

Sélectionner et créer de nouvelles variétés végétales

Pourquoi? Comment?

Pour un débat apaisé
sur un sujet sensible

Une réflexion proposée par le CRA-W

Plan de l'exposé

- Pourquoi améliorer les végétaux ?
- Bref historique de l'amélioration génétique des plantes
- Comment améliorer les végétaux ?

Reprenons au début afin de se réapproprier le débat avec des informations objectives

- Que nous propose l'avenir en matière de techniques d'amélioration ?

Pourquoi améliorer les végétaux ?

- **Accroître la productivité des cultures** (Food security)
- **Accroître la qualité des produits végétaux**
- **Améliorer de la qualité nutritive des produits**
 - ❖ Vitamines, acides aminés essentiels, oligo-éléments,
 - ❖ Acides gras (omega 3), métabolites secondaires
 - ❖ Facteurs antinutritionnels, allergènes
- **Rendre l'agriculture plus durable**
 - ❖ Résistance aux pathogènes (maladies et ravageurs)
→ moindre consommation de pesticides

 - ❖ Résistance aux stress dits « abiotiques »:
Salinité, nutritionnel, sécheresse, acidité du sol, froid, ...

Depuis quand le patrimoine génétique des végétaux subit-il des modifications?

Le patrimoine génétique des végétaux (lié à la diversité des gènes) **évolue naturellement** au cours du temps. L'adaptation des espèces à l'environnement est naturelle et permanente

L'homme depuis qu'il est devenu agriculteur **modifie** aussi le patrimoine génétique des plantes cultivées

