

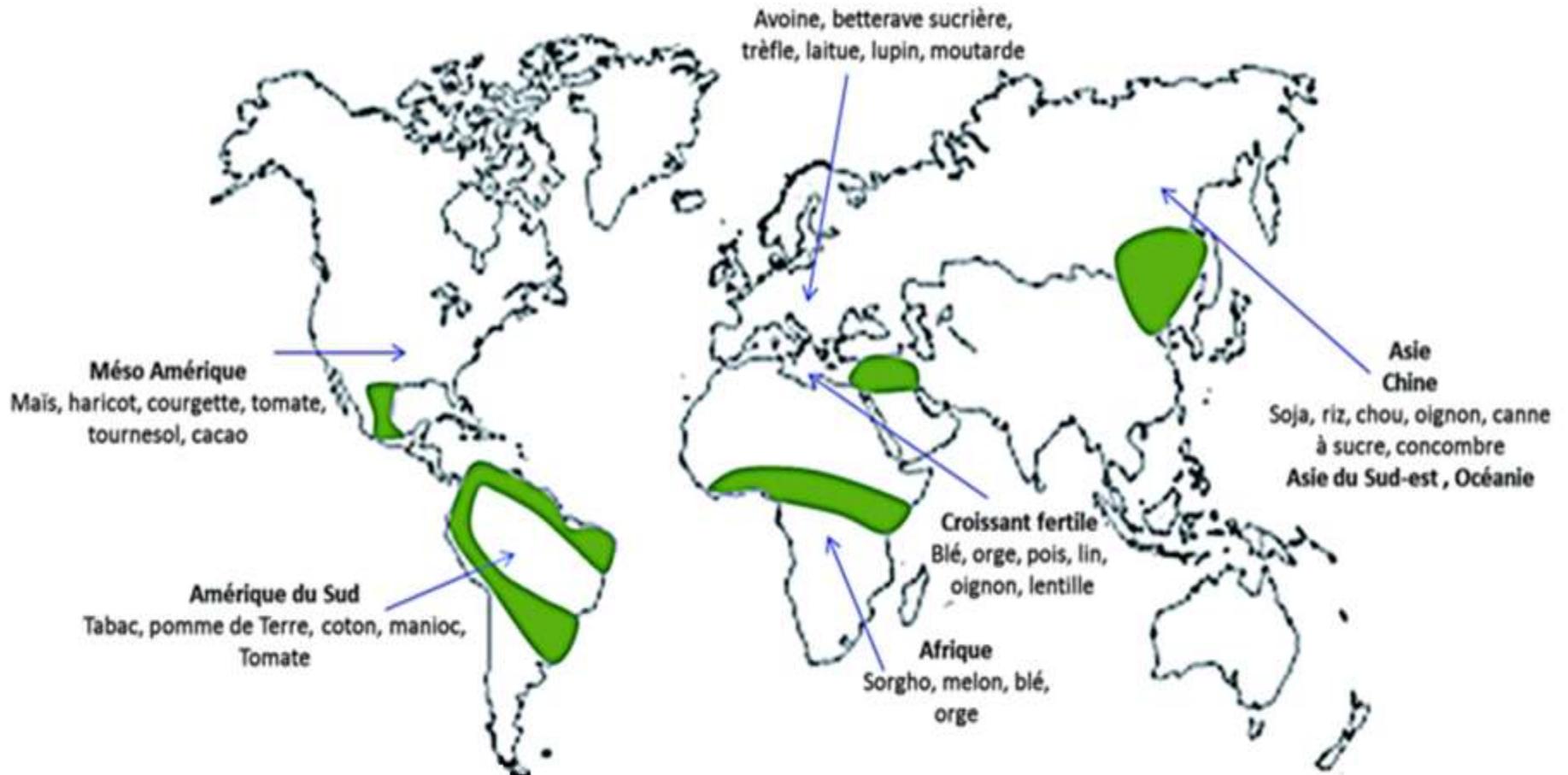
Thème : Enjeux planétaires contemporains.

La plante domestiquée.

Introduction



Origine des espèces cultivées



Thème : Enjeux planétaires contemporains.

La plante domestiquée.

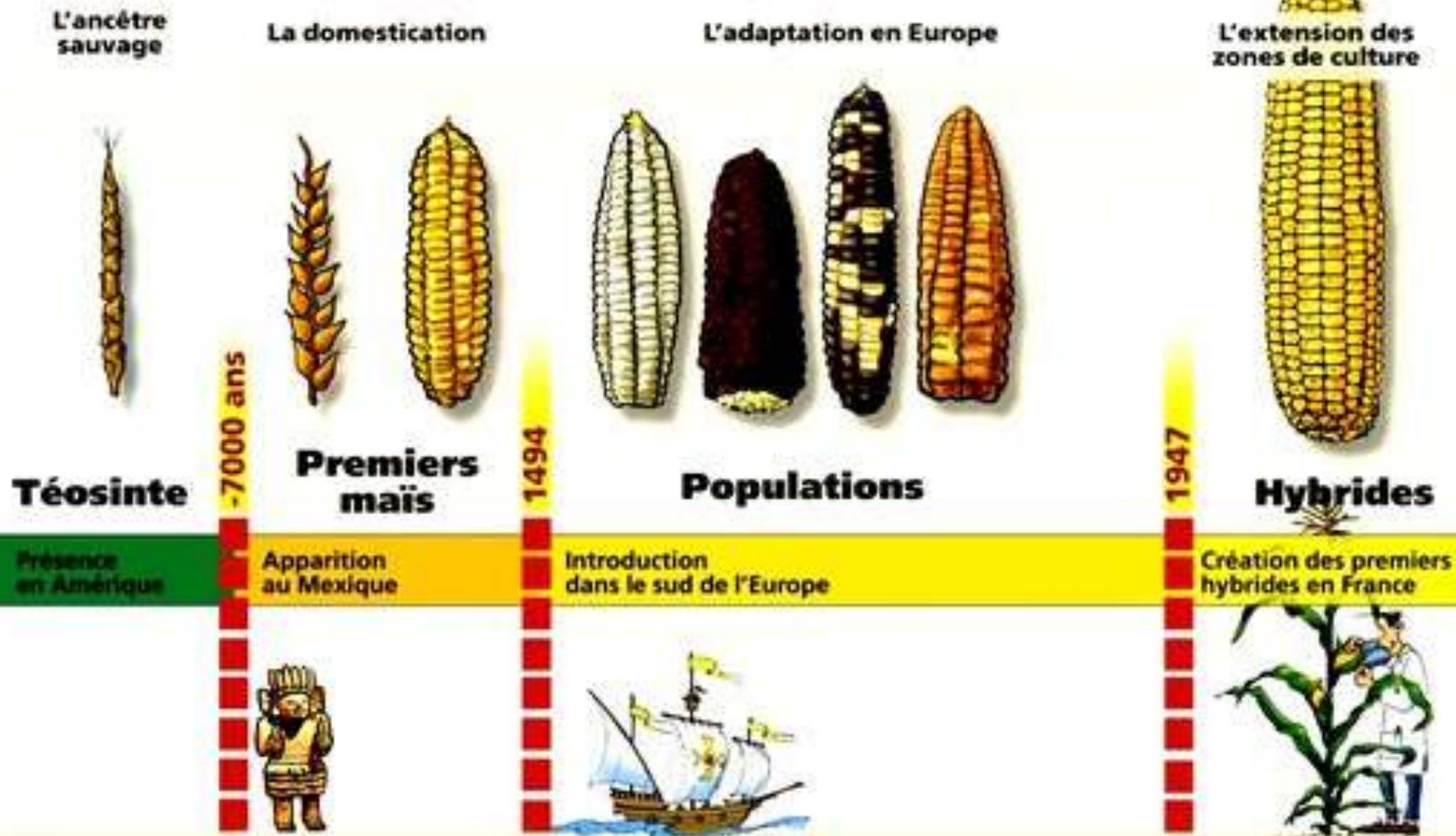
Introduction

1°) La domestication empirique des plantes sauvages

1°) Les premières plantes cultivées.

La domestication du maïs : une histoire plurimillénaire

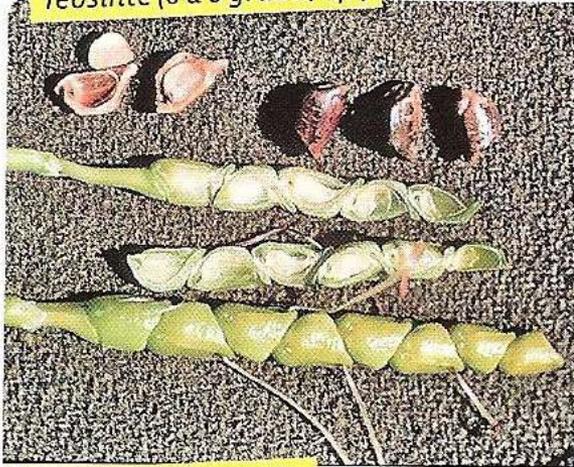
Exemple du maïs



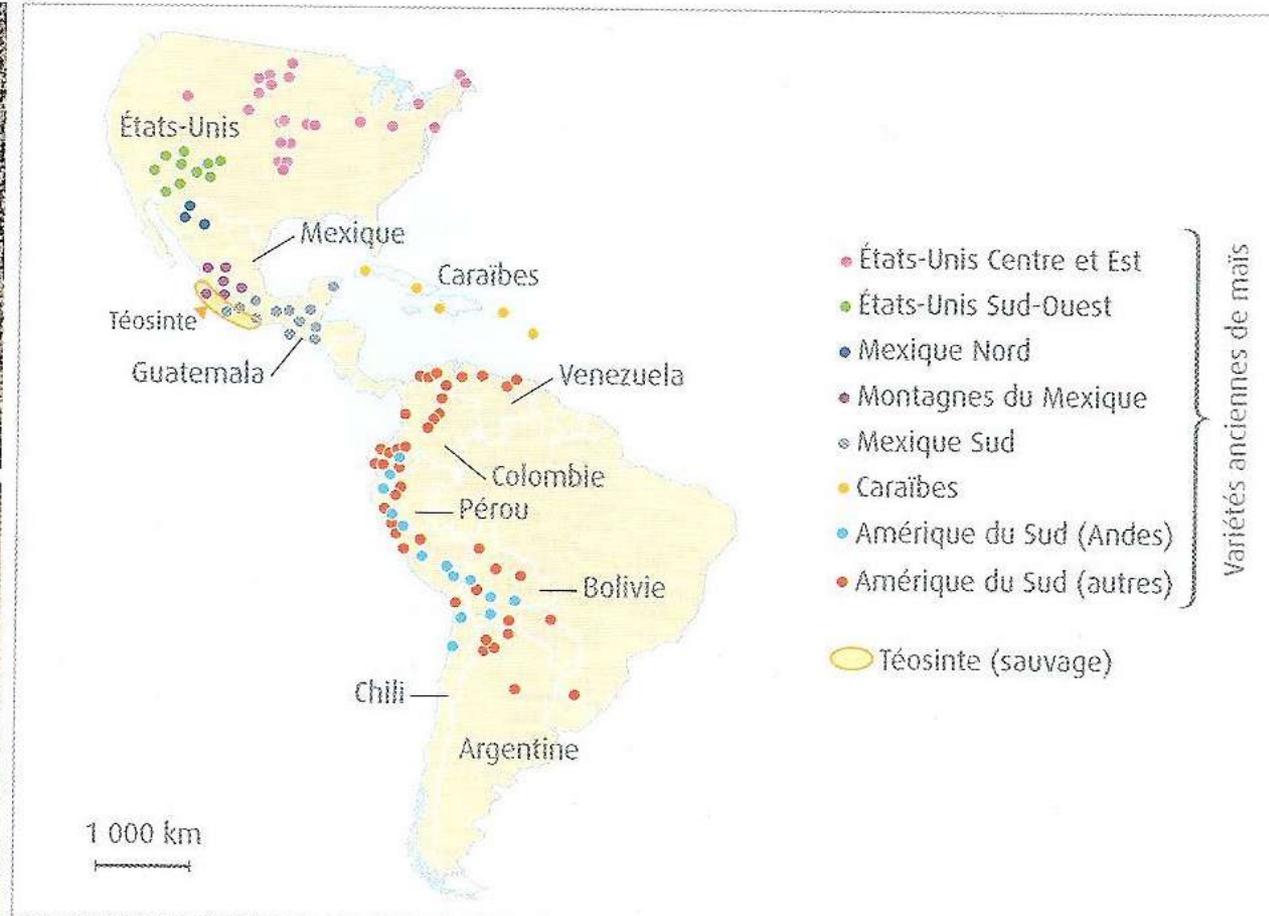
La domestication du maïs : des histoires variées

L'exemple du maïs en Amérique du Nord

Téosinte (6 à 8 grains/épi)

