

Le génie génétique chez les plantes:

Introduction d'une nouvelle information génétique dans la cellule végétale

Historique:

- 1973 :** Identification du plasmide Ti dans la bactérie *Agrobacterium tumefaciens*.
Ce plasmide permet d'accueillir le gène porteur du caractère recherché, qu'il est en mesure d'introduire dans le génome d'une plante.
- 1983 :** Première plante transgénique obtenue (tabac au stade expérimental).
- 1985 :** Première plante transgénique résistante à un insecte.
- 1987 :** Première plante transgénique tolérante à un herbicide total.
- 1988 :** Première céréale transgénique (maïs résistant à la kanamycine).
- 1994 :** Premier légume transgénique commercialisé (tomate Flavr savr à maturation retardée).
- 1999 :** 40 millions d'hectares de plantes transgéniques dans le monde.
- 2002 :** 58,7 millions d'ha de plantes transgéniques cultivées dans le monde.
- 2003 :** 67,7 millions d'ha de plantes transgéniques cultivées dans le monde.

Le génie génétique chez les plantes

Qualité:

Augmenter la valeur
nutritionnelle des aliments
pour l'homme et les animaux

Produits primaires -

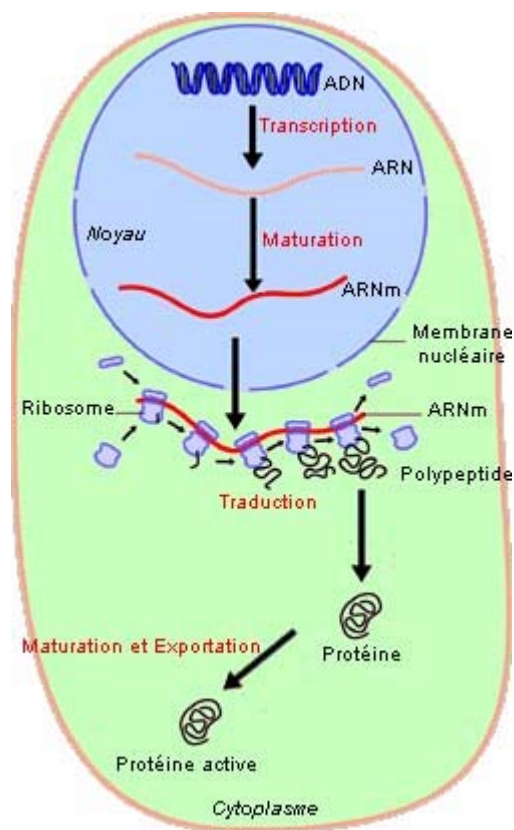
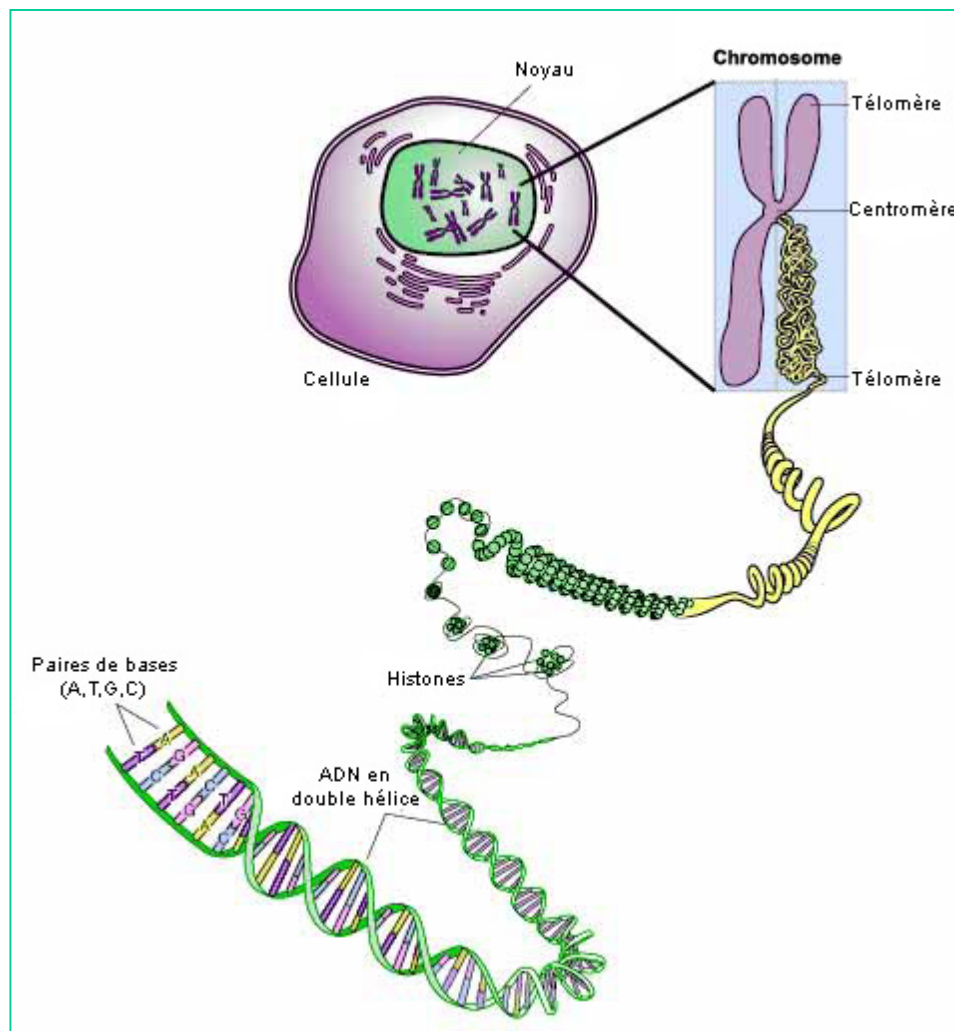
Bio-réacteur:

Molécules pharmaceutiques

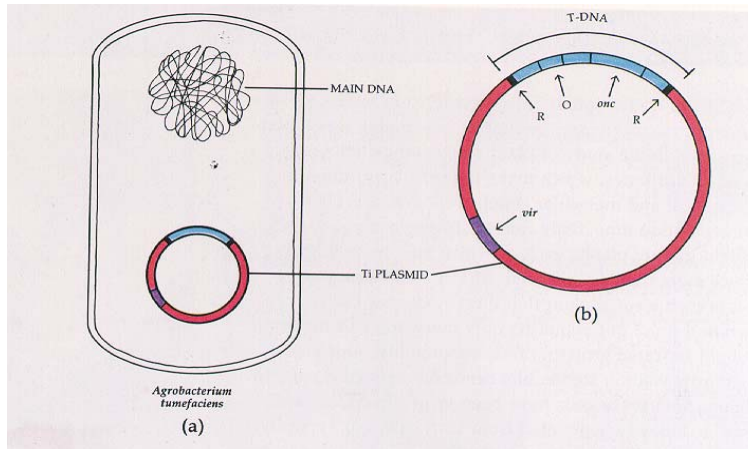
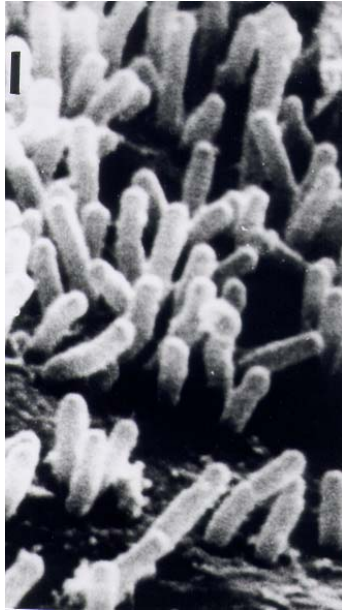
Ecologie et agronomie:

1. **Résistance aux herbicides**
2. **Résistance aux insectes**
3. **Résistance aux virus**
4. **Résistance à la sécheresse**
5. **Résistance aux sels**