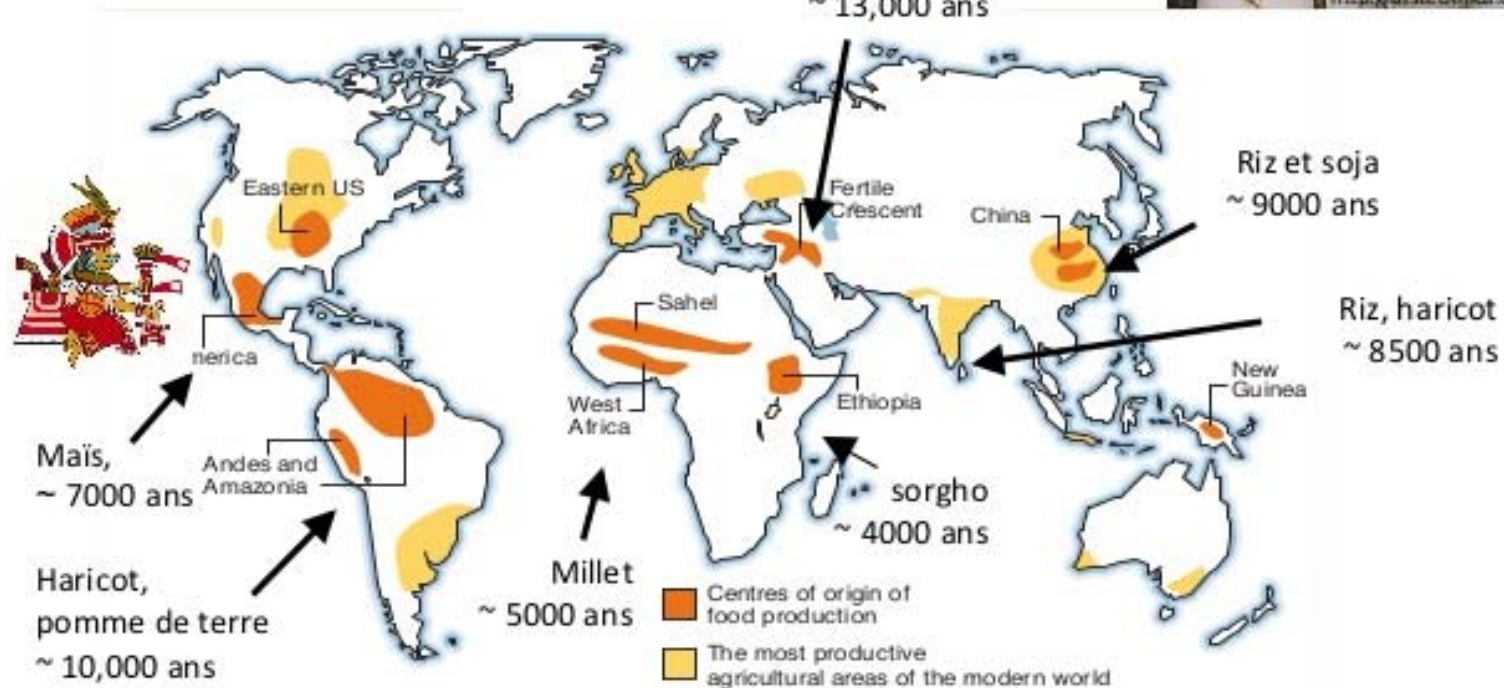
Il a commencé par la sélection massale

L'amélioration génétique des plantes

L'amélioration des plantes débute avec la sédentarisation de l'homme, il y a 10000 ans, dans différentes régions (une dizaine).



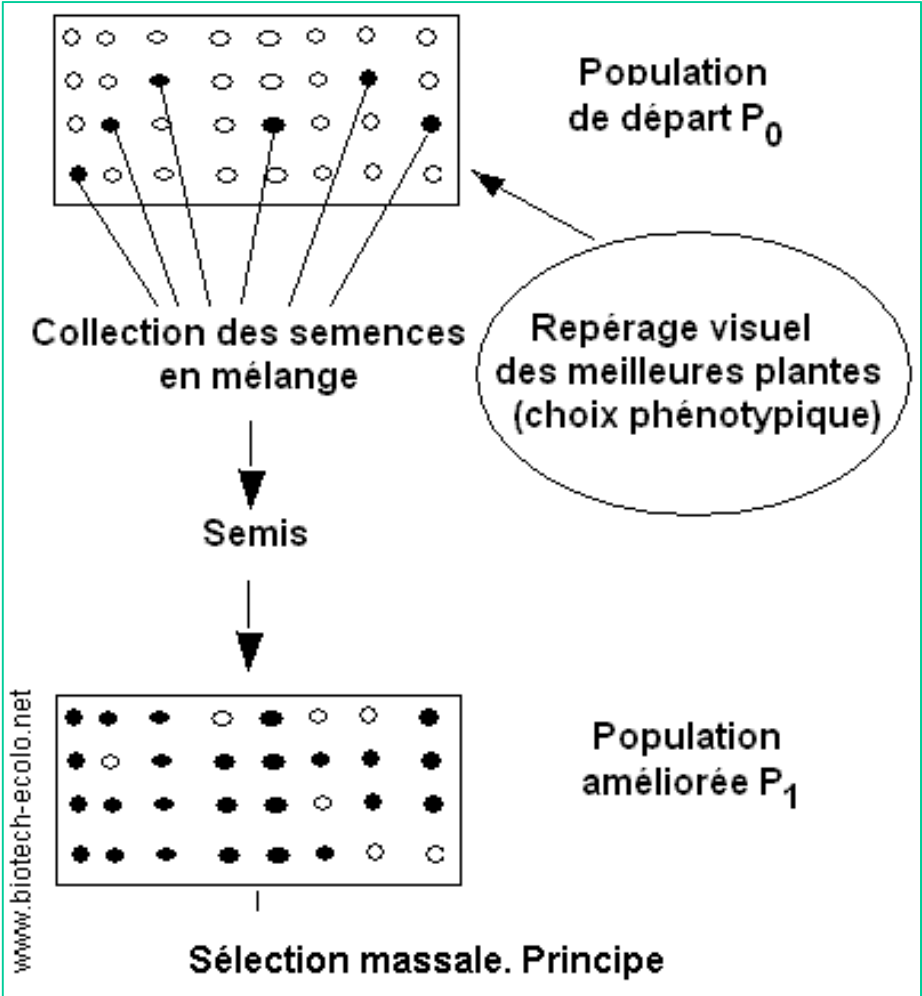
Blé, orge, pois,
~ 13,000 ans



Diamond, J. (2002) Nature 418: 700-707, Purugganan and Fuller (2009), Nature 457: 843-848)