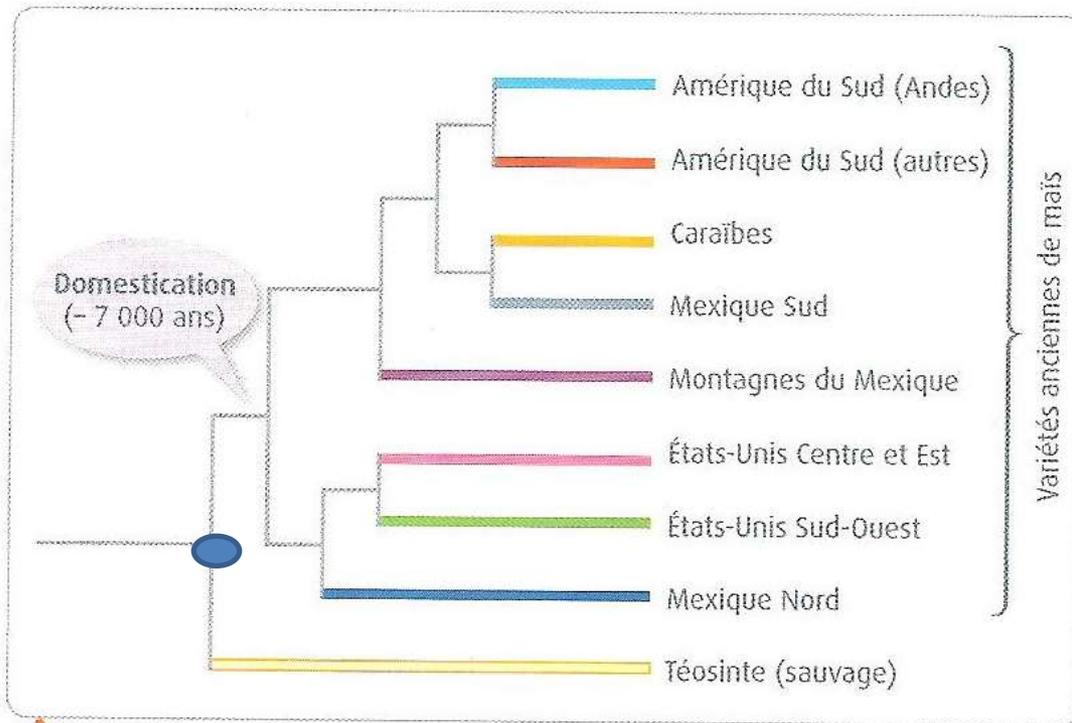


Variétés de maïs actuelles (jusqu'à 600 grains/épi)



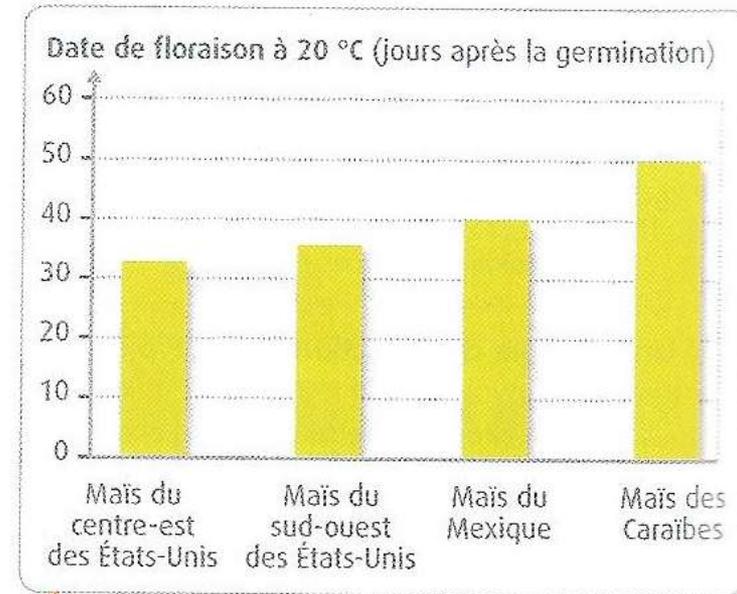
1 **Distribution géographique de la téosinte et de différentes variétés anciennes de maïs.** Selon leur région d'habitation, les populations amérindiennes cultivaient, avant l'arrivée des Européens, des variétés différentes de maïs (que l'on qualifie ici de « variétés anciennes »). La téosinte est le plus proche parent sauvage du maïs.

La domestication du maïs : isolement reproducteur des variétés



2 Relations de parenté entre la téosinte et les variétés anciennes de maïs américain. On observe un unique événement de domestication des maïs à partir de la téosinte. Les différentes populations amérindiennes ont ensuite effectué une sélection artificielle à l'origine des diverses variétés anciennes de maïs (sélection variétale).

Un ancêtre commun, un descendant sauvage



3 Date de floraison de quelques variétés anciennes de maïs d'Amérique du Nord. Plus les variétés sont au sud, plus elles sont tardives, c'est-à-dire exigeantes en chaleur pour la floraison. Par ailleurs, les variétés de la zone tropicale ont une plus forte productivité (jusqu'à 3 mètres de hauteur) que les variétés du nord (2 mètres de hauteur maximum).

Des descendants domestiqués isolés pour la repro.

La domestication du maïs : sélection de caractères naturellement désavantageux



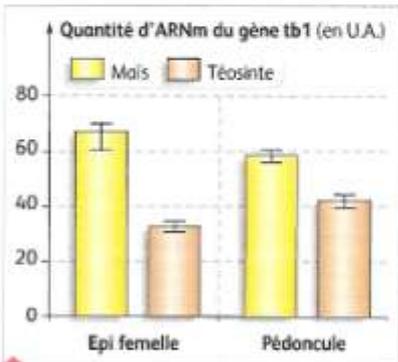
▶ À maturité, les grains de la téosinte tombent de l'épi sur le sol mais demeurent enfermés dans une enveloppe sombre appelée **glume**.

▶ À maturité, les grains du maïs présents sur 20 rangées demeurent fixés sur les épis que porte la plante.

c Grains de téosinte et de maïs mûrs.

Grain solidaire de l'épi (moins bonne dissémination)

▶ Le gène *tb1* (téosinte branched), présent à la fois chez la téosinte et le maïs, a été identifié comme jouant un rôle dans l'architecture de ces plantes.

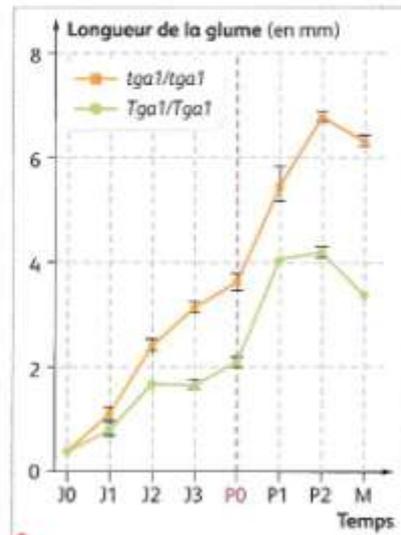


b Quantité d'ARNm du gène *tb1*.

▶ De même, le gène *Tga1*, présent chez la téosinte et le maïs, est responsable de l'architecture des enveloppes du grain. Chacune de ces plantes présente un allèle différent de ce gène à l'état homozygote : l'allèle *tga1* est présent chez la téosinte alors que l'allèle *Tga1* est présent chez le maïs. L'allèle *Tga1* induisant une taille plus faible de

glumes s'avère moins favorable que *tga1* en milieu naturel car moins protecteur des grains contre les parasites.

▶ Des expériences de croisements de téosinte présentant une mutation de l'allèle *tga1* (produisant une séquence nucléotidique proche de celle de l'allèle *Tga1*)



c Étude de la longueur de l'enveloppe (ou glume) avant et après pollinisation.

avec des maïs actuels donnent naissance à des formes d'épis intermédiaires se rapprochant de ceux datant de 5 500 ans découverts au Mexique.

▶ Des épis ont été mis au jour lors de fouilles archéologiques en Amérique centrale et conservés au Field Museum de Chicago. Ils constituent le résultat de croisements de différents individus de téosinte réalisés par les Amérindiens.



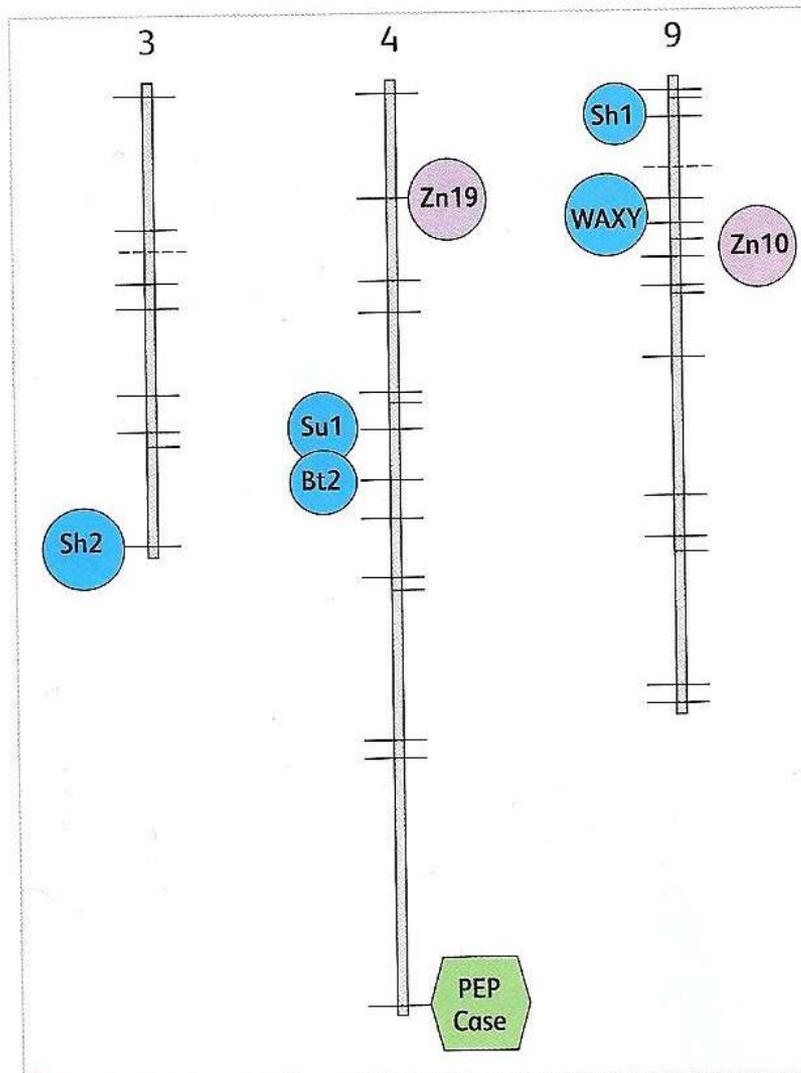
d Épis et rafles de maïs primitif (épis de 3 cm de long pour les plus anciens).

Moins bonne protection contre les parasites.

2 Des variétés de maïs

Variétés définies par le type de grains	Composition en glucides	Valorisation principale	
Grain corné	Amylopectine 72 % et amylose 28 %	Semoulerie	
Grain denté		Alimentation humaine, papeterie, cartonnerie, chimie, pharmacie, cosmétique et alimentation animale	
Maïs pop corn		Alimentation humaine	
Maïs waxy		Amylopectine 100 %	Amidonnerie
Maïs doux ou sucré		Amylodextrines (forme d'amylopectine hydrolysée) 100 %	Alimentation humaine

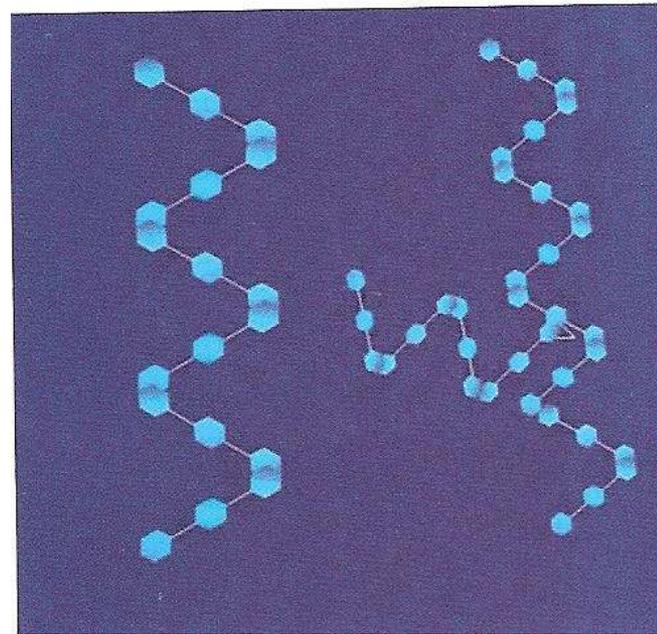
La domestication du maïs : des sélections artificielles d'allèles



b Carte génétique simplifiée des chromosomes 3, 4 et 9 du maïs.