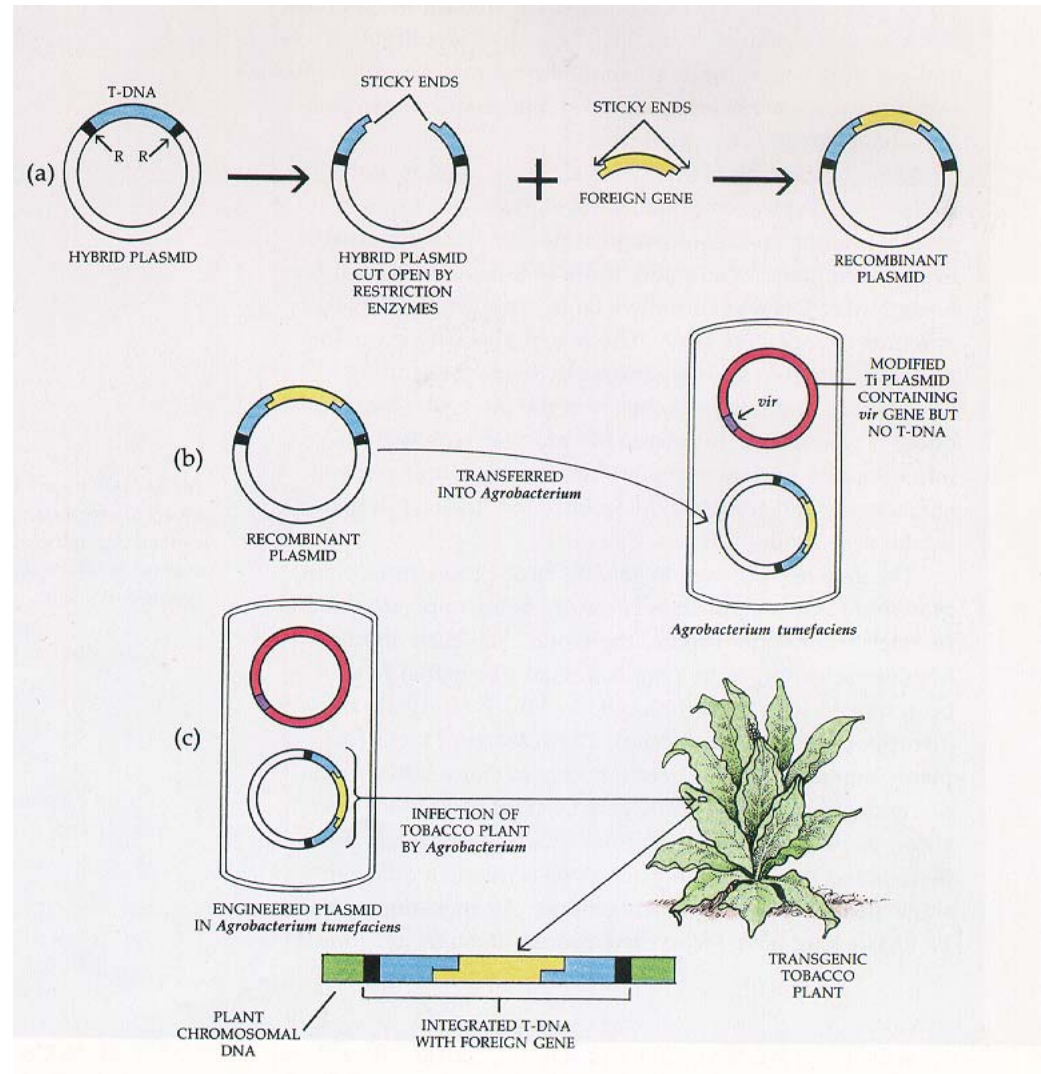
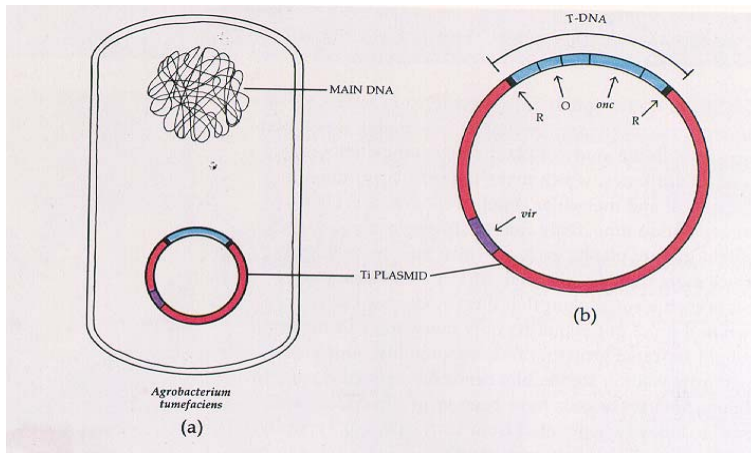
L'information génétique est contenue dans l'ADN, qu'on retrouve dans les chromosomes qui est transmis de génération en génération. Le code génétique est universel.