6

La sélection massale



Beaucoup de nos plantes cultivées
aujourd'hui ont été génétiquement modifiées
il y a très longtemps

Définition d'un OGM

Un OGM est un organisme dont le matériel génétique a été modifié d'une manière qui ne s'effectue pas naturellement par multiplication et/ou recombinaison nouvelle

Exemple 1: Le génome du blé cultivé est constitué de l'addition des génomes de 3 blés sauvages

500.000 ans : Fusion de deux espèces diploïdes sauvages (AA+BB) qui ont donné un blé tétraploïde sauvage (AABB) qui a été domestiqué par l'homme pour donner l'amidonnier puis le blé dur (*Trit. turgidum durum*)



Amidonnier sauvage



Amidonnier domestiqué

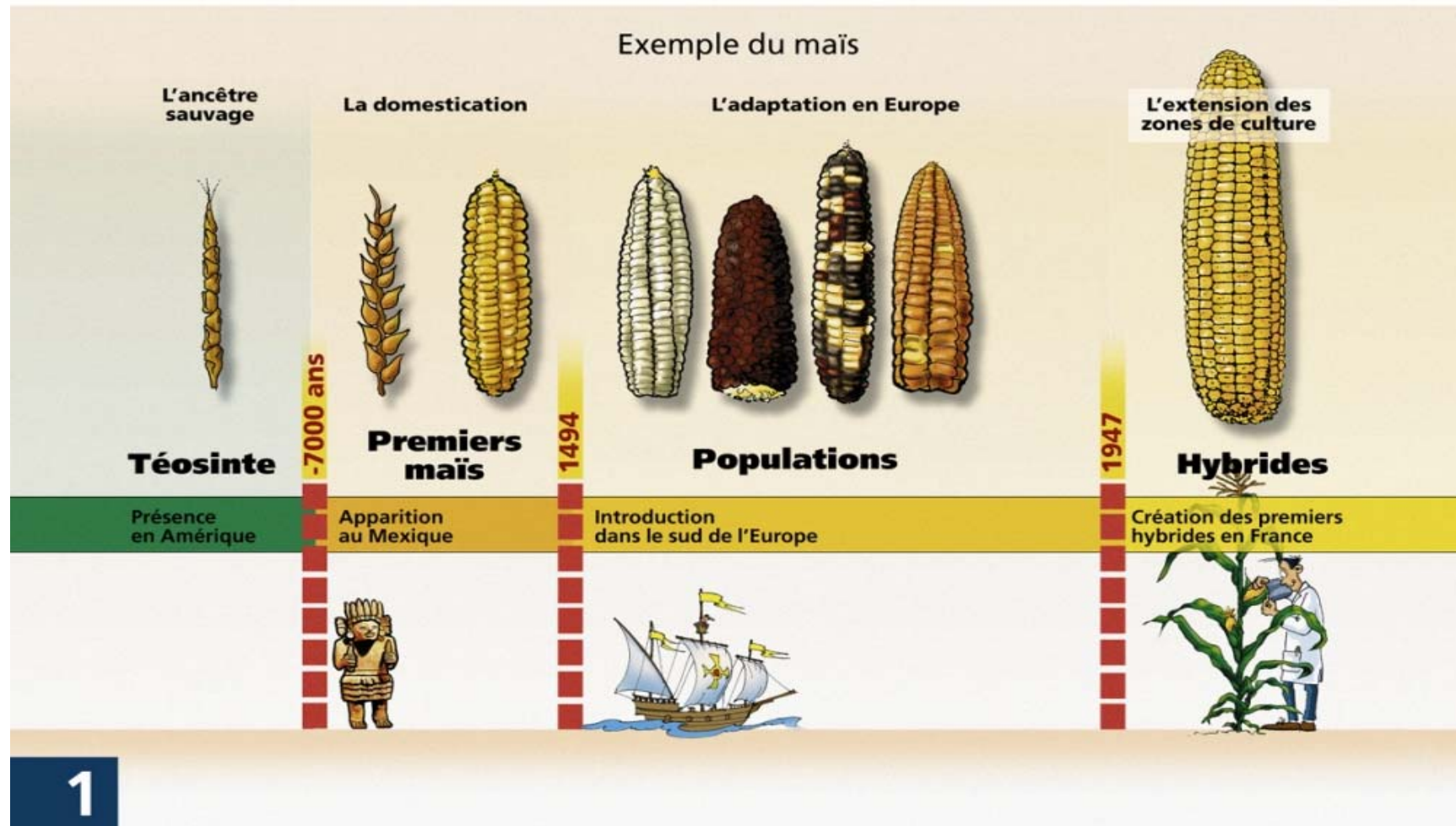
9.000 ans : Fusion d'un blé tétraploïde domestiqué avec une espèce sauvage diploïde (Aegilops), ce qui a donné le blé tendre cultivé hexaploïde AABBDD (*Triticum aestivum*)