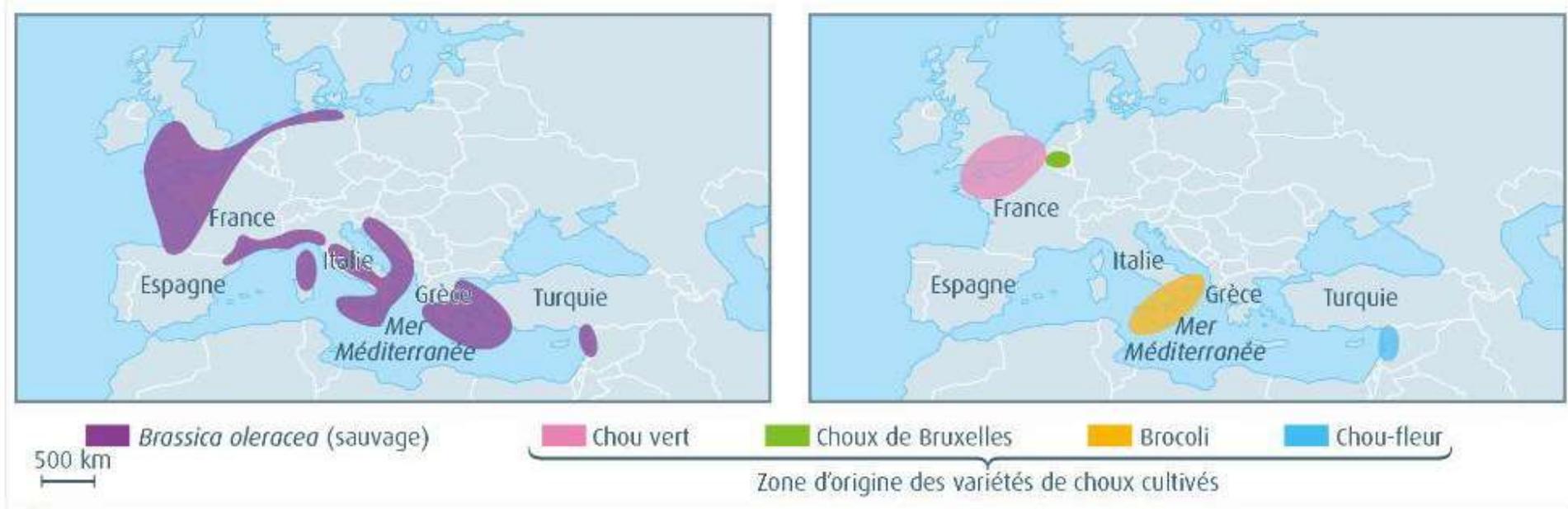
Les gènes *Sh2*, *Su1* et *Bt2* (dont il existe pour chacun plusieurs allèles) codent pour des enzymes de la voie de synthèse de l'amidon, glucide de réserve constitué d'amylose et d'amylopectine. La combinaison des différents allèles de ces gènes est à l'origine de la diversité de la composition en glucides des grains.

Le gène *WAXY* présent sur le chromosome 9 du maïs gouverne la production d'une enzyme qui permet la synthèse d'amylose. Ce gène présente deux allèles : l'allèle *Waxy* (forme sauvage) et l'allèle *waxy*, forme mutante à l'origine d'une incapacité à synthétiser l'amylose dans le grain. La sélection d'individus homozygotes *waxy* a permis d'élaborer le maïs *waxy* très utilisé en amidonnerie.



c Amylose et amylopectine : leur synthèse est sous contrôle génétique chez le maïs.

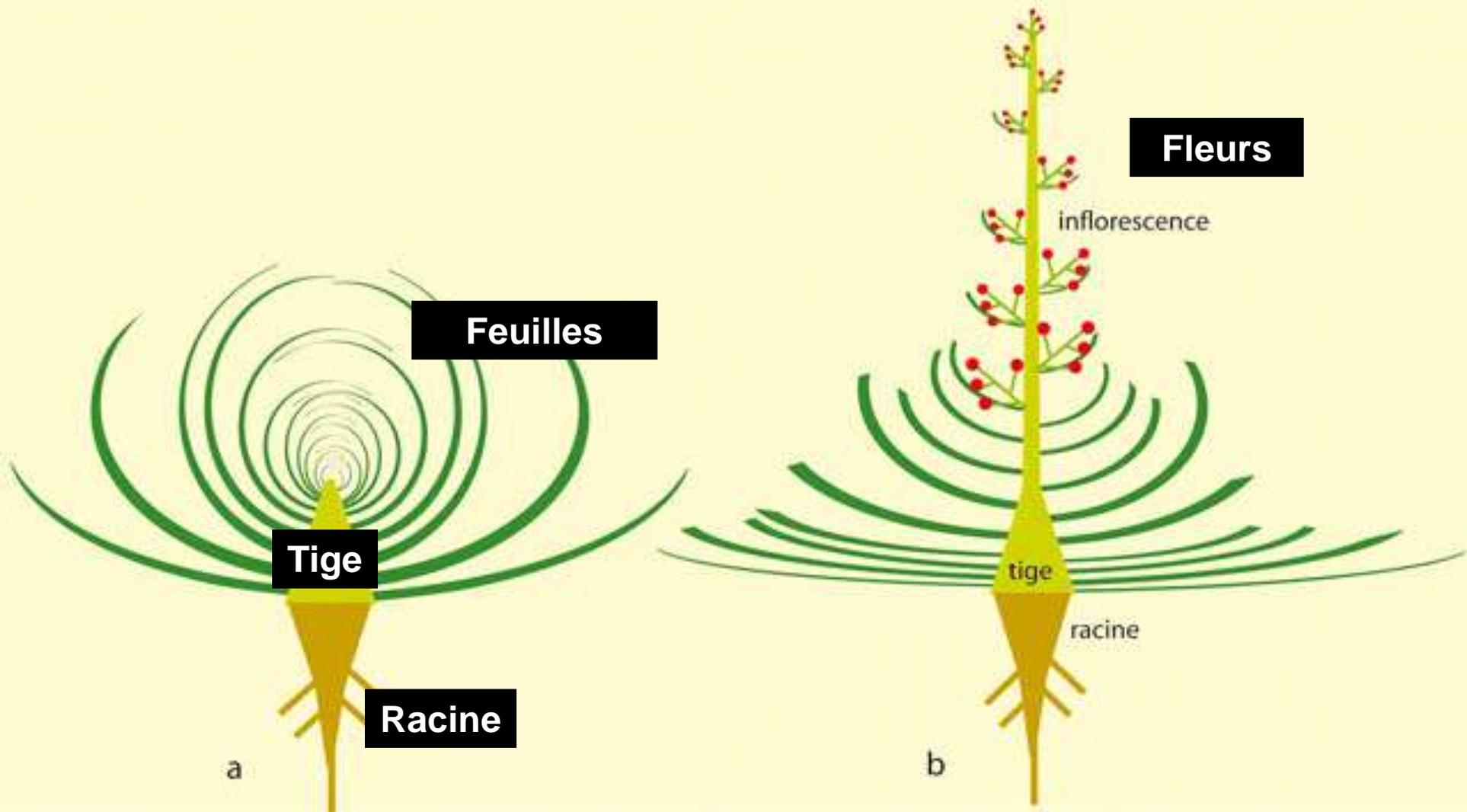
La domestication du chou



4 Répartition de l'ancêtre sauvage des choux et zone d'origine de quelques variétés de choux cultivés. Dans différentes régions, plusieurs domestications ont été réalisées indépendamment à partir de l'espèce sauvage *Brassica oleracea*. Elles sont à l'origine des différentes variétés de choux cultivés que nous connaissons aujourd'hui.

Un ancêtre commun avec des descendants sauvages et domestiques

La domestication du chou : Développement schématique du chou



Développement schématique du chou ;

a, chou pommé formé essentiellement d'une rosette de feuille ;

b, développement de l'inflorescence.

La domestication du chou : Le chou vert



Chou frisé vu de dessus.

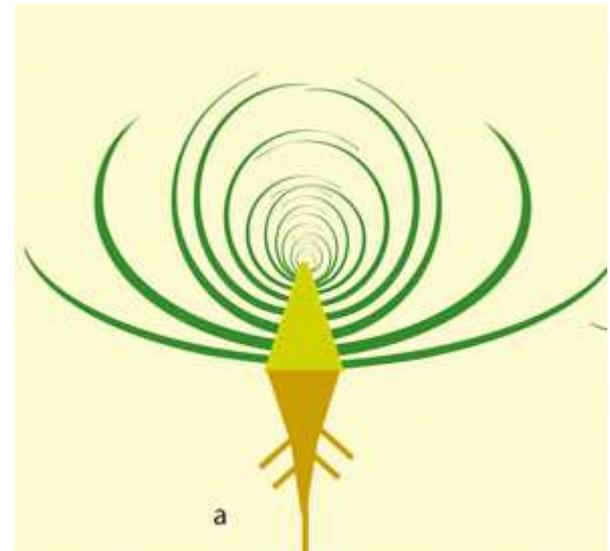


Chou frisé en coupe longitudinale.



Chou frisé ; détail du bourgeon.

Rosette de feuille sans tige



La domestication du chou : Le brocoli



Inflorescence de brocoli entière.



Inflorescence de brocoli entière vue de dessus.

En coupe longitudinale, on voit mieux cette organisation inflorescentielle.



Inflorescence de brocoli en coupe longitudinale.



Inflorescence de brocoli en coupe longitudinale montrant les boutons floraux.

Inflorescence comestible

La domestication du chou : Le brocoli



Surface d'un Brocoli en boutons.



Boutons de fleurs d'un Brocoli vus de dessus.



Fleurs de Brocoli en boutons.



Fleurs de Brocoli en début d'épanouissement.



La domestication du chou : Le chou fleur



Inflorescence entière de Chou fleur



Chou fleur en coupe longitudinale



Chou-fleur : schéma d'organisation

Inflorescence charnue comestible

La domestication du chou : Le chou rave

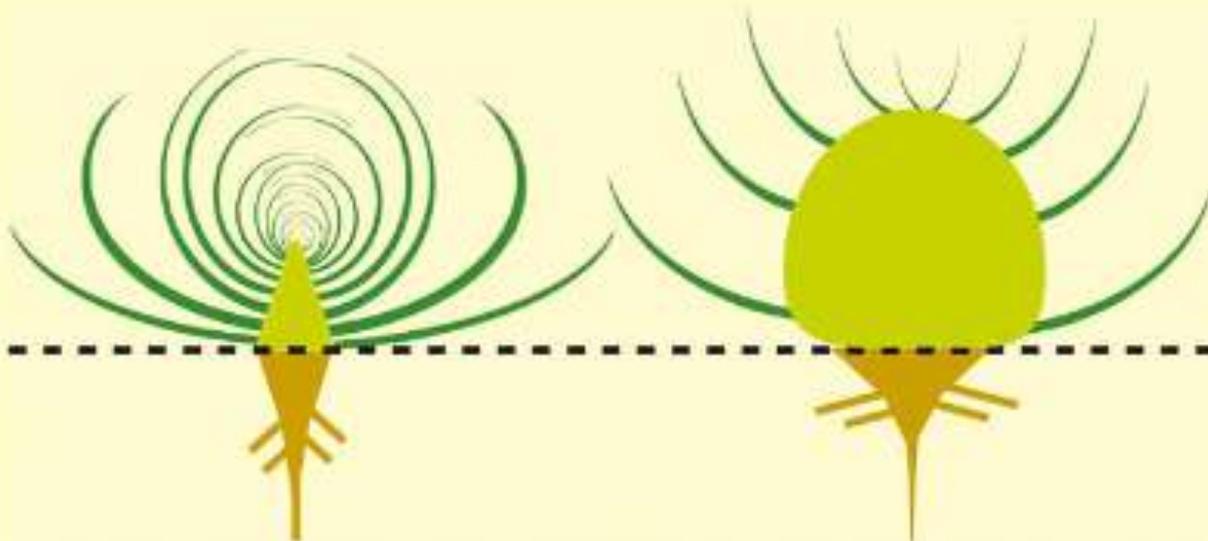


Chou rave entier et



Vue détaillée de l'apex de la tige

Tige charnue comestible



Développement schématique du chou rave

La domestication du chou : Le chou de Bruxelles



Tige de Chou de Bruxelles avec ses bourgeons.



Détail des bourgeons de Chou de Bruxelles à l'aisselle des feuilles.

Tige allongée et Bourgeon axillaires comestibles

La domestication du chou : Le chou de Bruxelles



Chou de Bruxelles coupé longitudinalement.