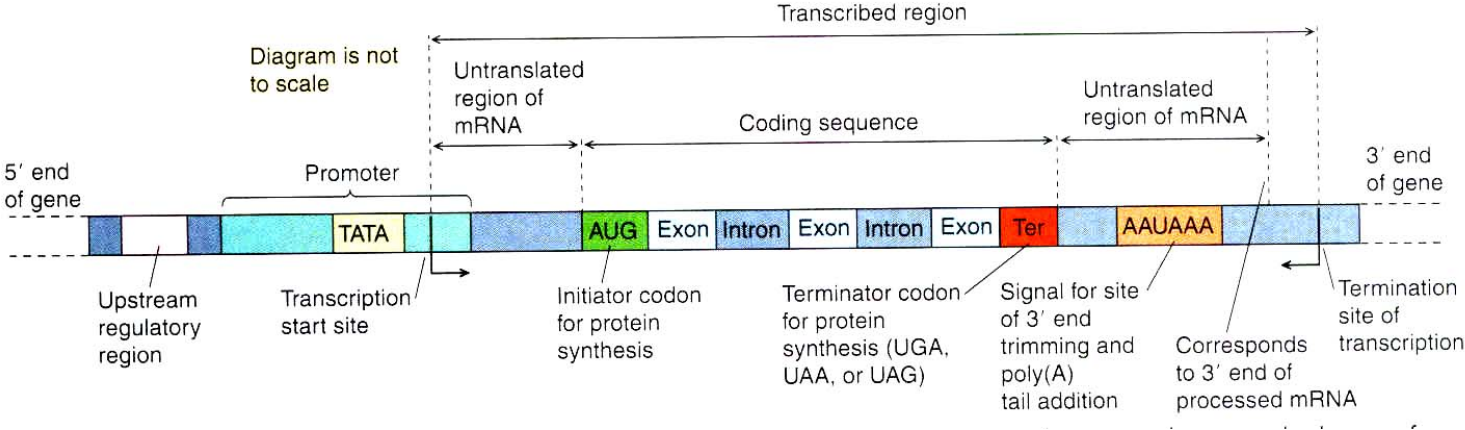
Transformation avec *Agrobacterium tumefaciens*



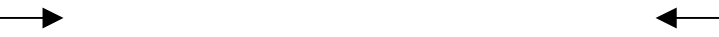
Développement d'un système de vecteur binaire