Exemple 2: La maïs est une création humaine



La sélection apparaît avec l'agriculture



1

Beaucoup de nos plantes cultivées ont été génétiquement modifiées

Les plantes cultivées sont naturelles.

Les plantes génétiquement modifiées ne le sont pas: FAUX !

L'ingénierie génétique a permis une autre approche pour améliorer les plantes

→ Pas de limite quant à l'origine du gène d'intérêt

Quelles sont les techniques pour améliorer les végétaux ?

Introduction de nouveaux caractères

Méthodes classiques

Méthodes biotechnologiques

Croisements au sein de l'espèce ou hybridation

Mutagenèse
- Produits chimiques
- Rayons ionisants

Variations somaclonales

Fusion de protoplastes

Sauvetage d'embryons

Trans-génèse

OGM
1983

Cis-génèse

NBTs

Techniques utilisées sans que la population exprime de crainte ou s'y oppose

Vers plus de sources génétiques



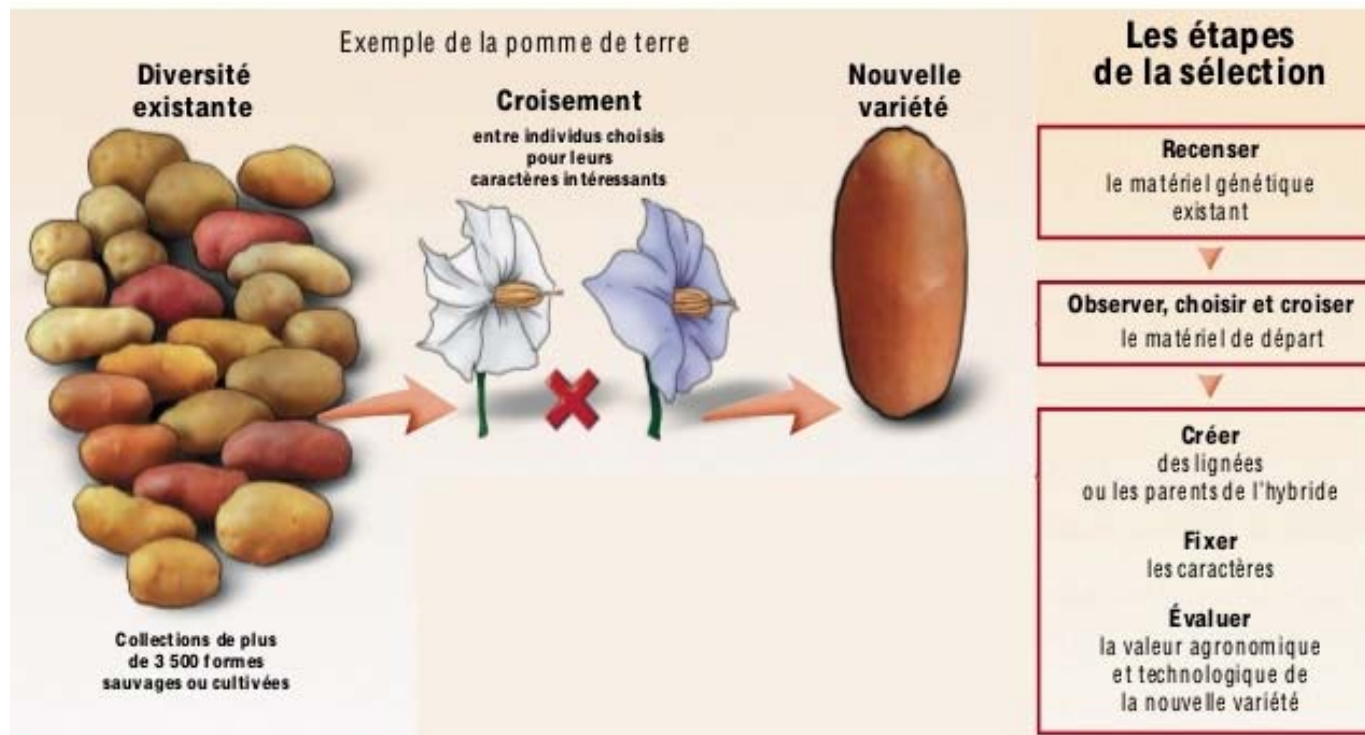
Introduction plus précise de caractères

Comment améliorer les végétaux ?