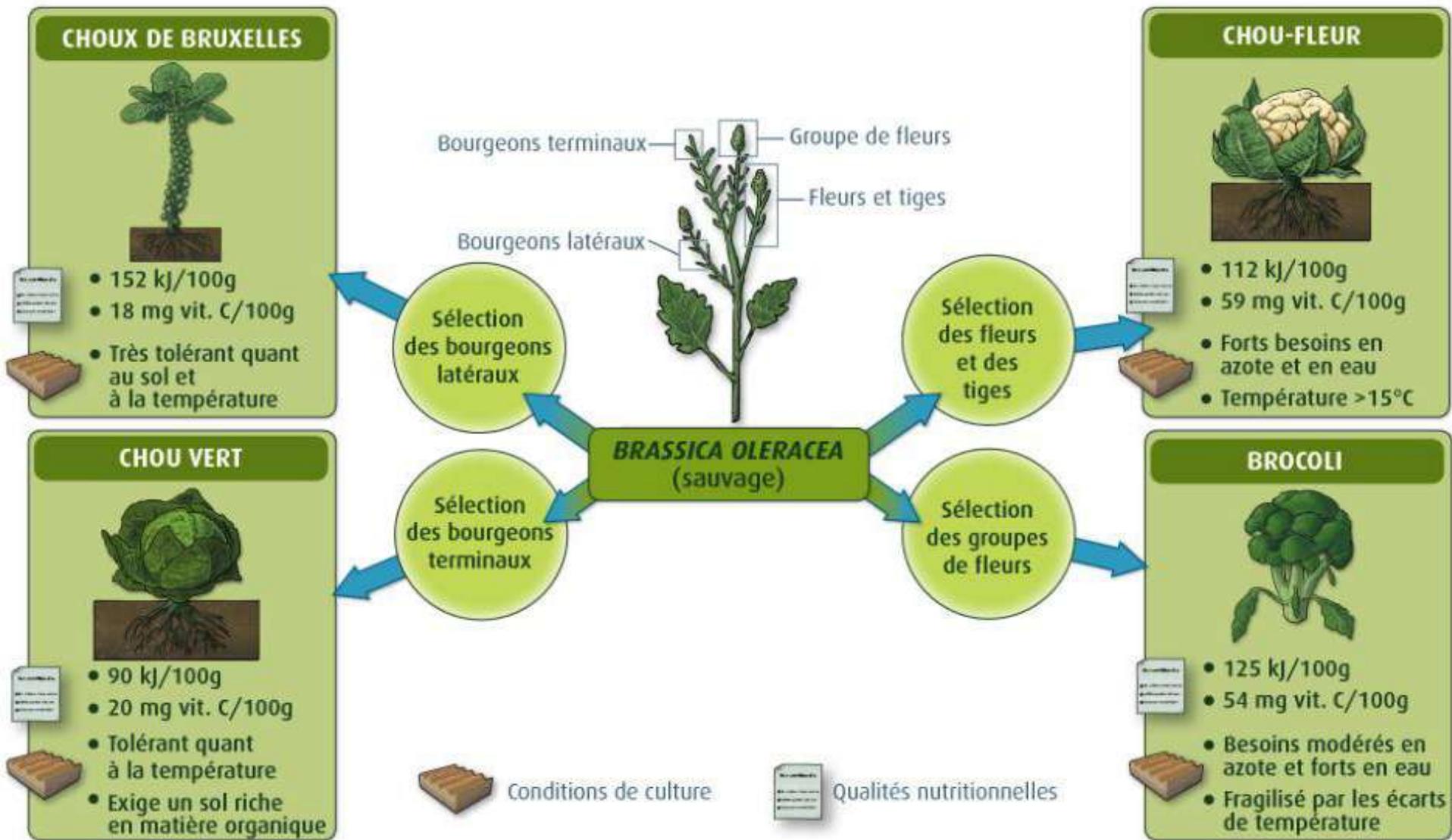


Chou de Bruxelles effeuillé.



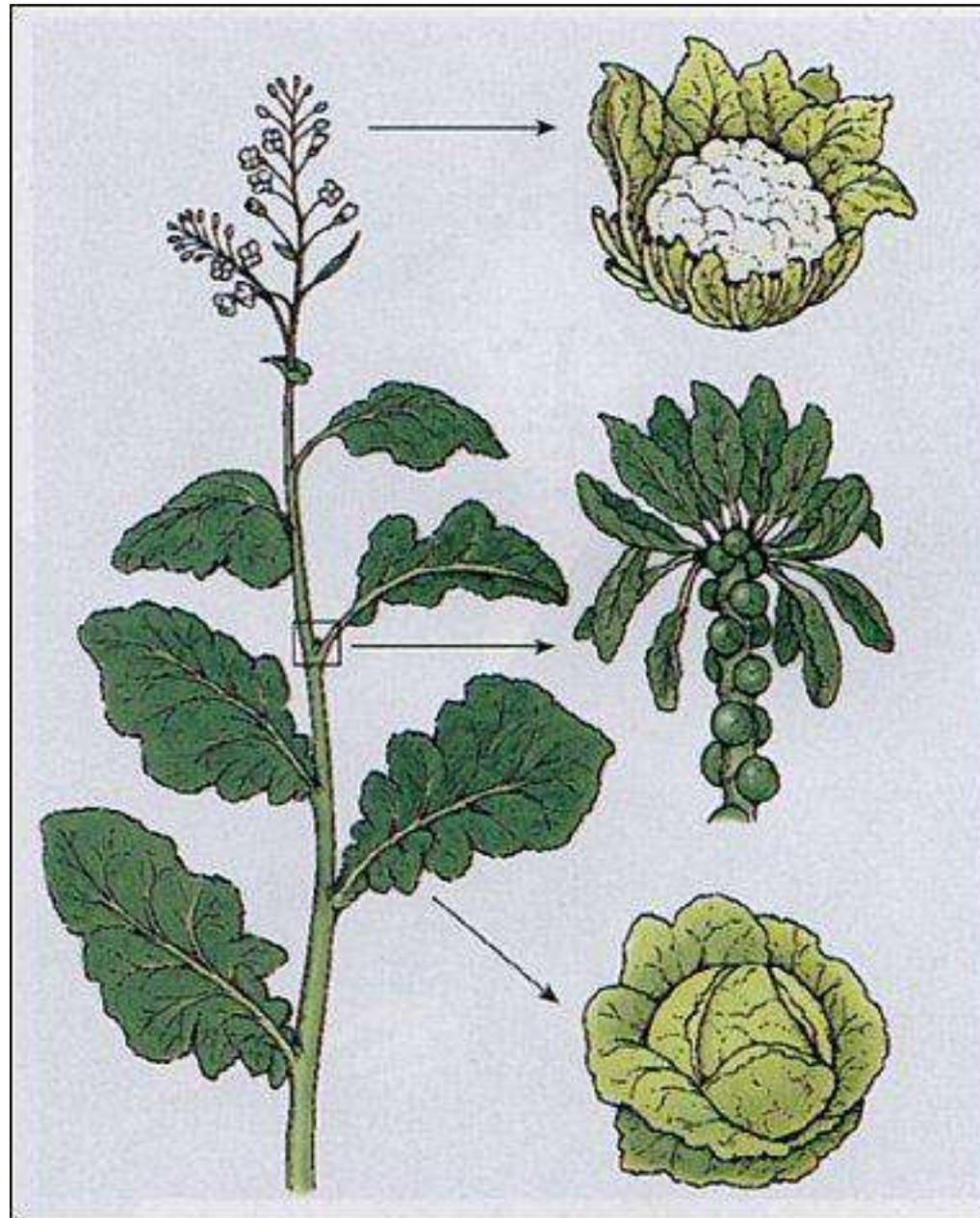
Développement schématique du chou de Bruxelles.

La domestication du chou

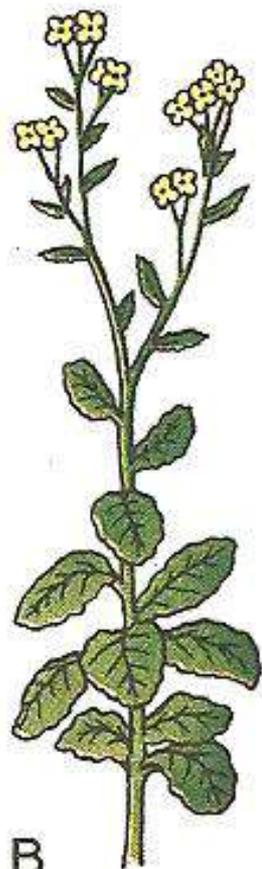


5 Sélection variétale à l'origine de quelques variétés actuelles de choux. La plupart des choux cultivés ont un ou plusieurs organes hypertrophiés.

La domestication du chou



La domestication du chou



B

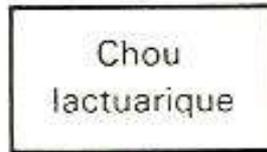
Chou sauvage



Chou vert
à feuilles
crêpées



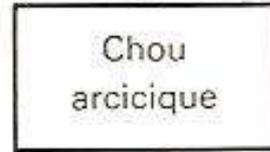
Chou pommé



Chou
lactuarique



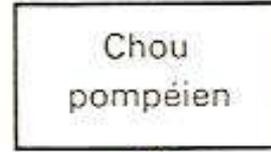
Chou de
Bruxelles



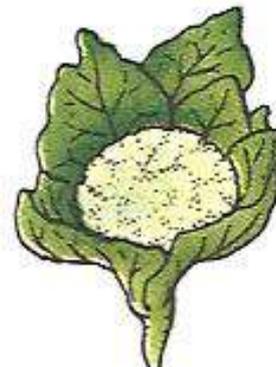
Chou
arcicique



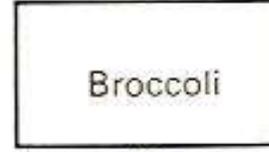
Chou-rave



Chou
pompéien



Chou-fleur



Broccoli

Déformation du rameau
terminal

des rameaux
latéraux

du trognon

de l'inflorescence

La domestication

**Lignée
ancestrale**

- Diversification
aléatoire
- dérive génétique
- sélection naturelle
- action humaine

Lignée domestique 1

Lignée domestique 2

Lignée domestique 2

**Éloignées génétiquement
de l'ancêtre :
Réduction de diversité
Caractères défavorables**

Thème : Enjeux planétaires contemporains.

La plante domestiquée.

Introduction

1°) La domestication empirique des plantes sauvages

1°) Les premières plantes cultivées.

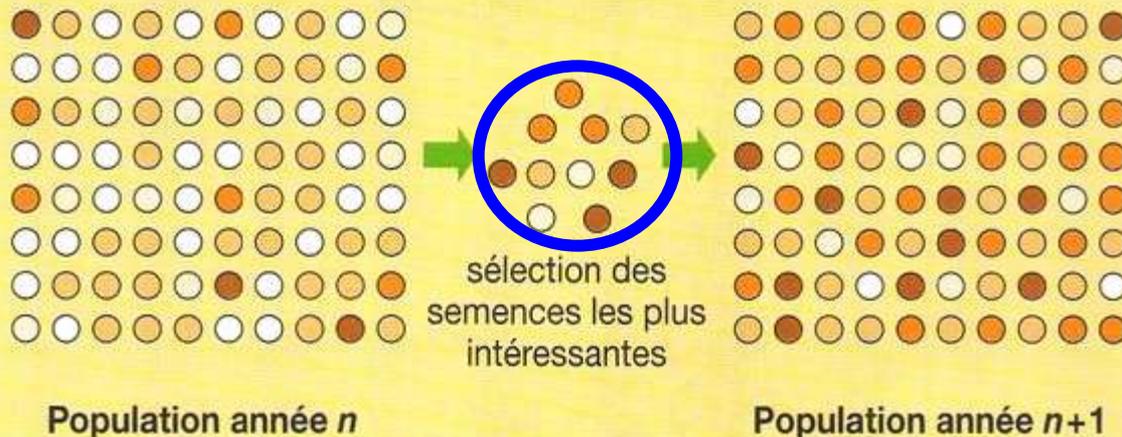
2°) La sélection massale

La sélection massale



Modélisation simple d'une sélection massale

Dans ce modèle, les graines récoltées sont d'autant plus intéressantes pour constituer la semence de l'année suivante qu'elles sont foncées. Mais le tri des graines est une tâche difficile, aux résultats imparfaits !



Thème : Enjeux planétaires contemporains.

La plante domestiquée.

Introduction

I°) La domestication empirique des plantes sauvages

1°) Les premières plantes cultivées.

2°) La sélection massale

II°) La sélection scientifique des plantes cultivées

1°) Une technique de croisement : l'hybridation.

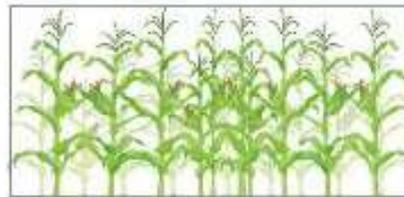
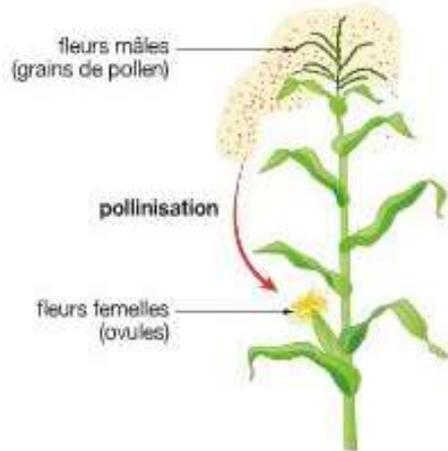
L'obtention de lignées pures

1. Sélection de départ

Le sélectionneur choisit des plantes dans une population hétérogène (variété de pays) ou dans une population issue d'un croisement préalable.

2. Obtention de lignées pures

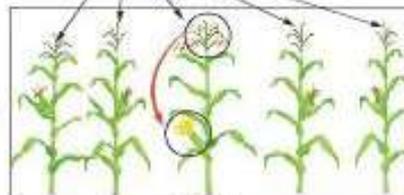
Le sélectionneur provoque l'**autofécondation** des plantes pour augmenter peu à peu leur **taux d'homozygotie**.



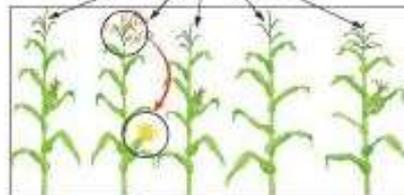
Plantes
génétiquement
très diversifiées
**0 %
d'homozygotie**



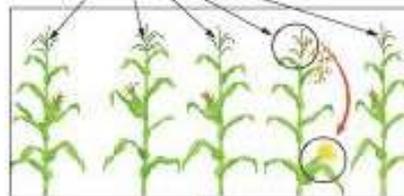
Plantes
1^{re} génération
**50 %
d'homozygotie**



Plantes
2^e génération
**75 %
d'homozygotie**



Plantes
3^e génération
**87,5 %
d'homozygotie**



Auto-fécondation
jusqu'à
7 générations

LIGNÉE PURE FIXÉE

Pour obtenir des plantes complètement homozygotes, il faut forcer artificiellement, pendant de nombreuses générations, les plantes de la variété paysanne à recevoir leur propre pollen, tout en évitant l'arrivée de pollens étrangers. À chaque génération, les plantes deviennent plus faibles, plus fragiles. Cet effet dépressif est une conséquence directe de l'augmentation de leur taux d'homozygotie qui masque les qualités potentielles des plantes.