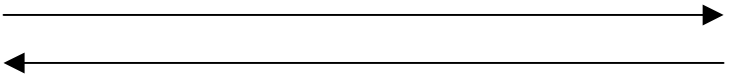
Transgene



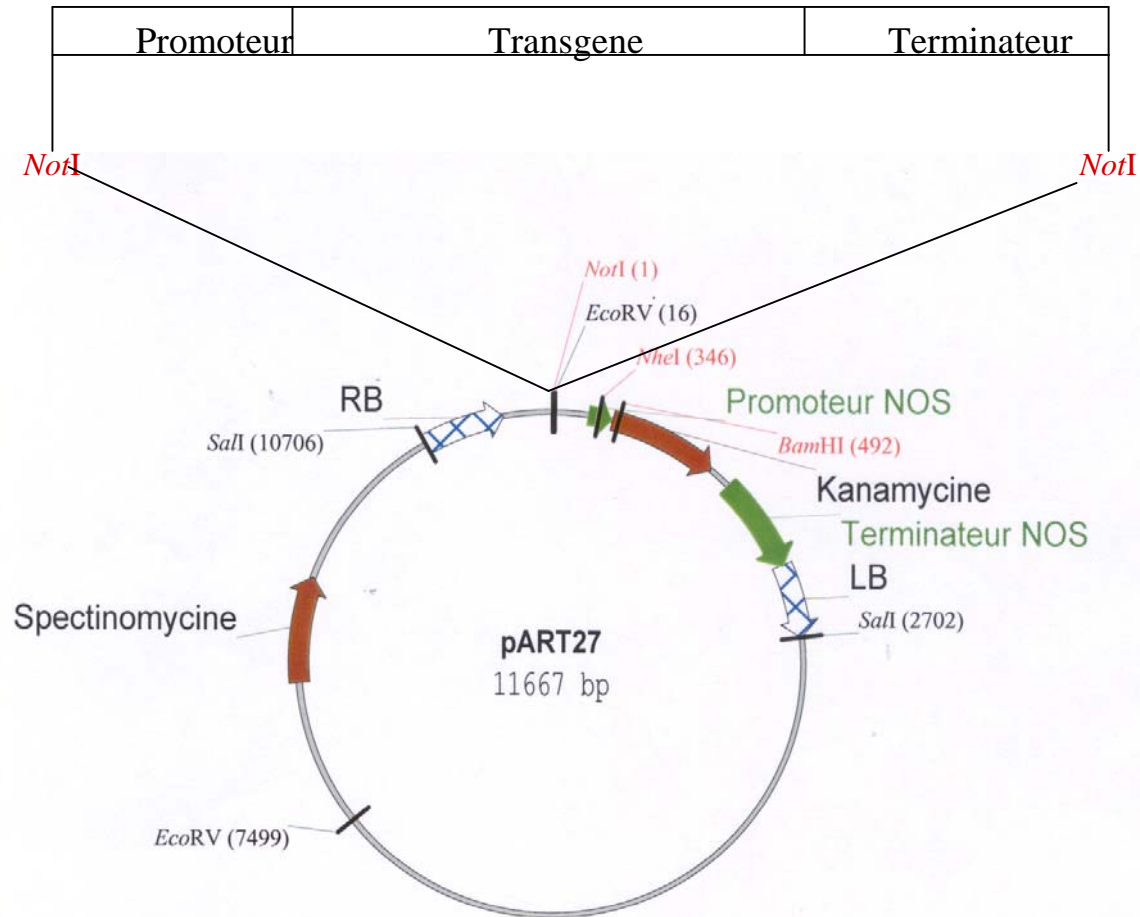
mRNA

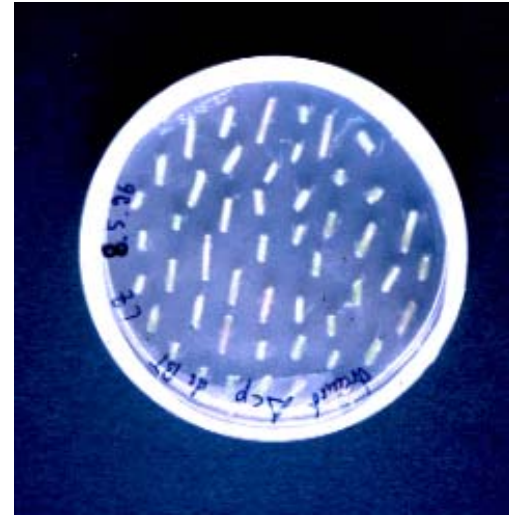
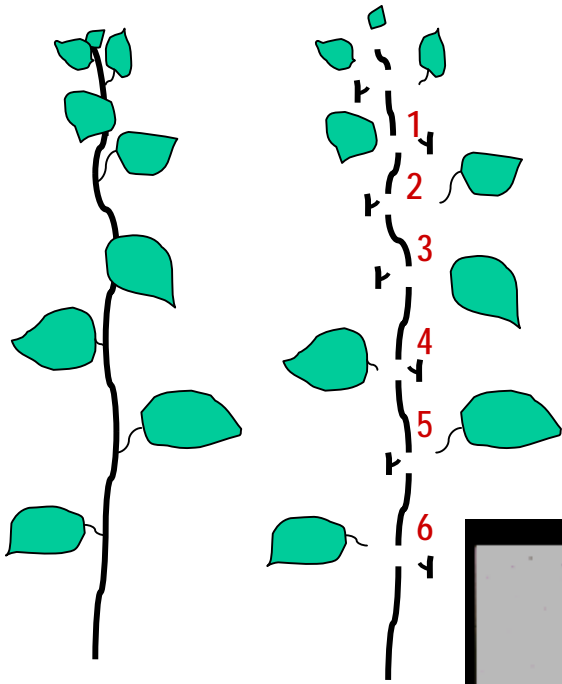


