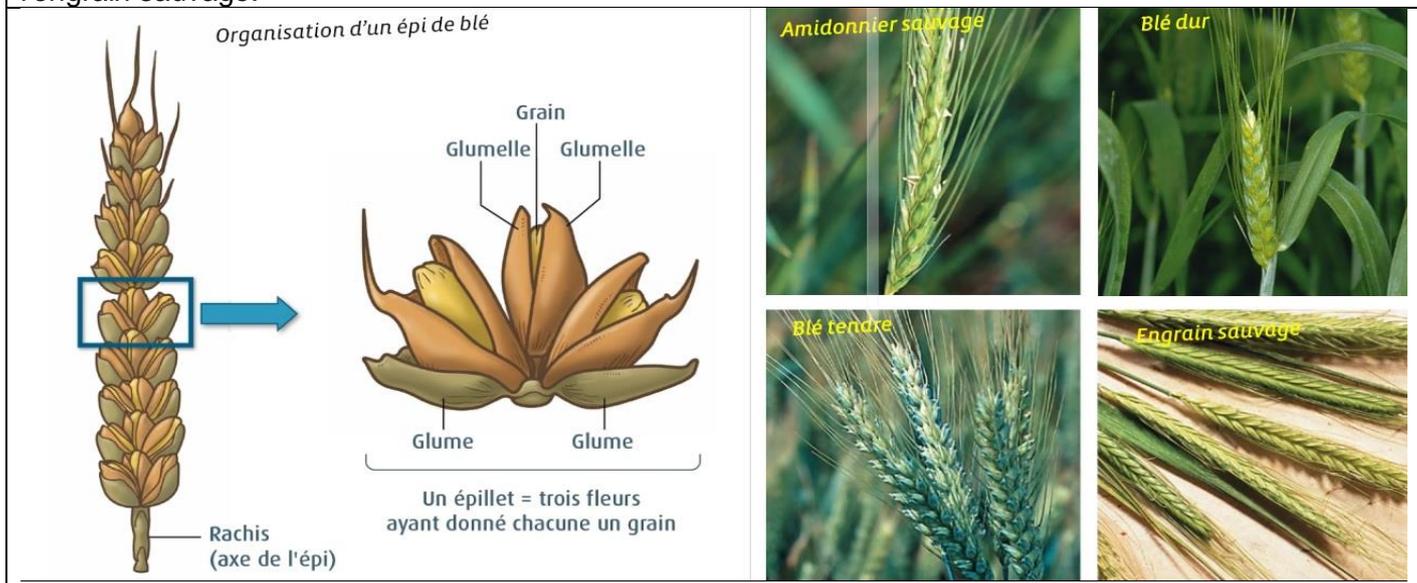


L'utilisation des plantes par l'homme est une très longue histoire, qui commence par la cueillette, se développe avec l'agriculture, et se poursuit, aujourd'hui, par l'utilisation des technologies les plus modernes. En effet, les plantes sont à la base de l'alimentation humaine et constituent également des ressources dans d'autres domaines (industrie pharmaceutique, biocarburants, etc.). Maîtriser l'exploitation des plantes constitue donc un enjeu majeur pour l'humanité.

I/ La domestication des plantes sauvages

Exemple: L'origine des blés cultivés (cf aussi livre p.242 - 243)

Comparaison des blés cultivés et d'espèces sauvages proches: Les blés cultivés (blé dur et blé tendre) présentent des caractéristiques communes avec les espèces sauvages comme l'amidonnier sauvage et l'engrain sauvage.