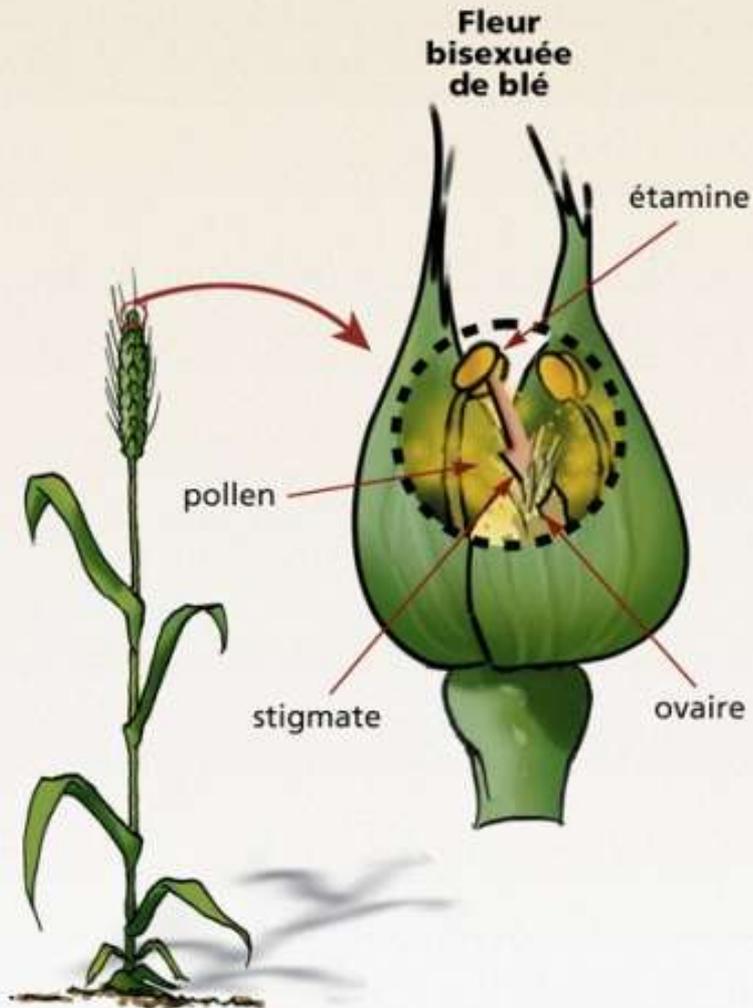
C'est pourquoi tous les individus d'une même génération sont également croisés avec une lignée de référence : on obtient des descendants plus vigoureux, dont certains peuvent exprimer des qualités remarquables. Seules les plantes ayant engendré les meilleurs descendants lors de ce test sont alors retenues pour poursuivre la sélection.

Les principaux critères de sélection sont la précocité, la résistance aux maladies, aux effets du vent et de la sécheresse, l'aspect général de la plante, les qualités de l'épi et des grains.

L'autofécondation

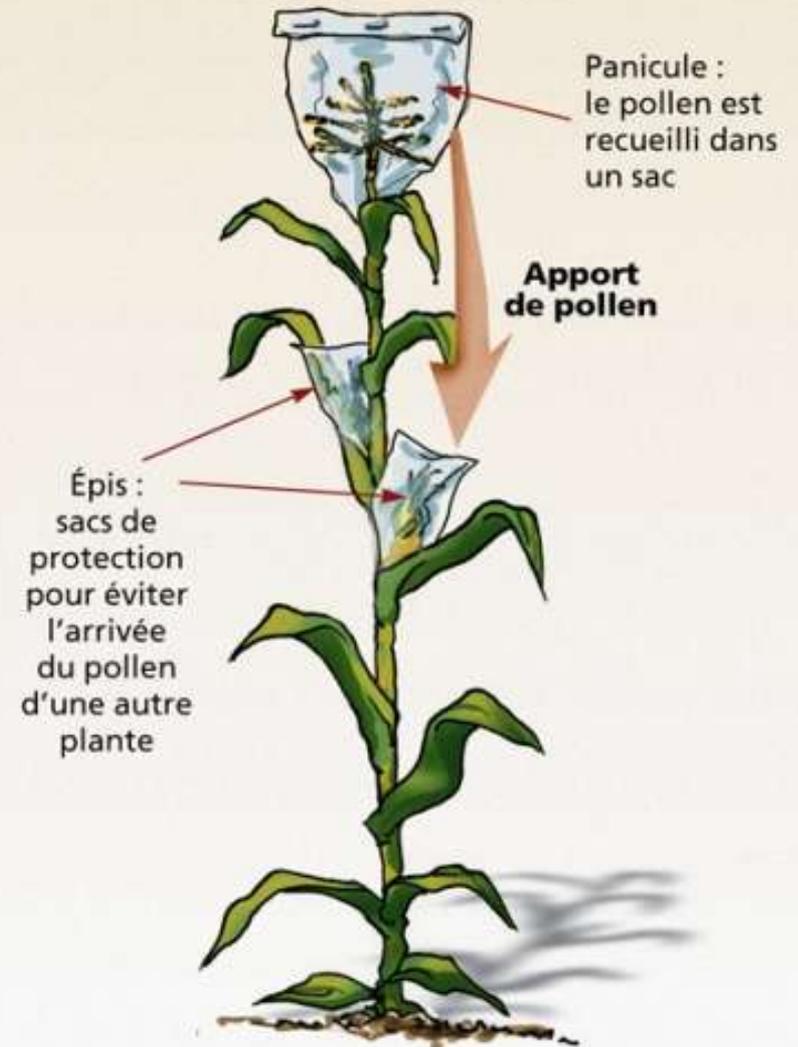
Naturelle pour les plantes autogames

Exemple du blé



Provoquée par le sélectionneur pour les plantes allogames

Exemple du maïs



L'hybridation

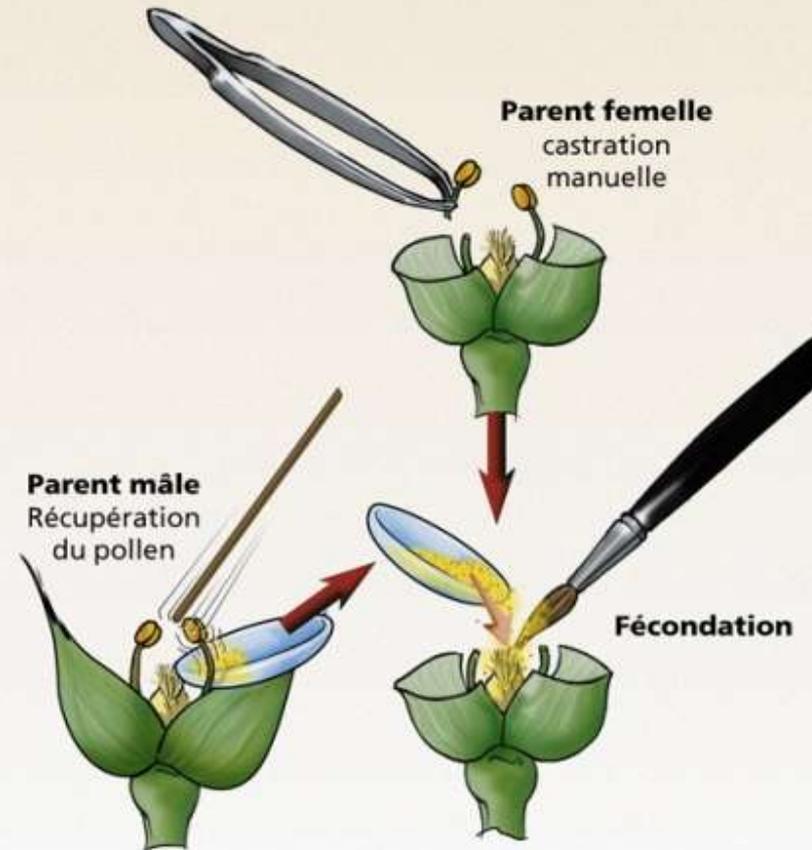
Naturelle pour les plantes allogames

Exemple du maïs



Provoquée par le sélectionneur pour les plantes autogames

Exemple du blé



L'obtention d'hybrides

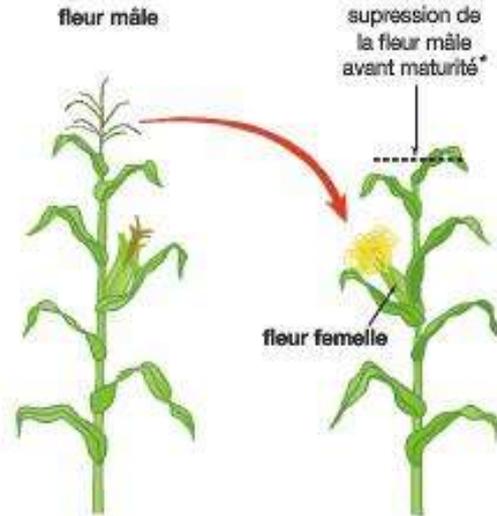
On dispose de deux lignées pures de maïs issues de sept générations d'autofécondations successives. Chacune présente des points forts et des points faibles. Chaque lignée étant stable, les gamètes qu'elle produit sont tous identiques. En effectuant une fécondation entre ces deux lignées, on obtient donc une génération F1 aux caractéristiques homogènes.

Souvent, les individus F1 présentent une **vigueur hybride** (ou effet d'hétérosis) qui leur confère une valeur nettement supérieure à celles des deux lignées parentales.

Comme le montre l'exemple suivant, ces croisements peuvent aussi permettre de cumuler chez les hybrides F1 les qualités de chacun des parents, sans en retrouver les défauts.

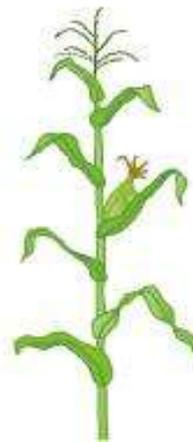


Lignée A
(parent mâle)
parent productif
à maturité tardive



Lignée B
(parent femelle)
parent peu productif
à maturité précoce

* afin d'empêcher
l'autofécondation



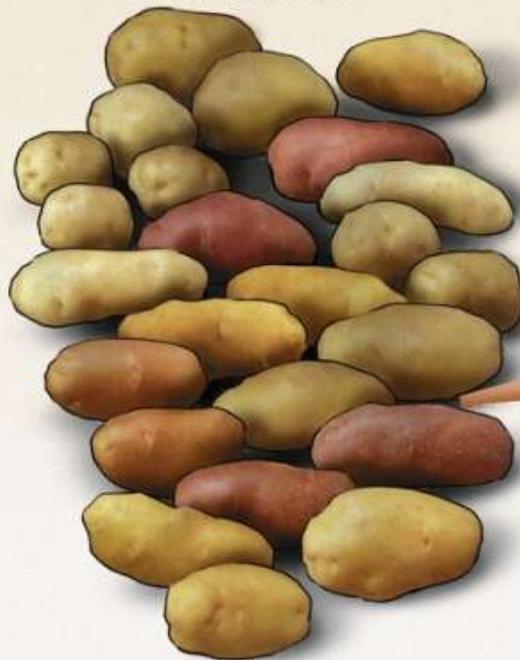
Hybride AB
plantes productives
à maturité précoce



Les principes de l'amélioration des plantes

Exemple de la pomme de terre

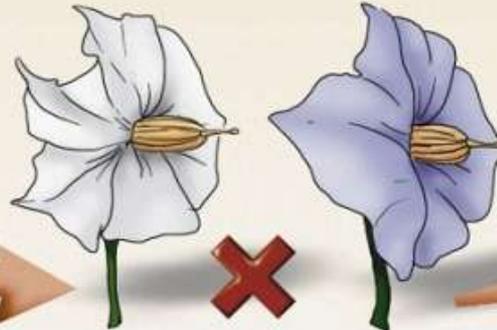
Diversité existante



Collections de plus de 3 500 formes sauvages ou cultivées

Croisement

entre individus choisis pour leurs caractères intéressants



Nouvelle variété

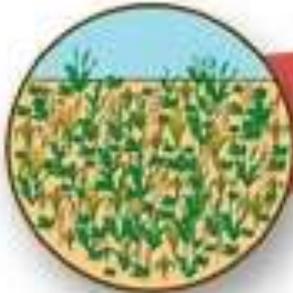


Objectifs de sélection des variétés

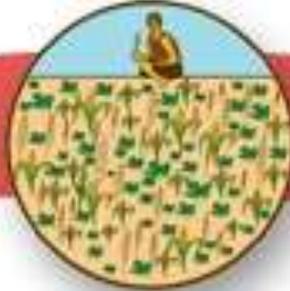
- Plus productives
- Plus résistantes aux maladies et aux parasites
- Mieux adaptées au sol et au climat
- Mieux adaptées aux techniques culturales
- Régularité des formes
- Qualité culinaire
- Adaptées aux transformations : frites, chips, pommes de terre surgelées, féculé...