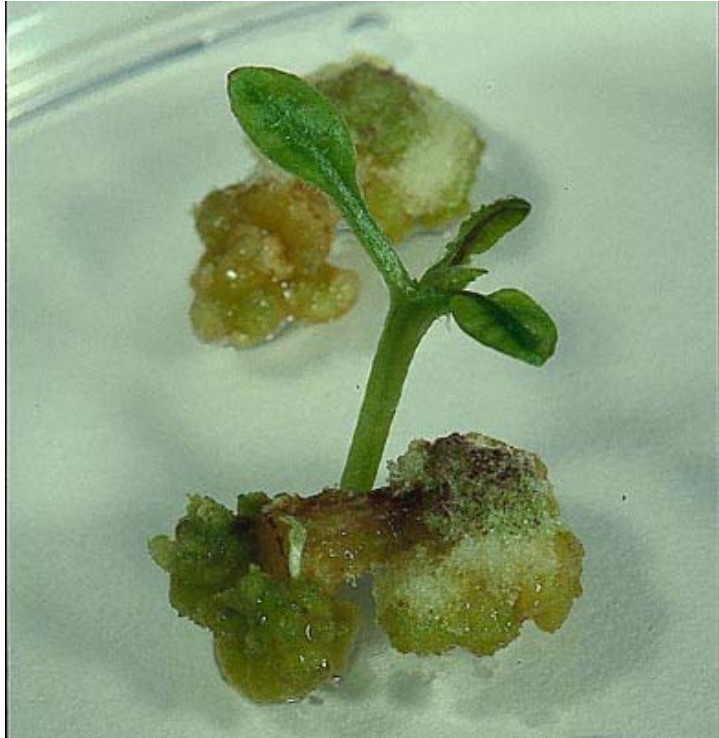
cDNA



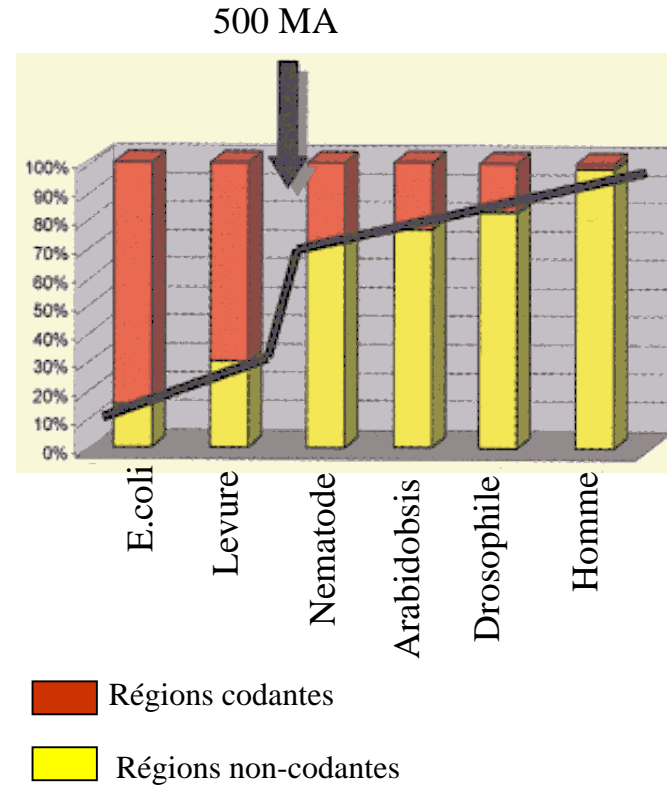
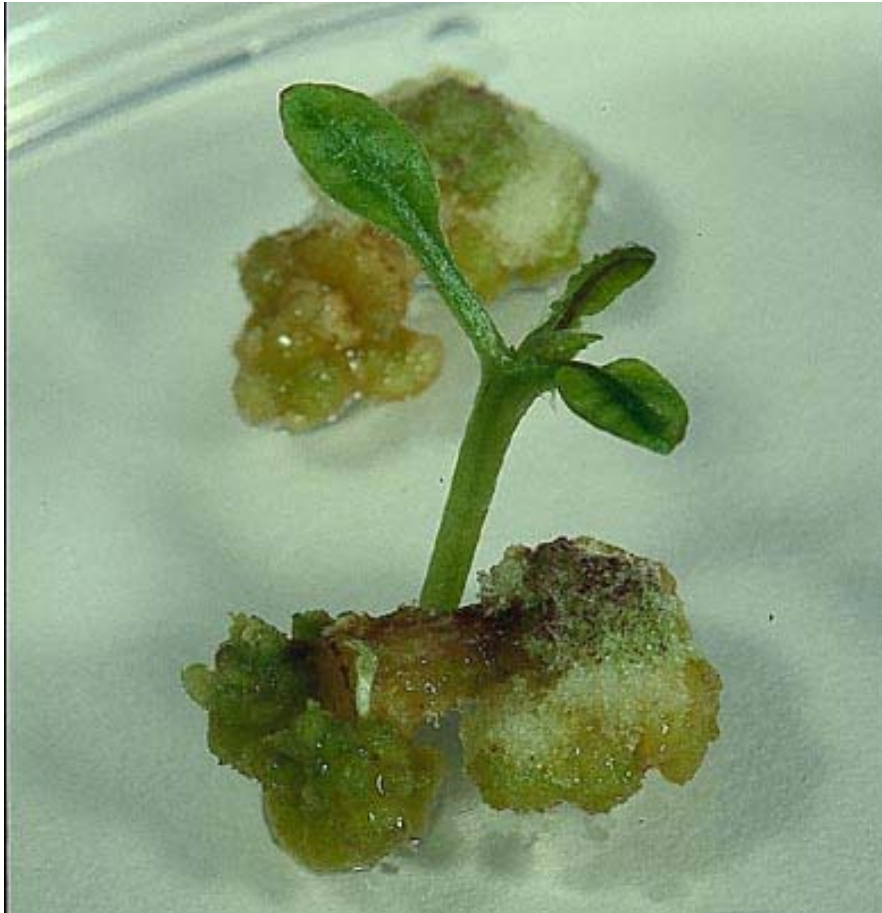
Vecteur de transformation des plantes