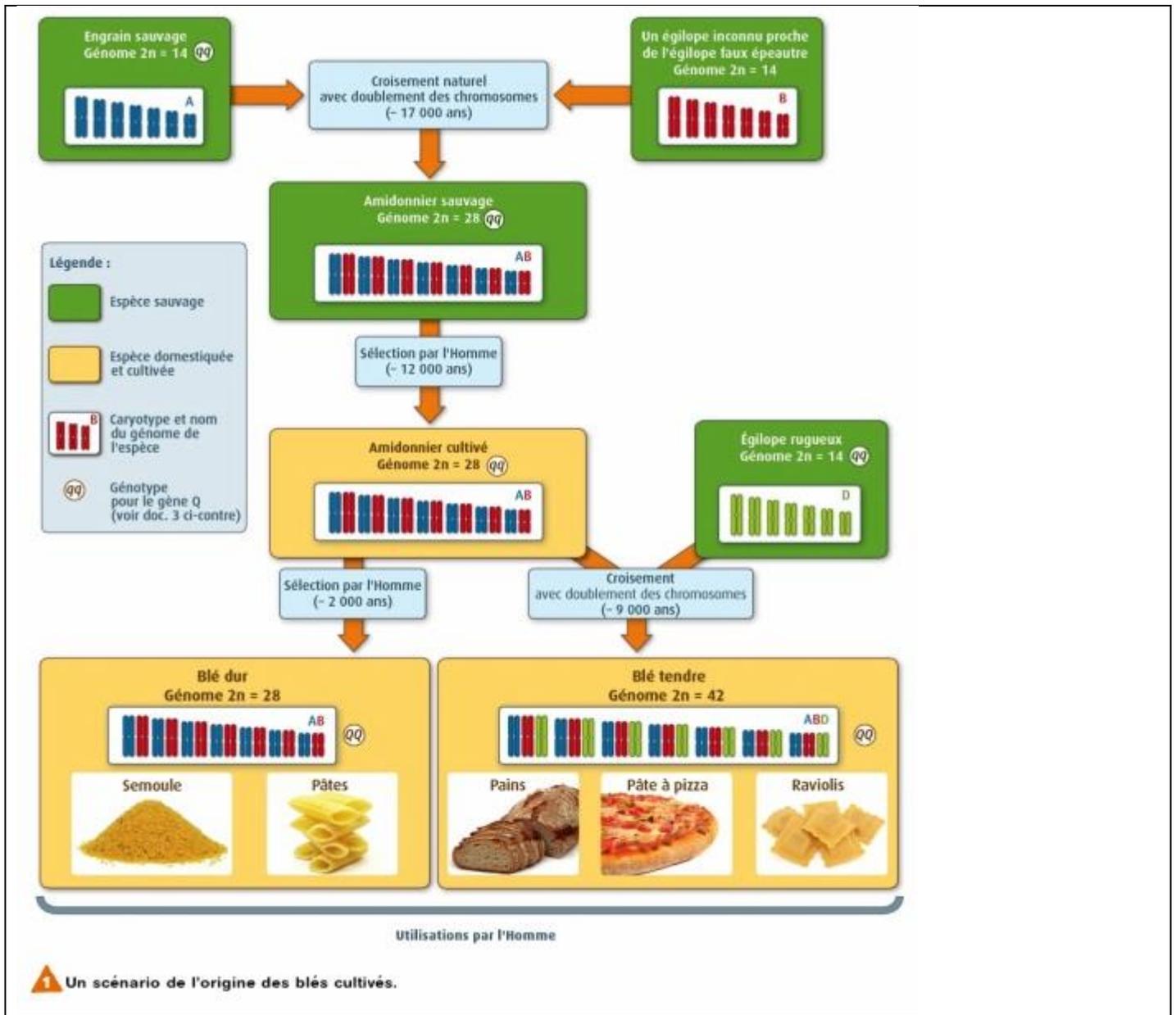


1°) Identifiez les arguments suggérant l'origine sauvage des espèces cultivées:

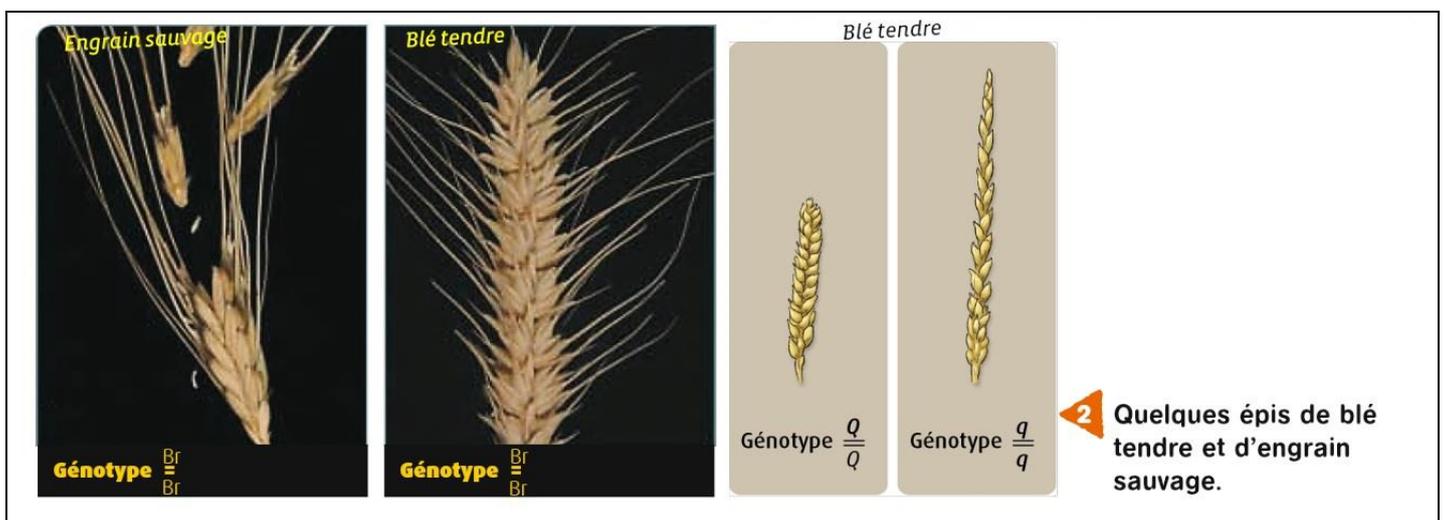
Caractère	Engrain et amidonnier (sauvages)	Blé dur et blé tendre (cultivés)
Solidité de l'épi	Rachis très fragile → dissémination des grains facilitée	Rachis solide → récolte facilitée
Forme des grains à maturité	Vêtus → les glumelles protègent le grain	Nus → séparation grains/glumelles et formation de farine facilitée
Maturation des grains des différents individus	Étalée dans le temps → probabilité de rencontrer des conditions favorables pour la maturation augmentée	Synchrone → récolte facilitée

2°) Recherchez pour la forme sauvage et la forme cultivée, l'avantage de chacun des caractères pour la plante d'une part et pour l'Homme d'autre part. Déduisez-en pourquoi on ne trouve aucune espèce cultivée en milieu naturel.

4 Le syndrome de domestication du blé. On qualifie de syndrome de domestication l'ensemble des caractères qui distinguent une espèce cultivée des espèces sauvages proches.