La domestication des plantes

Il y a 10 000 ans
hétérogénéité des cultures

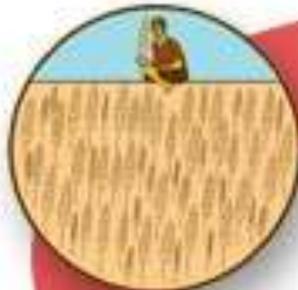


Cueillette des
espèces intéressantes



**DOMESTICATION
DES ESPÈCES**

Choix d'une population
et semis des plus belles plantes
Sélection intrapopulation



**AMÉLIORATION
DE POPULATIONS**



Début de l'agriculture
Semis de populations
très hétérogènes

Maîtrise des techniques
d'amélioration des plantes
Semis d'une variété



**CRÉATION
DE VARIÉTÉS**

Homogénéité
des variétés
et maîtrise des
techniques culturales

Thème : Enjeux planétaires contemporains.

La plante domestiquée.

Introduction

I°) La domestication empirique des plantes sauvages

1°) Les premières plantes cultivées.

2°) La sélection massale

II°) La sélection scientifique des plantes cultivées

1°) Une technique de croisement : l'hybridation.

2°) Modifier et sélectionner les plantes au laboratoire :
biotechnologies et génie génétique.

Culture in vitro

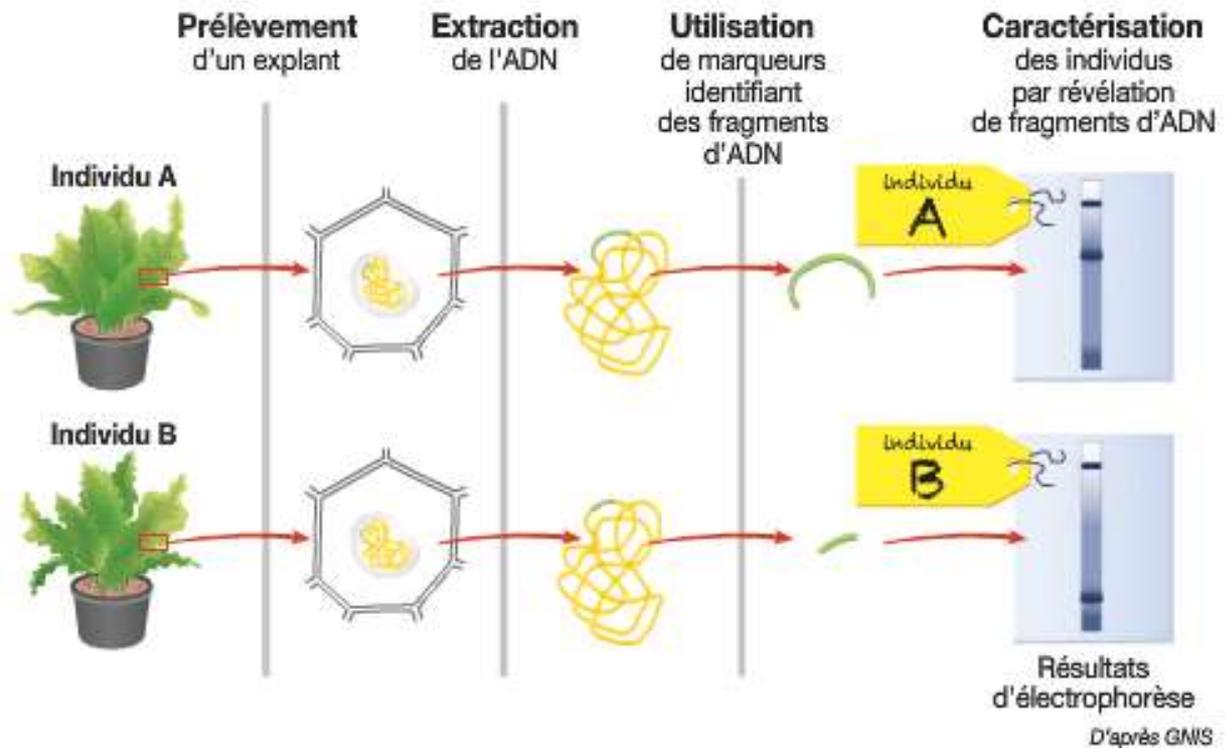


Les marqueurs génétiques

• La découverte de la structure de l'ADN, dans les années 1950, a ouvert la voie à l'étude très précise du génome des plantes cultivées. On a ainsi mis au point des techniques de marquage moléculaire. Un **marqueur moléculaire** est une sorte d'étiquette associée à un secteur d'une molécule d'ADN. Sa présence peut être révélée par l'**électrophorèse** des fragments d'ADN obtenus après digestion par des **enzymes de restriction**.

Selon le génotype des cellules, les bandes correspondant aux divers fragments d'ADN pourront exister ou non et occuperont des positions variables sur le gel d'électrophorèse. Le repérage de ces bandes permet donc de connaître le génotype de la plante étudiée.

Principe de l'utilisation de marqueurs moléculaires

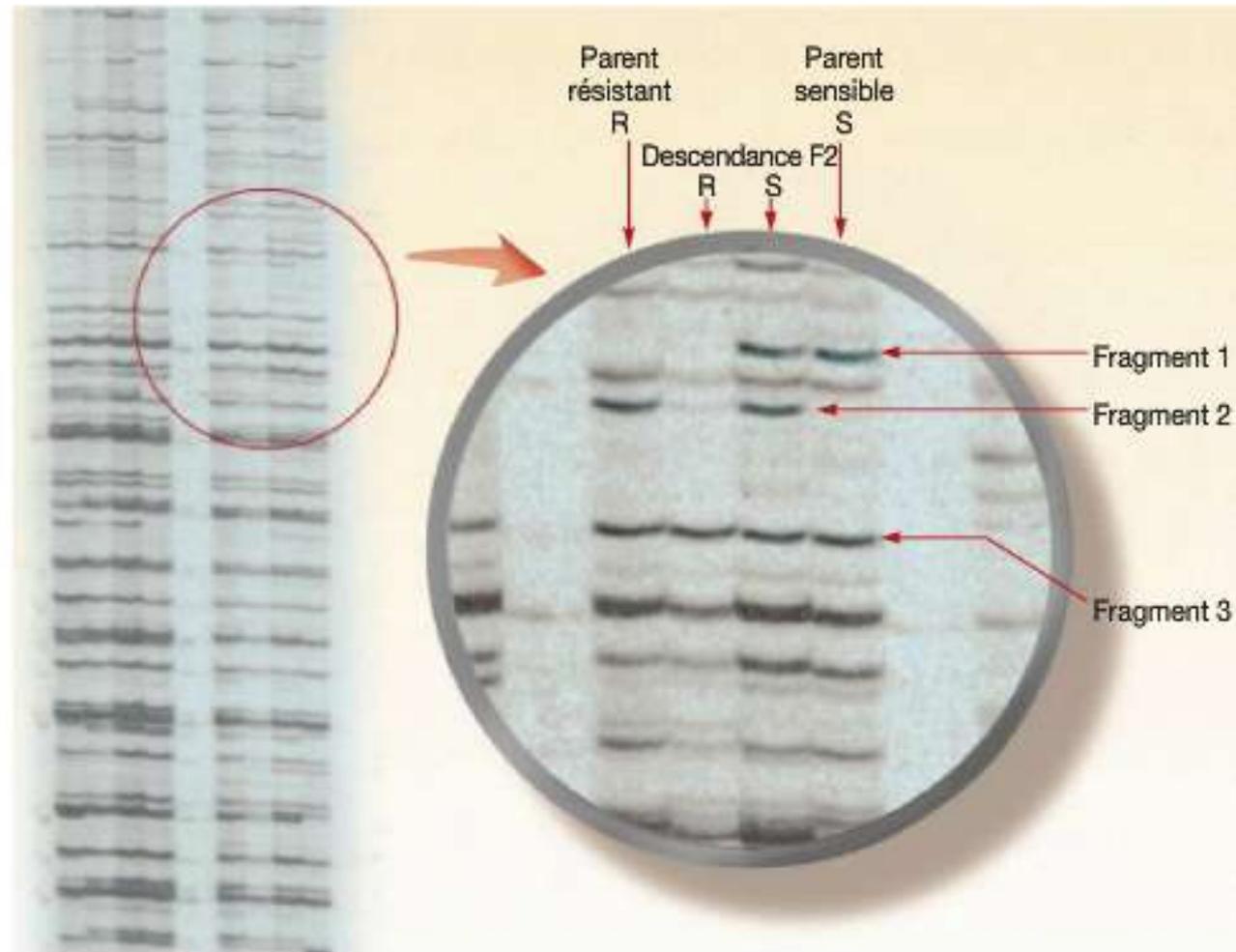


La sélection assistée par marqueurs

• La sélection assistée par marqueurs est aujourd'hui couramment utilisée, car elle permet de gagner plusieurs années dans le processus de création variétale. L'illustration ci-contre en donne un exemple.

On croise une variété de tournesol sensible au mildiou [S] et une variété résistante à cette maladie [R]. Pour trier, parmi les plantules issues de ce croisement, celles qui sont porteuses du gène de résistance au mildiou, on peut les cultiver et comparer leurs phénotypes... mais cela prendra plusieurs mois. On peut aussi comparer directement leurs génotypes en utilisant un marqueur moléculaire lié au gène de résistance.

Le fragment 1 caractérise le gène de sensibilité au mildiou. Les fragments 2 et 3 sont indépendants de ce caractère.



Doc. 2 Les marqueurs moléculaires permettent de choisir les individus les plus intéressants.