Les principes de l'amélioration des plantes

La sélection génétique classique

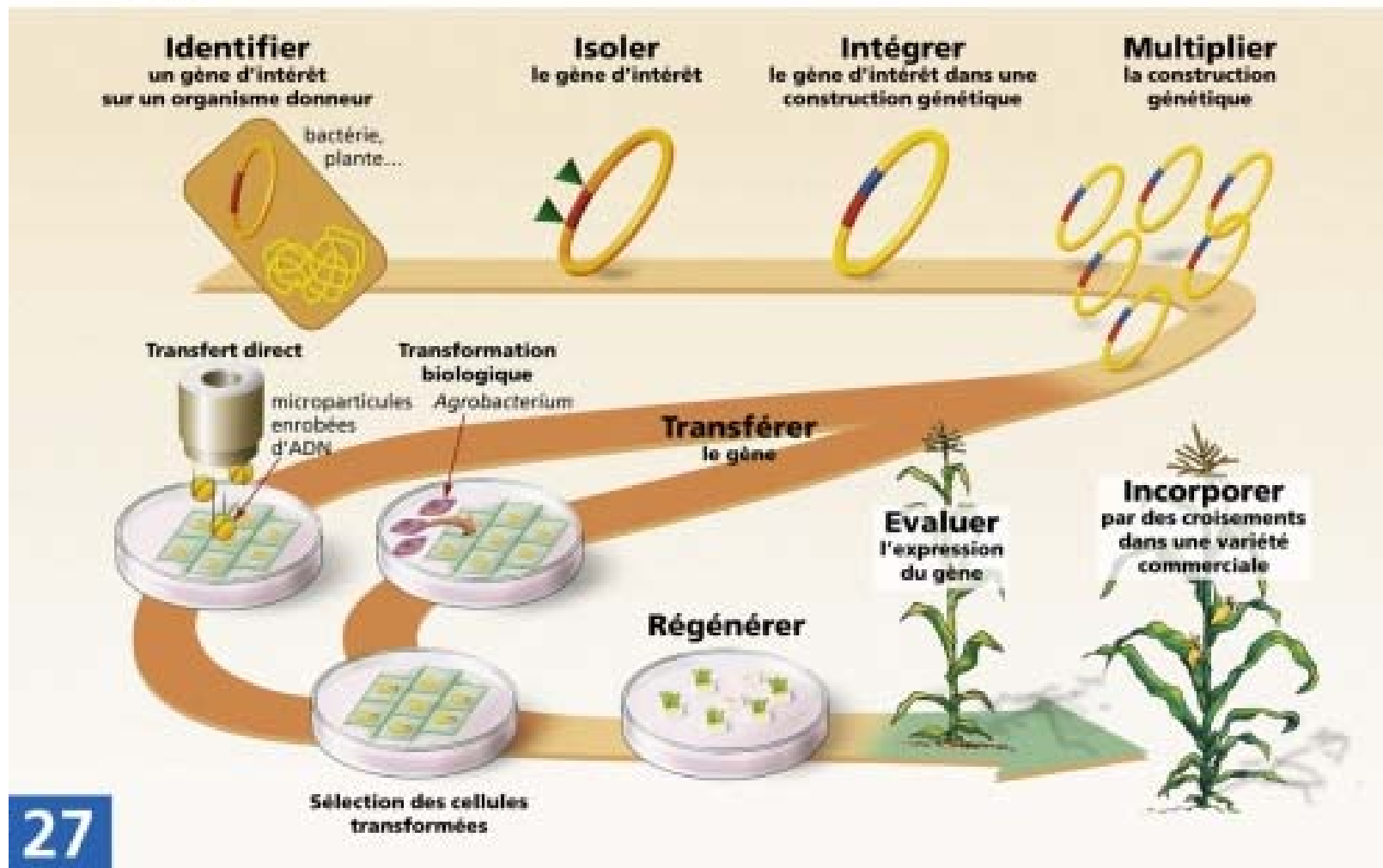


Lepiniec L. Séminaire Biotechnologies - 9 et 10 février 2012

Source: GNIS

11

Les étapes de la transgénèse



27

Sélection classique vs. Transgénèse et Cisgénèse

Avantages et limites (en quelques mots)

Sélection Classique	Transgénèse	Cisgénèse
10 à 15 ans	théoriquement 2 ou 3 ans	théoriquement 2 ou 3 ans
Espèces sauvages apparentées	Espèces sauvages non apparentées	Espèces sauvages apparentées
Nombreuses générations nécessaires	Transfert rapide du gène d'intérêt	Transfert rapide du gène d'intérêt
	Utilisation de gènes marqueurs (herbicides, antibiotiques)	Pas d'utilisation de marqueurs
Sélection visuelle pour identifier les individus porteurs du gène d'intérêt	Sélection par repérage des individus qui possèdent le gène marqueur: rapide	Sélection par criblage d'un grand nombre d'individus est nécessaire: plus fastidieux
	Niveau de transformation est faible Régénération assez longue	Niveau de transformation est faible Régénération assez longue

L'agronomie

- La résistance à des insectes
- La résistance à des maladies