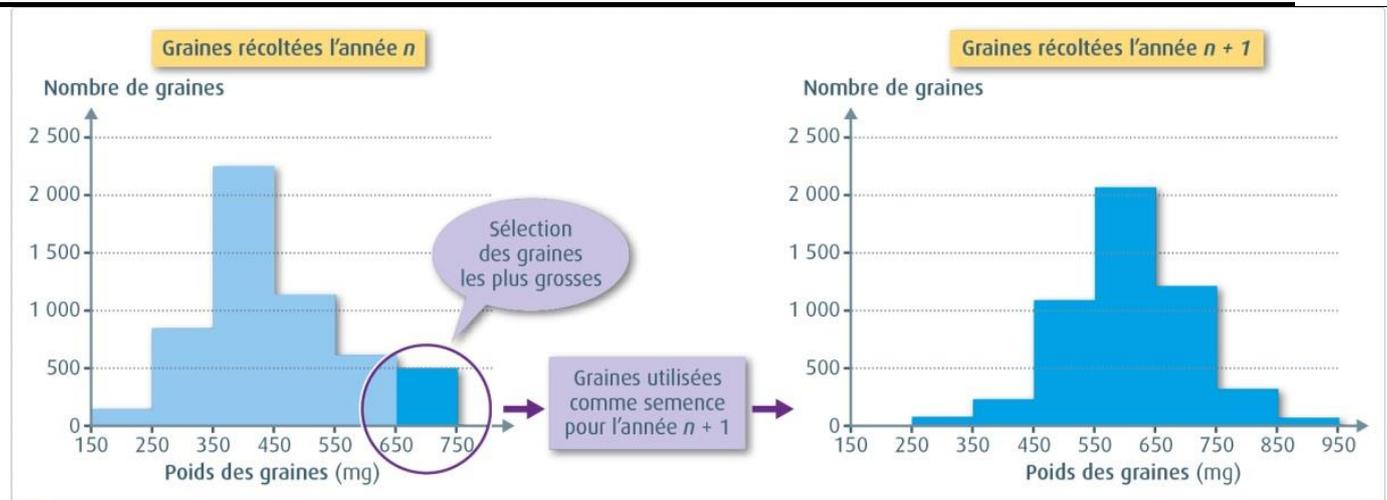


3°) Dans quelle autre partie du cours avez-vous déjà étudié ce genre de phénomène? => recherchez!
A l'aide du document 1, identifiez plusieurs modifications génétiques spontanées survenues dans l'histoire des blés cultivés.



Gène	Allèles	Phénotype
<i>Brittle</i>	<i>Br</i> <i>br</i>	L'allèle <i>br</i> donne un rachis (axe de l'épi) solide
<i>Glume tenace</i>	<i>Tg</i> <i>tg</i>	Les plantes porteuses de l'allèle <i>tg</i> produisent des grains nus
<i>Q</i>	<i>Q</i> <i>q</i>	<ul style="list-style-type: none"> Les plantes porteuses de l'allèle <i>q</i> ont un épi cassant dont les grains sont vêtus. Celles qui ont l'allèle <i>Q</i> ont un épi compact et solide, dont les grains sont nus. La mutation à l'origine de l'allèle <i>Q</i> est apparue plusieurs fois au cours de l'évolution.

3 L'effet de quelques allèles sur les caractéristiques du blé.



4 Un exemple de sélection phénotypique. Durant fort longtemps, les agriculteurs ont, volontairement ou non, sélectionné des caractères phénotypiques qui leur étaient utiles en pratiquant la sélection phénotypique. Cette méthode, utilisée jusqu'au XIX^e siècle par tous les agriculteurs, a permis de faire évoluer empiriquement (sans connaissances en génétique) les espèces cultivées pour de nombreux caractères.

4°) A l'aide de ces documents, montrez que les caractéristiques des blés cultivés peuvent être associées à un petit nombre de gènes.

5°) Indiquez quels caractères peuvent faire l'objet d'une sélection phénotypique.

6°) Montrez comment certains caractères liés à la domestication ont pu être sélectionnés par l'Homme.

Bilan 1:

Progressivement isolées des populations naturelles, les populations de plantes cultivées ont lentement divergé, du point de vue génétique, de leurs cousines sauvages. Une **sélection naturelle** s'est produite sous l'effet des pratiques culturales :

- **La diversité génétique naturelle s'est considérablement réduite.** Par exemple, les plantes dont le rythme de croissance était nettement plus lent ou plus rapide que la moyenne ont eu moins de chance d'être récoltées et semées. Génération après génération, les cycles de développement des individus sont donc devenus plus homogènes.

- **Des caractères normalement indispensables aux plantes sauvages ont été éliminés au profit de caractères mutés,** normalement défavorables dans la nature : par exemple, les grains capables de se détacher seules de la plante mère ont eu moins de chance d'être récoltées et semées que celles qui restaient attachées à la plante.