L'obtention de protoplastes

**Parenchyme
de jeunes feuilles**



**Digestion
enzymatique
de la paroi**

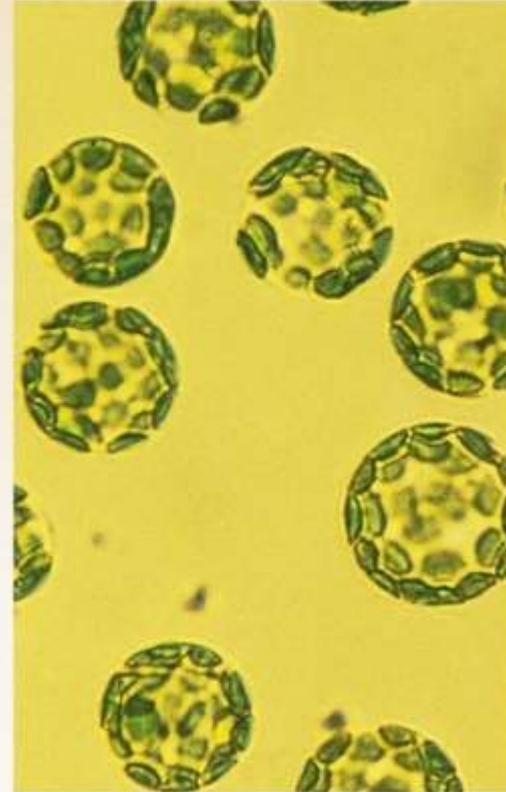


**Enzymes
de lyse
de la paroi
pectocellulosique**

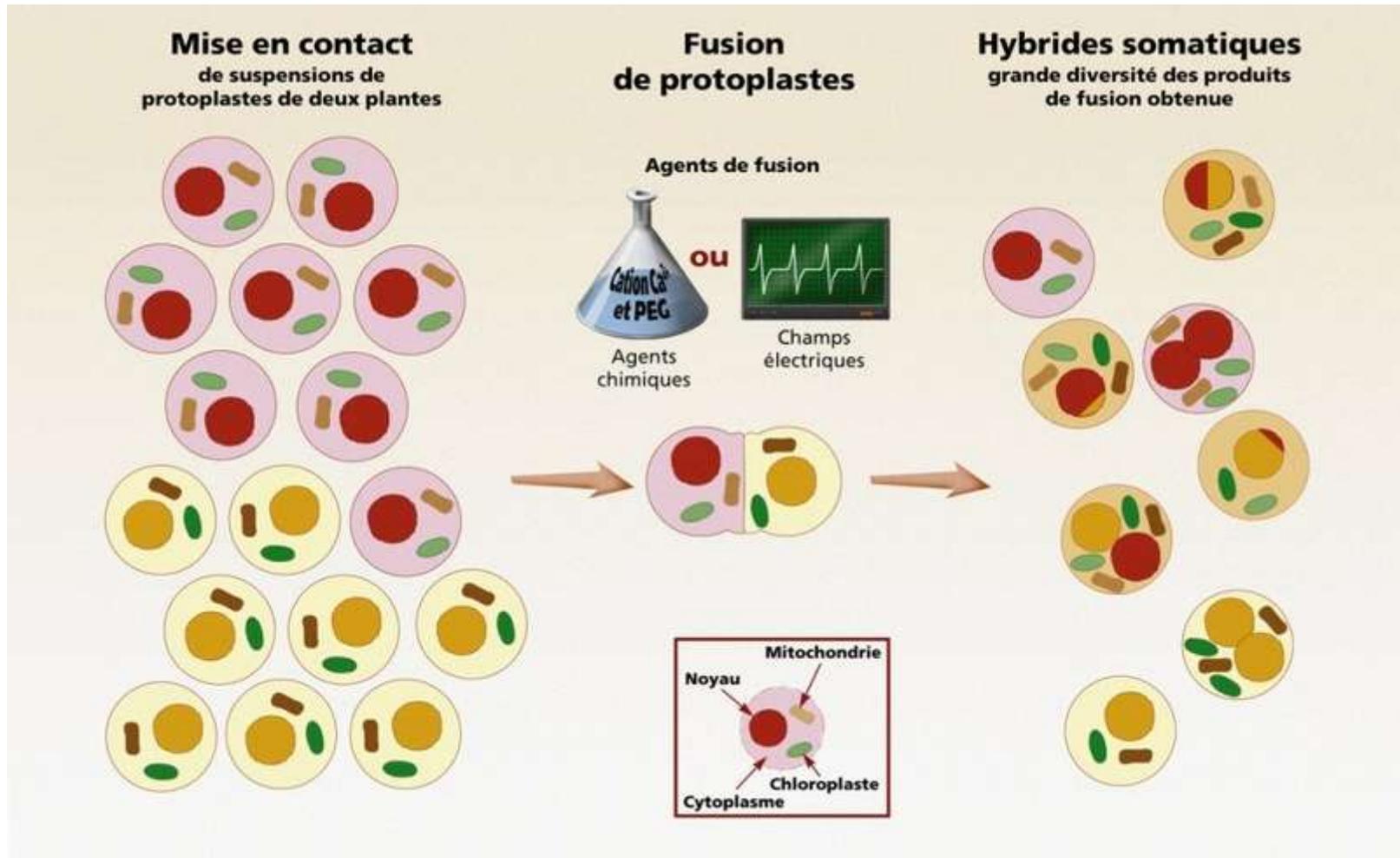


**Ajouts
d'éléments
stabilisants**
sucres,
sels minéraux

**Suspension
de protoplastes**



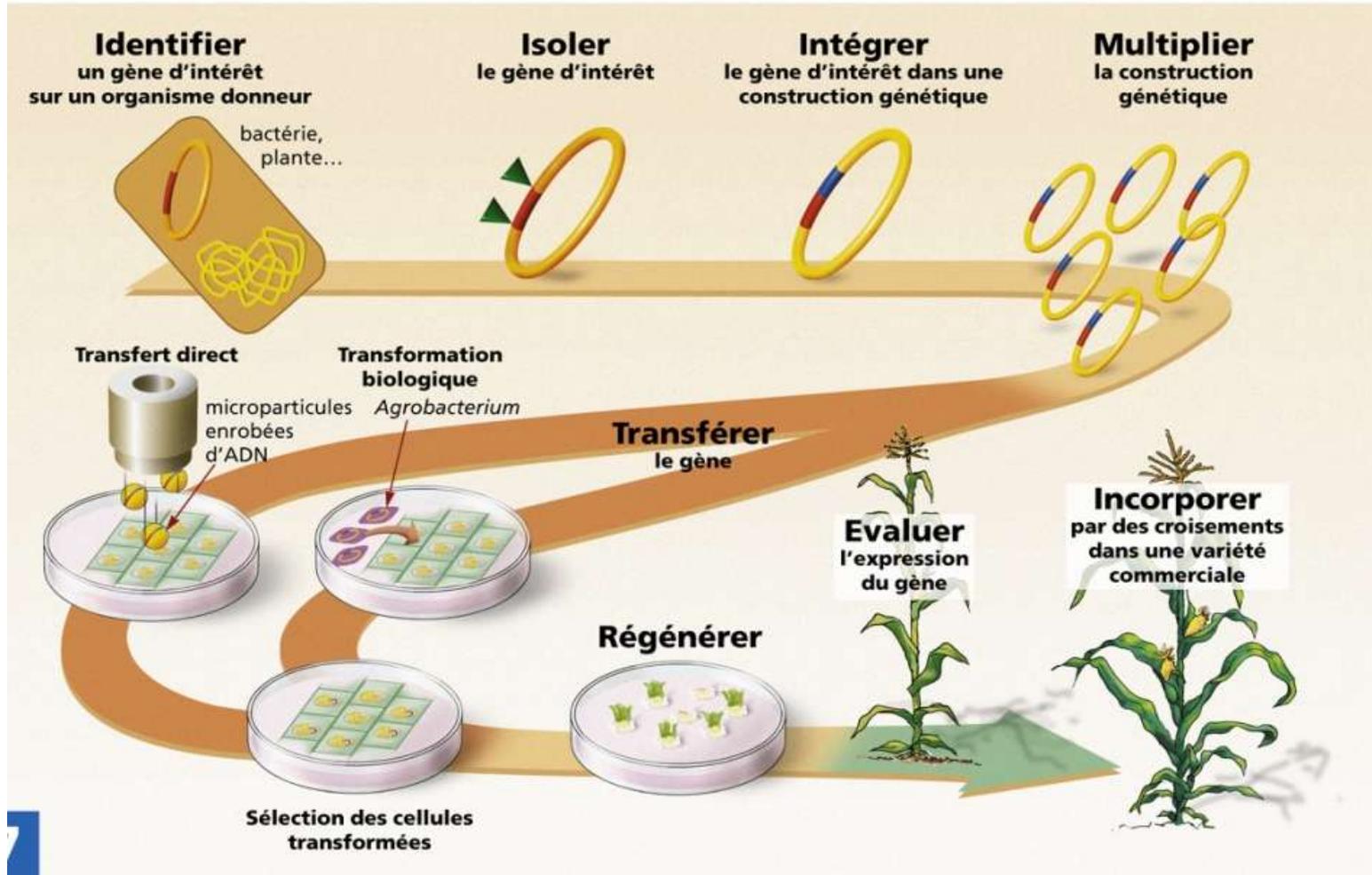
L'hybridation de protoplastes



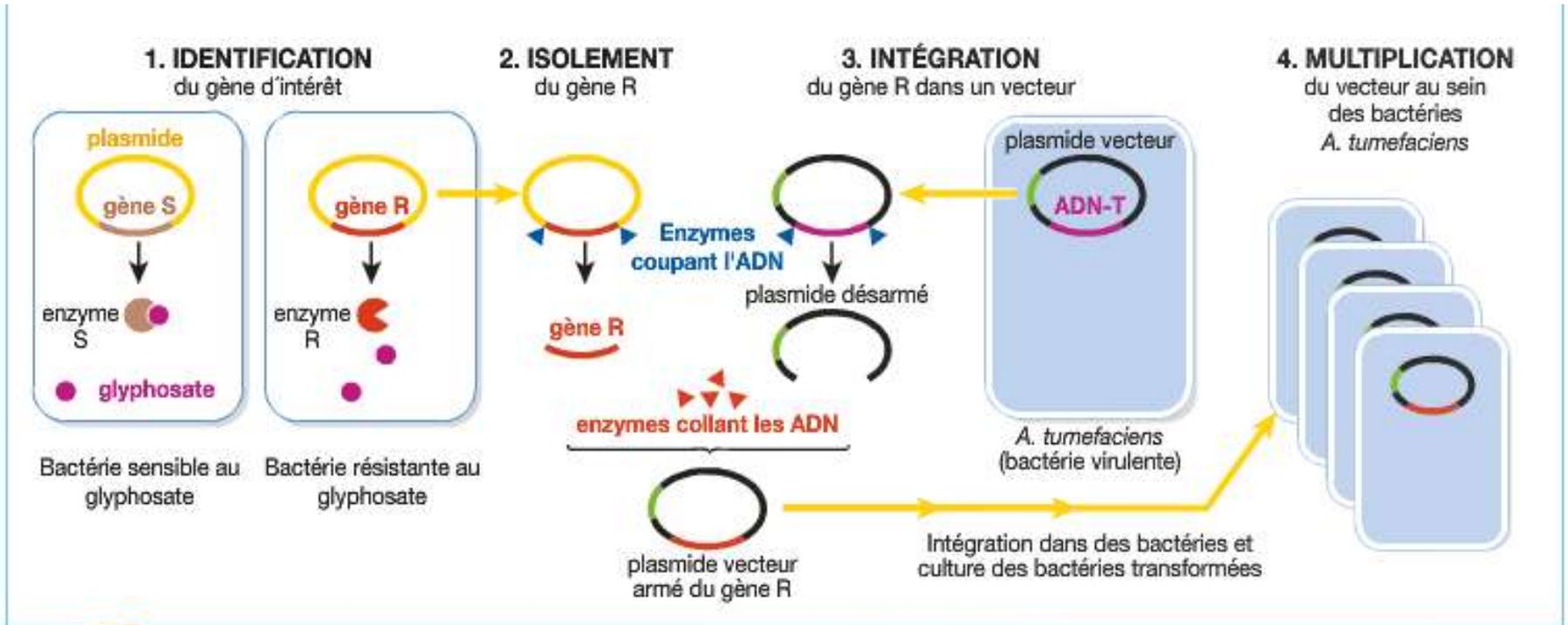
La transgénèse



Les étapes de la transgénèse



La transgénése

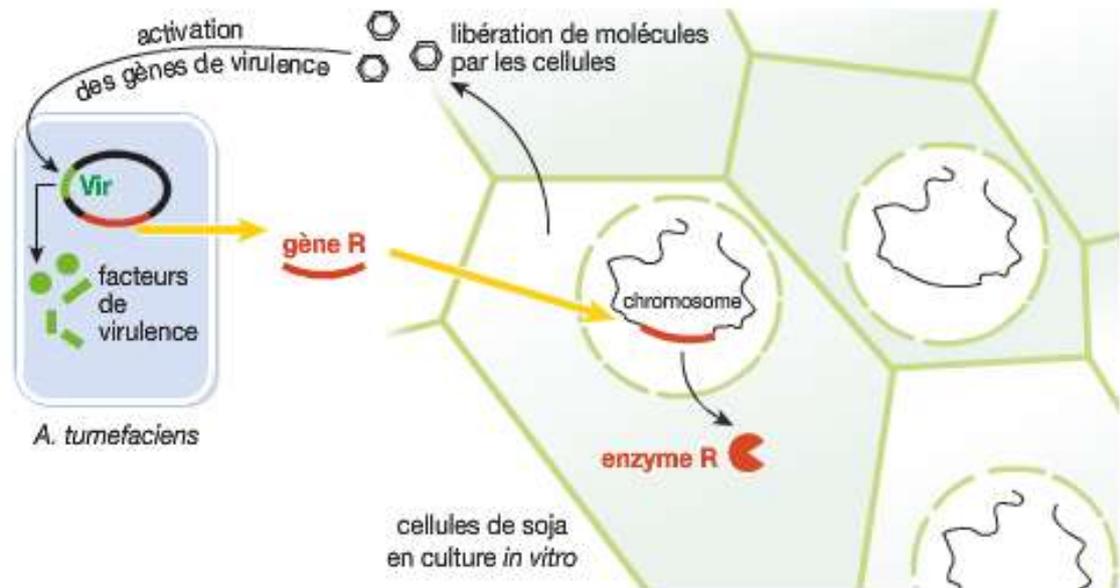


Doc. 1 Étape 1 : Identifier un gène d'intérêt et préparer son transfert.

La transgénése

On cultive ensuite sur un même milieu des fragments de feuilles de soja et les bactéries armées du gène R. Les cellules végétales libèrent des molécules qui activent un groupe de gènes bactériens (gènes Vir).

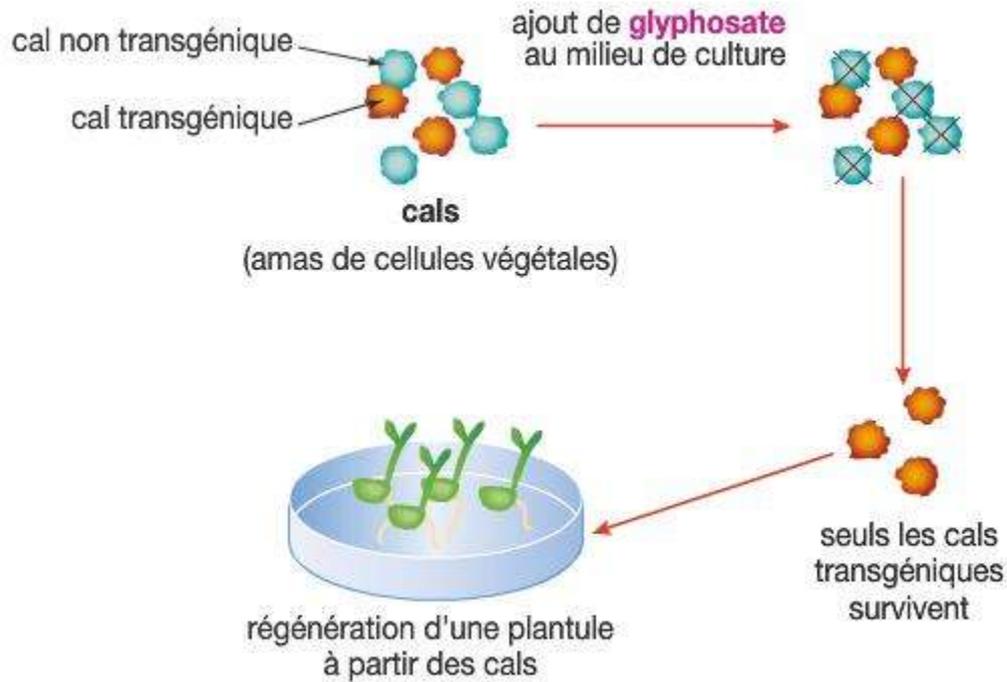
Les protéines ainsi fabriquées sont des facteurs de **virulence** : elles provoquent l'entrée du gène R dans certaines cellules du soja, et leur intégration dans les chromosomes.