Incertitude: site d'insertion



Le BT - Maïs

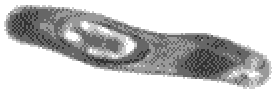


Problème : La larve de lépidoptère endommage le maïs



© GARY MUNKVOLD

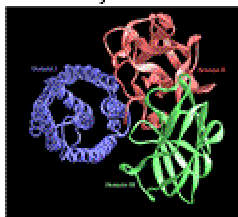
Bacillus thuringiensis



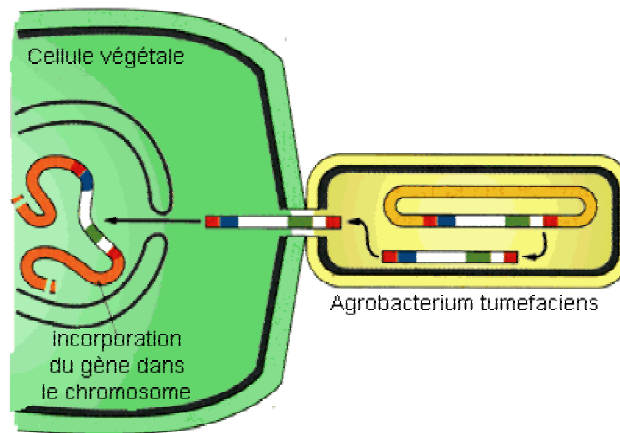
Gram-positive, spore-forming soil bacterium



Produce insecticidal crystal proteins (δ -endotoxins) during sporulation



Most *Bt* strains can synthesise more than one crystal, which may be formed by different Cry toxins



Maïs de gauche non résistant à la larve de pyrale

Maïs de droite transgénique résistant à la larve de pyrale

Résistance aux herbicides

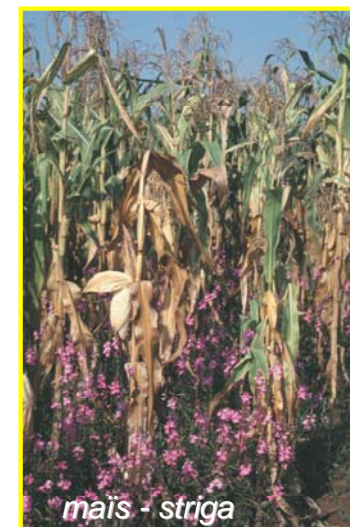


- ↓ labour
- ↓ érosion des sols
- ↓ coûts de production



faible persistance
environnementale

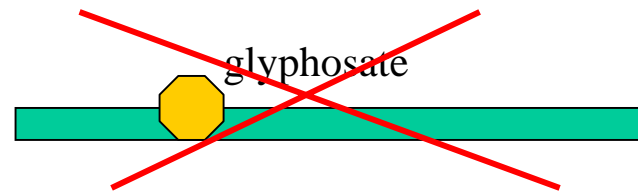
dissémination de la résistance
dans l'environnement



