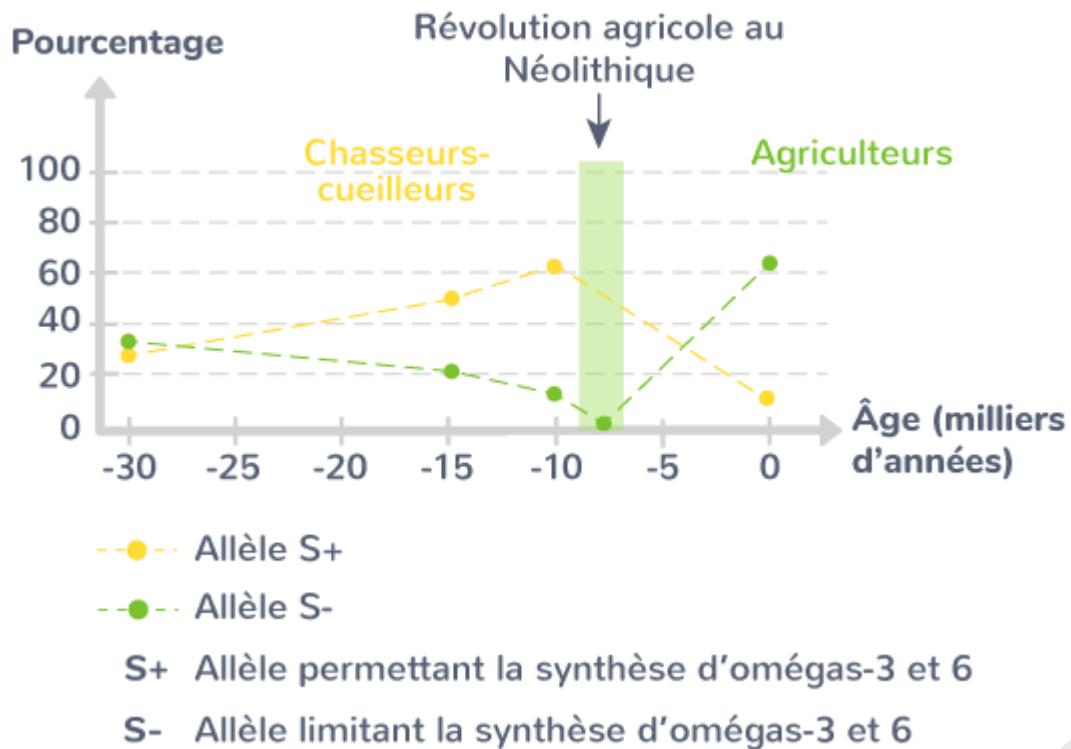
- 70 % des individus de la population ayant un régime alimentaire riche en amidon possèdent au moins 6 copies du gène de l'amylase ;
- 65 % des individus de la population ayant un régime alimentaire pauvre en amidon possèdent 5 copies ou moins du gène de l'amylase.

Il y a donc une évolution du nombre de copies du gène codant pour l'amylase salivaire en fonction de la richesse en amidon du régime alimentaire. Plus le régime alimentaire est riche en amidon, plus le nombre de copies du gène de l'amylase est important, favorisant ainsi la digestion de l'amidon.

Au-delà des effets sur les gènes permettant la digestion des aliments, les régimes alimentaires exercent aussi une pression de sélection sur les gènes du métabolisme.

EXEMPLE

Étude de la présence du gène permettant la synthèse d'omégas-3 et 6



© Sciencepost.fr

Durant le Néolithique, une évolution culturelle a lieu. L'agriculture se développe et le régime alimentaire change.

Le graphique montre qu'avant la révolution agricole du Néolithique, la fréquence de l'allèle codant pour l'enzyme permettant la synthèse d'omégas 3 et 6 diminue. Après la révolution agricole, elle augmente fortement.

Les omégas 3 et 6 sont naturellement présents dans les régimes alimentaires à base de viande et de poisson. Ils sont indispensables au bon fonctionnement du système cardio-vasculaire et du cerveau.

Par conséquent, chez les chasseurs-cueilleurs, l'enzyme permettant la synthèse était peu nécessaire. Par contre, avec le développement de l'agriculture, le régime végétarien a pris de l'importance. La sélection naturelle a favorisé la reproduction des personnes en bonne santé, porteuses de l'allèle. Ainsi, la fréquence de l'allèle codant pour la synthèse des omégas 3 et 6 a augmenté.

L'évolution biologique des populations humaines en parallèle des plantes domestiquées est un exemple de coévolution.

DÉFINITION

Coévolution

La **coévolution** désigne le fait que l'évolution d'une espèce influence l'évolution d'une autre afin que leur relation puisse se poursuivre.