- La résistance à des herbicides



L'alimentation

- Les qualités nutritionnelles
- La maturation des fruits
- La transformation agro-alimentaire



Les applications de la transgénèse

L'industrie

- Les pâtes à papier
- Les huiles industrielles
- Les colorants



La santé

- Les produits sanguins
- Les vaccins
- Les protéines humaines



Que nous propose l'avenir en matière de techniques d'amélioration des végétaux ?

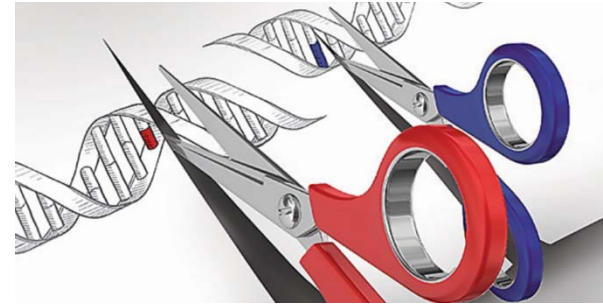
Les « New Plant Breeding Technologies », NBTs

- Nombreuses techniques nouvelles de sélection proposées ces dernières années
- Nombreuses possibilités de sources de gènes d'intérêt
- Toujours plus de précision dans l'introduction des gènes

CRSIPR/Cas9: Propriétés

Equivalent à « couper/coller » d'un texte

= édition de gène
= ciseaux moléculaires



Comment peut - on utiliser CRISPR/Cas9?

SUPPRIMER

The plant **does not** have desired output.
The plant **does** have desired output.

EDITER

The plant has **tolerance** to stress.
The plant has **higher tolerance** to stress.

**RECHERCHER/
REEMPLACER**

The plant is **susceptible** to disease.
The plant is **resistant** to disease.