Ce processus a fait, en quelques siècles, apparaître des **plantes génétiquement mal adaptées à la vie sauvage**, et au contraire **bien adaptées à la vie domestique**.

Bilan2

Les agriculteurs cherchent depuis toujours à éliminer les plantes dont la croissance est anormale, celles dont la récolte est décevante... Inversement, ils conservent et ressèment les semences des individus qui correspondent le mieux à leurs attentes. Répétée pendant des millénaires, cette **sélection empirique**, ou **sélection massale**, a contribué à **améliorer les performances des cultures, mais de façon lente et limitée** : la population végétale ainsi sélectionnée conserve une importante diversité génétique, si bien qu'elle présente des **caractères hétérogènes et variables d'une génération à l'autre**. De plus, seuls les **caractères directement perceptibles (aspect visuel, goût...)** peuvent être sélectionnés.

Pour chaque espèce cultivée, les critères de sélection ont pu varier selon les régions et les époques. Par ailleurs, **la sélection naturelle** (effets du sol, du climat...) **n'a jamais cessé de s'exercer** sur les populations de plantes cultivées, et les guerres, famines, voyages d'exploration... ont souvent perturbé ces processus évolutifs.

Tout cela a lentement différencié, au sein de chaque espèce cultivée, les populations les unes des autres. Ainsi, se sont formées des milliers de **variétés paysannes** (ou variétés-populations).

II/ La sélection scientifique des plantes cultivées

A Technique de croisement et biodiversité cultivée

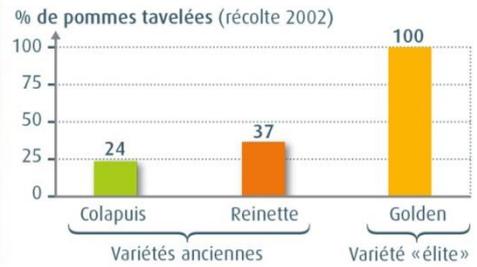
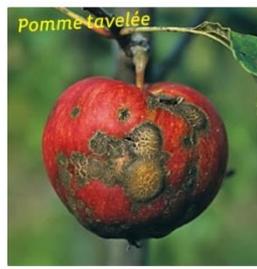
La biodiversité des pommes cultivées Livre p.248-249

Variété (connue depuis ...)	Productivité	Aspect	Qualités gustatives	Conservation	Résistance à la tavelure	Teneur en vitamine C (mg/100 g de pomme)	Particularités
Calville du Roi (avant 1628) 	+	+	++	+++	+	15	<ul style="list-style-type: none">● Se conserve presque un an● Se cultive bien en montagne
Granny Smith (1868) 	+++	+++	+++	+	-	6	Nécessite un climat doux
Golden Delicious (1890) 	+++	+++	+	+++	-	8	Difficile à cultiver en pays chauds
Ariane (1979) 	++	+++	+++	++	+++	5	Résultat de nombreuses hybridations (voir ci-contre)

1 Un échantillon de la diversité des pommes françaises. Environ 4 000 variétés de pommes ont été répertoriées en France. Certaines sont devenues très rares et l'on pense qu'environ 500 d'entre elles ne sont plus représentées que par un seul arbre. On distingue les variétés anciennes ou variétés de pays (Patte de loup, Calville du Roi, etc.), les variétés « élite » (Granny Smith, Golden Delicious, etc.) et les variétés issues de croisements entre les précédentes (voir ci-contre).