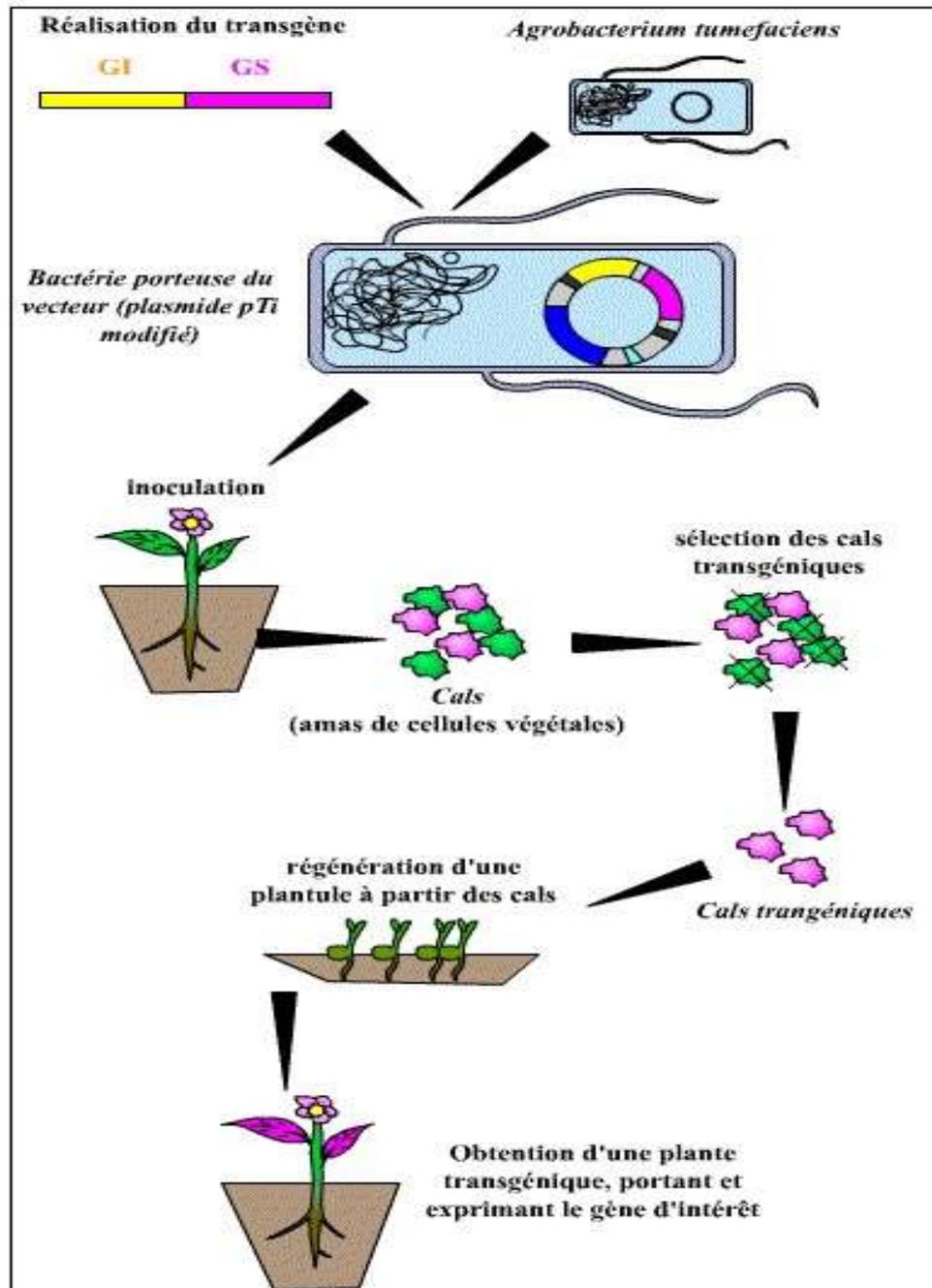
Doc. 2 Étape 2 : Transférer le gène d'intérêt vers les cellules de la plante cible.

La transgénèse

Étape 3 : Sélectionner les cellules transformées et régénérer des plantes entières.

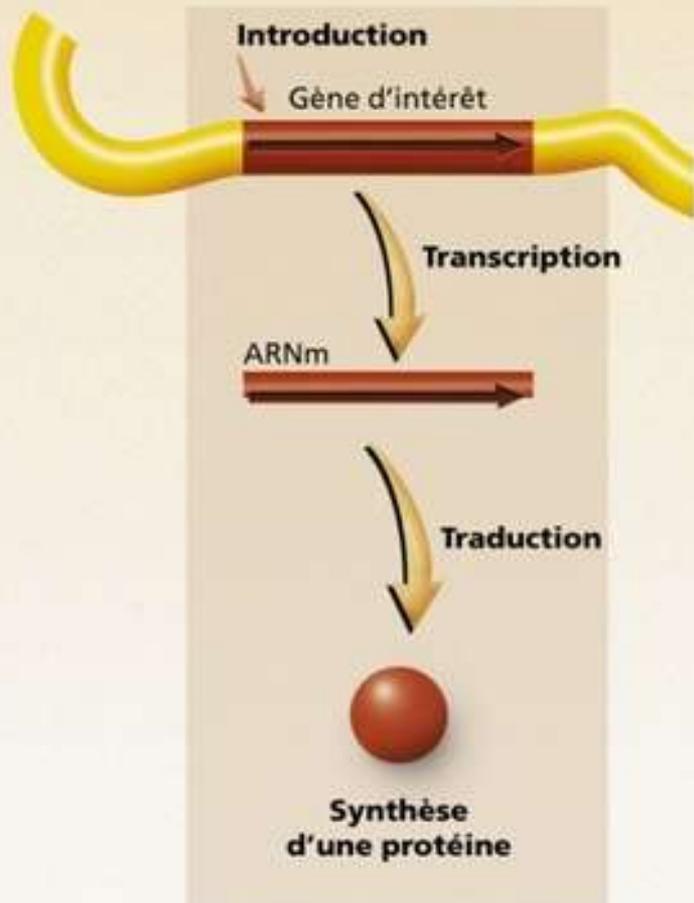


La transgénèse

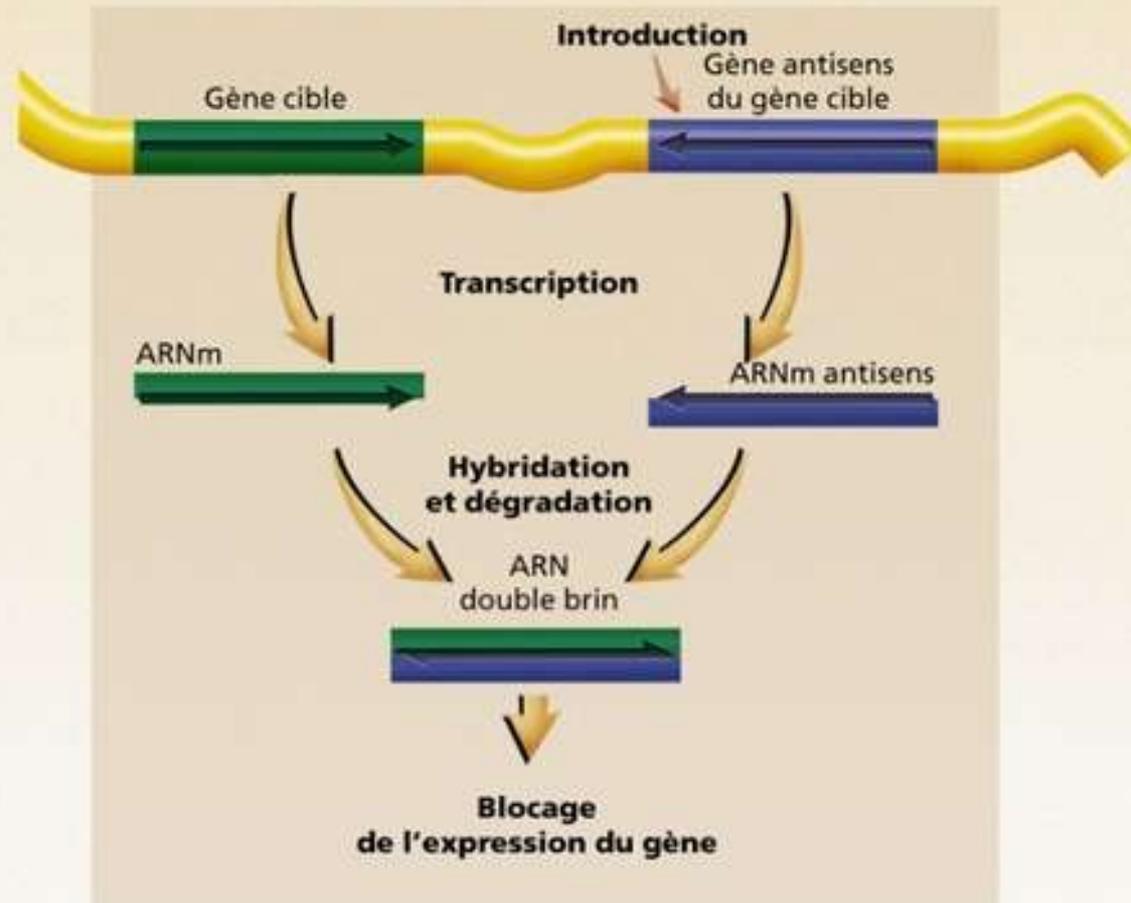


La transgénèse : différentes stratégies

Introduire un nouveau caractère



Inactiver un caractère Exemple de la stratégie antisens



Thème : Enjeux planétaires contemporains.

La plante domestiquée.

Introduction

I°) La domestication empirique des plantes sauvages

1°) Les premières plantes cultivées.

2°) La sélection massale

II°) La sélection scientifique des plantes cultivées

1°) Une technique de croisement : l'hybridation.

2°) Modifier et sélectionner les plantes au laboratoire :
biotechnologies et génie génétique.

III°) Enjeux contemporains autour des plantes cultivées

1°) Enjeux autour de l'utilisation des plantes cultivées

L'Union européenne s'apprête à prendre ses distances avec les agrocarburants

LE MONDE | 14.09.2012 à 15h36

Par Laurence Girard et Gilles van Kote



"Marquer une pause dans le développement des biocarburants qui entrent en concurrence avec l'usage alimentaire" : cette mesure figurant dans le plan d'action de lutte contre la hausse du prix des céréales présenté, le 12 septembre, par Stéphane Le Foll en conseil des ministres n'est pas passée inaperçue. D'autant qu'elle a été formulée à la veille de la conférence environnementale et au moment où Bruxelles s'apprête à réviser sa stratégie sur les biocarburants.

Des plantes pour dépolluer les sols



Des plantes qui vaccinent



Banana vaccines



People may soon be getting vaccinated for diseases like hepatitis B and cholera by simply taking a bite of banana. Researchers have successfully engineered bananas, potatoes, lettuce, carrots and tobacco to produce vaccines, but they say bananas are the ideal production and delivery vehicle.

When an altered form of a virus is injected into a banana sapling, the virus' genetic material quickly becomes a permanent part of the plant's cells. As the plant grows, its cells produce the virus proteins — but not the infectious part of the virus. When people eat a bite of a [genetically engineered banana](#), which is full of virus proteins, their immune systems build up antibodies to fight the disease — just like a traditional vaccine.

Thème : Enjeux planétaires contemporains.

La plante domestiquée.

Introduction

I°) La domestication empirique des plantes sauvages

1°) Les premières plantes cultivées.

2°) La sélection massale

II°) La sélection scientifique des plantes cultivées

1°) Une technique de croisement : l'hybridation.

2°) Modifier et sélectionner les plantes au laboratoire :
biotechnologies et génie génétique.

III°) Enjeux contemporains autour des plantes cultivées

1°) Enjeux autour de l'utilisation des plantes cultivées

2°) Enjeux autour de la biodiversité cultivée et de la propriété des
semences



La biodiversité pour l'alimentation et l'agriculture inclut les composantes de la biodiversité qui sont essentielles à l'alimentation des populations humaines et à l'amélioration de leur qualité de vie. Il s'agit notamment de la variété et de la variabilité des écosystèmes, des animaux, des végétaux et des microorganismes aux niveaux génétique, spécifique et écosystémique, qui sont nécessaires à la préservation de la vie humaine ainsi que des fonctions clés des écosystèmes.



ARTE JOURNAL - 05/03/12

arteJOURNAL

Kokopelli préserve la biodiversité

L'association Kokopelli récupère des semences reproductibles et les distribue gratuitement aux paysans du monde entier. Objectif : préserver la biodiversité, et réduire la dépendance des communautés à l'égard des firmes comme Monsanto, DuPont ou Syngenta qui vendent des semences stériles et qui obligent les agriculteurs à les racheter chaque année. Pour ARTE Journal, David Bornstein a mené l'enquête en Ardèche. Reportage.

Thème : Enjeux planétaires contemporains.

La plante domestiquée.

Introduction

I°) La domestication empirique des plantes sauvages

1°) Les premières plantes cultivées.

2°) La sélection massale

II°) La sélection scientifique des plantes cultivées

1°) Une technique de croisement : l'hybridation.

2°) Modifier et sélectionner les plantes au laboratoire :
biotechnologies et génie génétique.

III°) Enjeux contemporains autour des plantes cultivées

1°) Enjeux autour de l'utilisation des plantes cultivées

2°) Enjeux autour de la biodiversité cultivée et de la propriété des
semences