Les questions de réglementation

Concernant la cisgénèse

- Selon l'EFSA (European Food Safety Authority, 2012): les plantes cisgéniques peuvent être utilisées en toute sécurité dans l'environnement et l'alimentation humaine et animale, à l'instar des plantes sélectionnées à l'aide des méthodes classiques



EFSA Journal 2012;10(2):2561

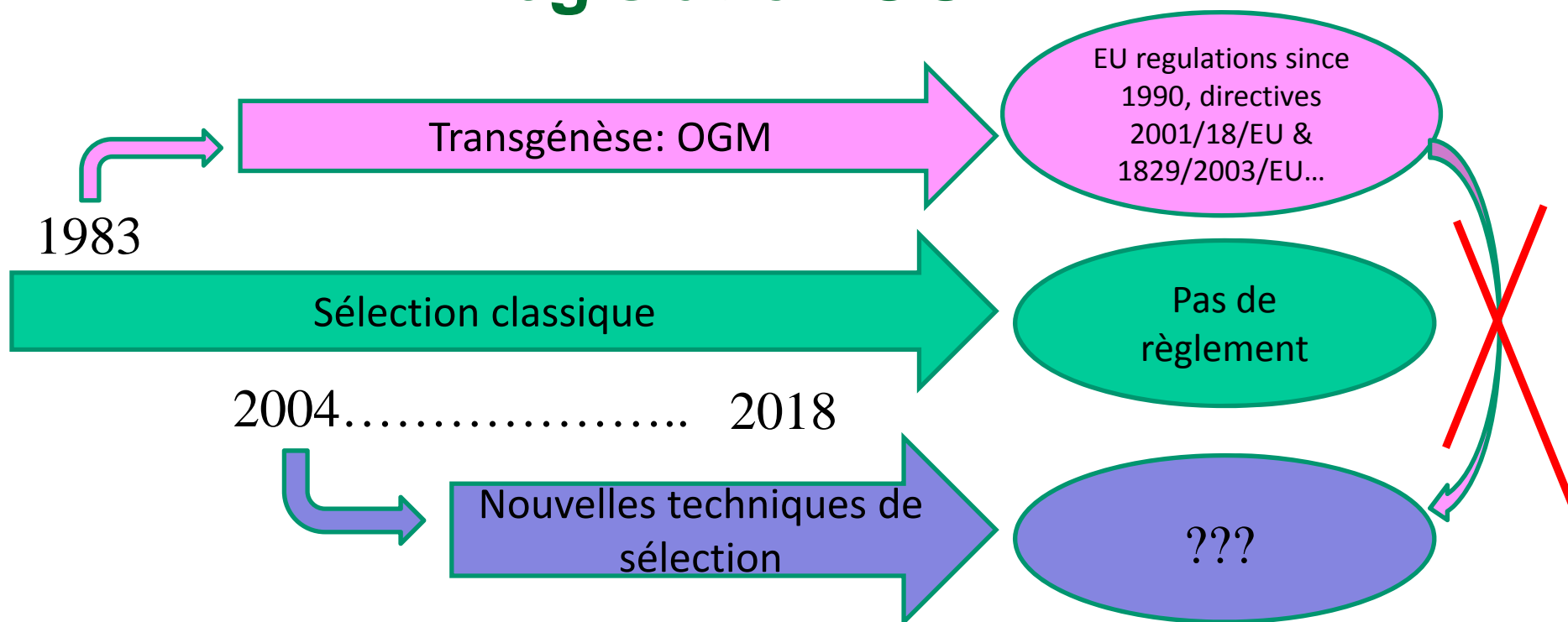
SCIENTIFIC OPINION

Scientific opinion addressing the safety assessment of plants developed through cisgenesis and intragenesis¹

EFSA Panel on Genetically Modified Organisms (GMO)^{2,3}

European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy

Législation OGM



- La législation actuelle sur les OGM n'est pas adaptée au développement rapide de la biotechnologie végétale
- L'objectif de l'Union européenne devrait être de réglementer les caractères spécifiquement agronomiques ou les produits, **et non la technologie !**

Eviter la culture de la peur vis-à-vis des approches biotechnologiques nouvelles

« L'usage seul prouvant l'utilité ou la malignité d'un objet, le seul moyen de s'en assurer est de ne jamais s'en servir, de stériliser toute innovation. Le danger éventuel est alors transformé en certitude... La peur donne à son objet une consistance plus forte que la réalité » (Pascal Bruckner)

Se baser sur des informations pertinentes et objectives

Ré-ouvrir un débat non passionnel

Merci pour votre
attention