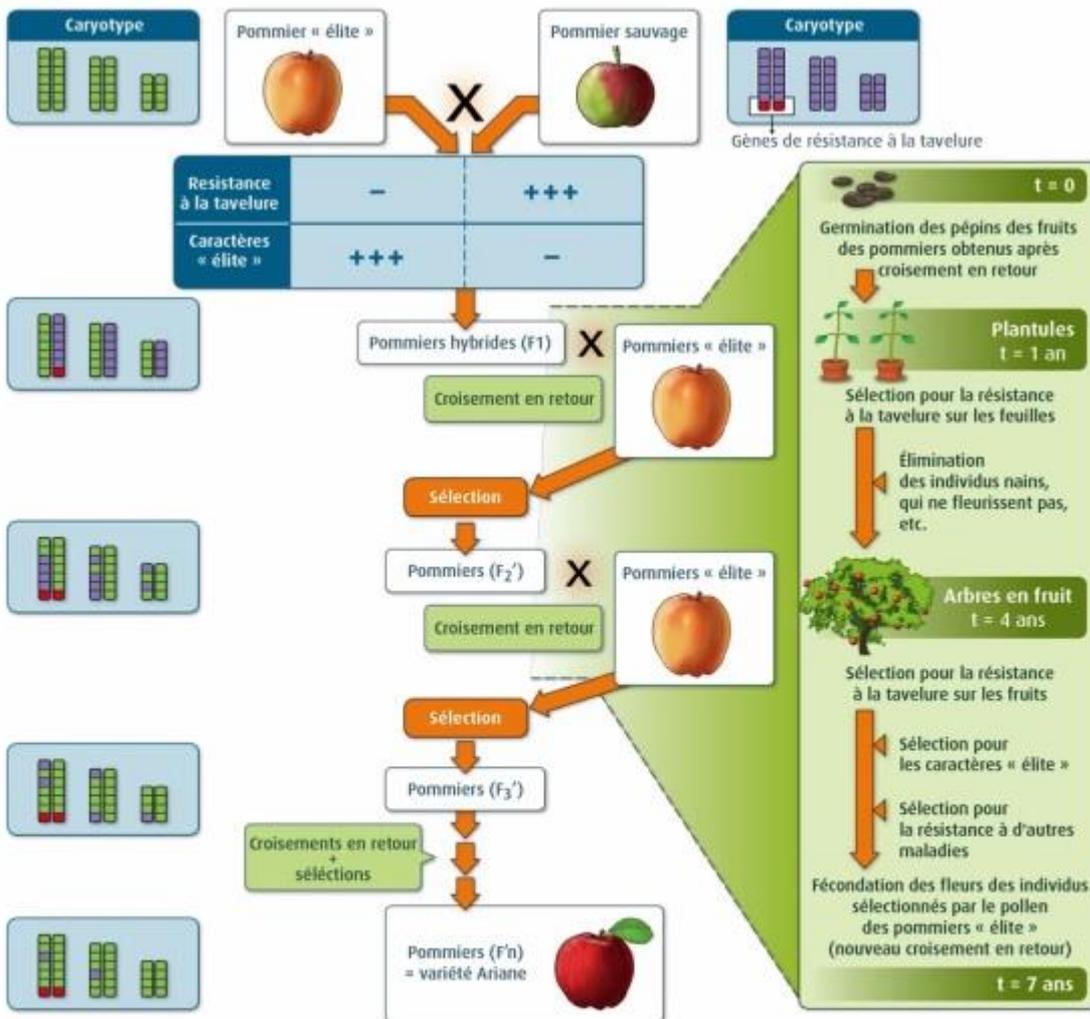
1°) Identifiez quelques caractères qui sont recherchés dans la sélection des variétés commercialisées à grande échelle.

- En France, 1,7 million de tonnes de pommes sont produites chaque années. Dix variétés couvrent 93 % de la production. Toutes sont des variétés « élite ».
- La FAO estime que, depuis le début du siècle, quelque 75 % de la diversité génétique des plantes cultivées ont été perdus.
- Aux États-Unis, 97 % des variétés de fruits et légumes ont été perdus.



3 Pourcentage de pommes tavelées au moment de la récolte sur différentes variétés en l'absence de traitement fongicide. La tavelure est une maladie provoquée par un champignon. Les pommes atteintes (tavelées) sont traitées par des fongicides (jusqu'à 20 traitements par an).

2°) A l'aide des doc. 1 à 3 ci-dessus, montrez l'importance du maintien de la biodiversité cultivée.



4 Représentation très simplifiée des croisements à l'origine de la variété Ariane. Après un croisement entre une variété « élite » sensible à la tavelure et un pommier sauvage résistant à la tavelure, mais donnant de toutes petites pommes, on a effectué une succession de croisements en retour avec des variétés « élite » suivis de cycles de sélections. Le but était d'obtenir des descendants les plus proches possible de la variété « élite » initiale, avec la résistance à la tavelure en plus. Lors de la dernière phase de croisement, 313 pommiers ont germé, 65 étaient résistants à la tavelure sur les feuilles et ont subi les sélections supplémentaires, 9 ont été conservés et ont fleuri. Un seul a passé le nouveau cycle de sélections : il est à l'origine de la variété Ariane.

3°) A l'aide de vos connaissances sur la méiose et la fécondation, expliquez l'évolution du génome et du phénotype des pommes au cours des croisements. Quelles sont les limites?

4°) Recherchez dans vos devoirs de l'année, un exemple déjà traité de ce type!

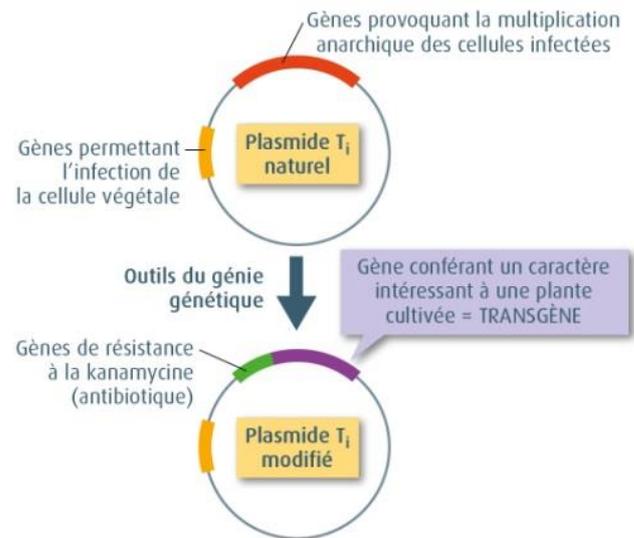
Bilan 3

Le scientifique sélectionneur effectue un tri dans la diversité des variétés-populations pour repérer les meilleures plantes. Celles-ci sont alors soumises à des **autofécondations successives**. A chaque génération, un **tri est effectué**, pour ne garder que les individus les plus intéressants. Le sélectionneur aboutit ainsi, en une dizaine de générations, à des **lignées pures** (ou **variétés lignées**), génétiquement **homogènes et stables**, qui peuvent être commercialisées. Mais chez certaines espèces, **l'homozygotie affaiblit considérablement les plantes de lignées pures**. Les croisements entre lignées pures servent alors à retrouver chez **l'hybride la vigueur** perdue : c'est **l'effet d'hétérosis**. Les croisements entre lignées servent aussi à obtenir des **variétés hybrides** combinant les caractères intéressants de chacun des deux géniteurs.

B Modifier et sélectionner les plantes au laboratoire : biotechnologies et génie génétique



1 Galle provoquée par l'infection d'un arbre par la bactérie du sol *Agrobacterium*. Au moment de l'infection, la bactérie injecte dans les cellules végétales un fragment d'ADN circulaire appelé plasmide T_i , qui s'intègre au génome de ces dernières et provoque leur prolifération anarchique.



2 La modification du plasmide T_i grâce au génie génétique. Les cellules végétales sont sensibles à la kanamycine. Le plasmide T_i modifié est intégré dans des bactéries *Agrobacterium*, qui sont alors dites recombinantes.



3 Les étapes de la transgénèse végétale. La transgénèse consiste à insérer, dans le génome d'une espèce, un gène d'une autre espèce (qualifié de transgène), afin d'introduire un nouveau caractère chez l'espèce de départ. La transgénèse végétale est pratiquée sur des cals (amas de cellules végétales indifférenciées obtenus par multiplication *in vitro* de cellules de la plante dont on veut modifier le génome). En présence d'hormones végétales, les cals se différencient en tiges et racines. Il s'écoule environ 2 ans entre la modification du plasmide T₁ et l'obtention des plantes transgéniques.

1°) Récapitulez les étapes de la transgénèse et déterminez l'un de ses avantages par rapport aux techniques de croisement.

2°) Doc.2 Indiquez quel élément doit être connu concernant le caractère à introduire dans une plante OGM.

Plante OGM	Caractéristique apportée par le(s) transgène(s)	Avantages	Risques/problèmes	Statut
Maïs « BT »	Production d'une protéine insecticide d'origine bactérienne contre la pyrale (insecte ravageur)	Réduction des coûts d'usage d'insecticides chimiques	<ul style="list-style-type: none"> • Mortalité accrue des insectes pollinisateurs et auxiliaires • Sélection d'insectes résistants à la protéine insecticide 	Commercialisé aux États-Unis depuis 1995
Colza « Round-up ready »	Tolérance à une forte quantité d'herbicide	Permet de désherber les champs après la germination du colza	<ul style="list-style-type: none"> • Transfert des gènes de résistance à l'herbicide à d'autres plantes • Utilisation accrue d'herbicide 	Commercialisé aux États-Unis depuis 1997
Tomate « Mac Gregor »	Augmentation de la durée de conservation de plusieurs semaines	Facilite le transport et la commercialisation	L'absence de pourrissement rend difficile la perception de la fraîcheur du fruit	Commercialisé aux États-Unis depuis 1994
Riz doré	Augmentation de la teneur en vitamine A	Réduction des carences en vitamine A (qui touchent 200 millions de personnes)	L'obtention d'un effet implique de consommer 9 kg de riz cuit par jour	En développement

4 Quelques exemples de plantes transgéniques ou plantes OGM (organismes génétiquement modifiés). Les agriculteurs qui souhaitent utiliser des plantes OGM doivent racheter des semences chaque année auprès de leur fournisseur. Ils sont donc dépendants d'un faible nombre d'entreprises (il existe une dizaine de fournisseurs importants de semences OGM dans le monde). Parfois, comme dans le cas du riz doré, plusieurs transgènes doivent être introduits pour obtenir le nouveau caractère voulu.

3°) Doc.4 Déterminez pour qui les différentes plantes OGM citées présentent un avantage.

Plante OGM (transgène)	Échanges de gènes entre variétés	Échanges de gènes avec des espèces sauvages
Betterave (gène de tolérance à un herbicide)	+	++
Carotte (gène de résistance à une maladie)	++	++
Maïs (gène de tolérance à herbicide)	++	0

++/+/0 : échanges importants/faibles/nuls

5 Une étude de quelques plantes OGM. Les espèces végétales échangent facilement leurs gènes, notamment par hybridation entre variétés ou entre espèces. On a évalué, en Europe, la fréquence des échanges de gènes entre plusieurs plantes OGM et des variétés de la même espèce ou des espèces sauvages proches. Contrairement au maïs, la betterave et la carotte ont été domestiquées en Europe.

4°) Doc.5 Identifiez s'il y a un risque lié à l'utilisation des plantes OGM citées. Expliquez pourquoi ce risque est plus élevé pour certaines espèces.

Bilan 4

Les techniques de transgénèse

A partir de 1970, les scientifiques mettent au point des techniques permettant de découper l'ADN, de visualiser les fragments obtenus, d'obtenir la séquence exacte des nucléotides. Ces découvertes sont utilisées pour rendre encore plus efficace la sélection végétale.

Elle est indépendante de la reproduction sexuée, ce qui permet de transférer des caractères provenant d'espèces très différentes (bactéries, animaux...).

Lors d'un croisement, de nombreux caractères sont modifiés chez les descendants. Avec la transgénèse, la plante qui reçoit le transgène conserve toutes ses autres qualités.