Résistance au glyphosate (roundup de chez Monsanto)

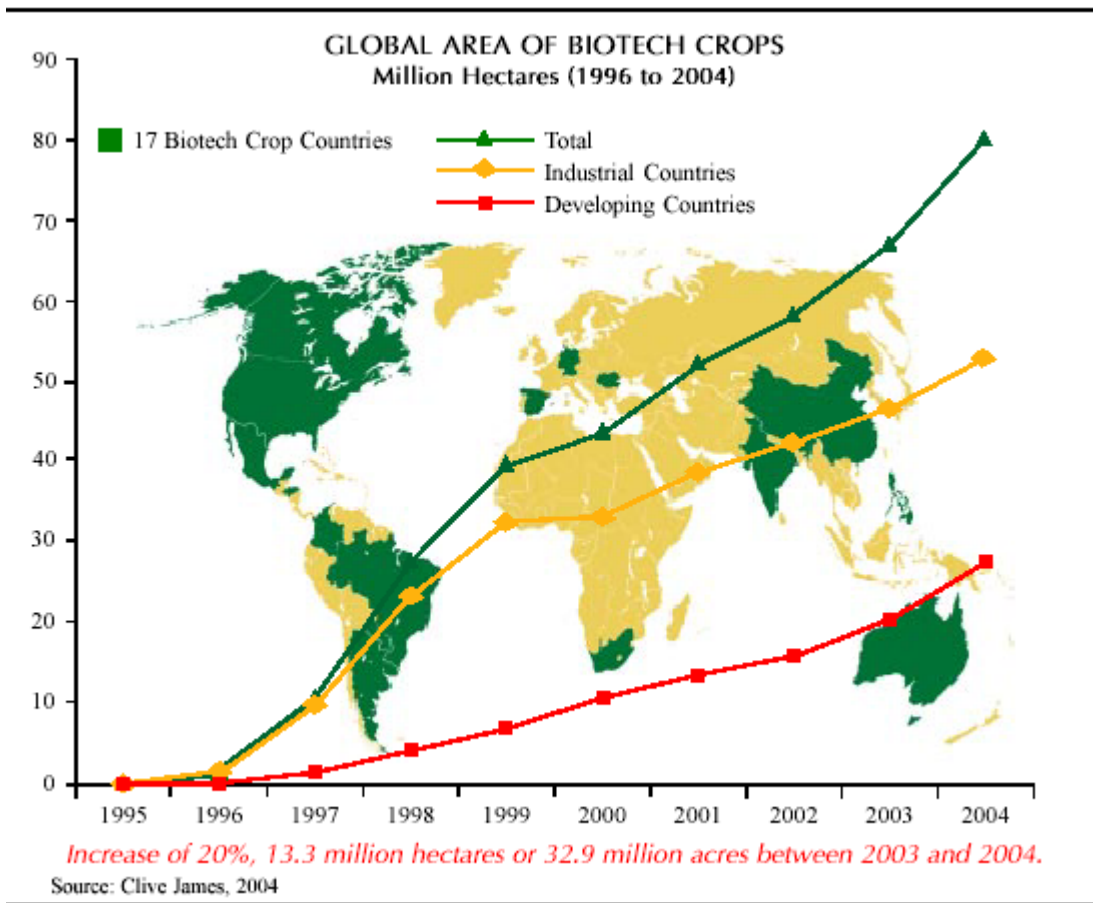
- Le glyphosate inhibe l'enzyme EPSPS – 5-EnolPyruvylShikimate-3-Phosphate Synthase
- Une EPSPS, originaire d'*Agrobacterium*, est résistante au glyphosate. Celle-ci a été introduite dans la plante.

EPSPS des plantes

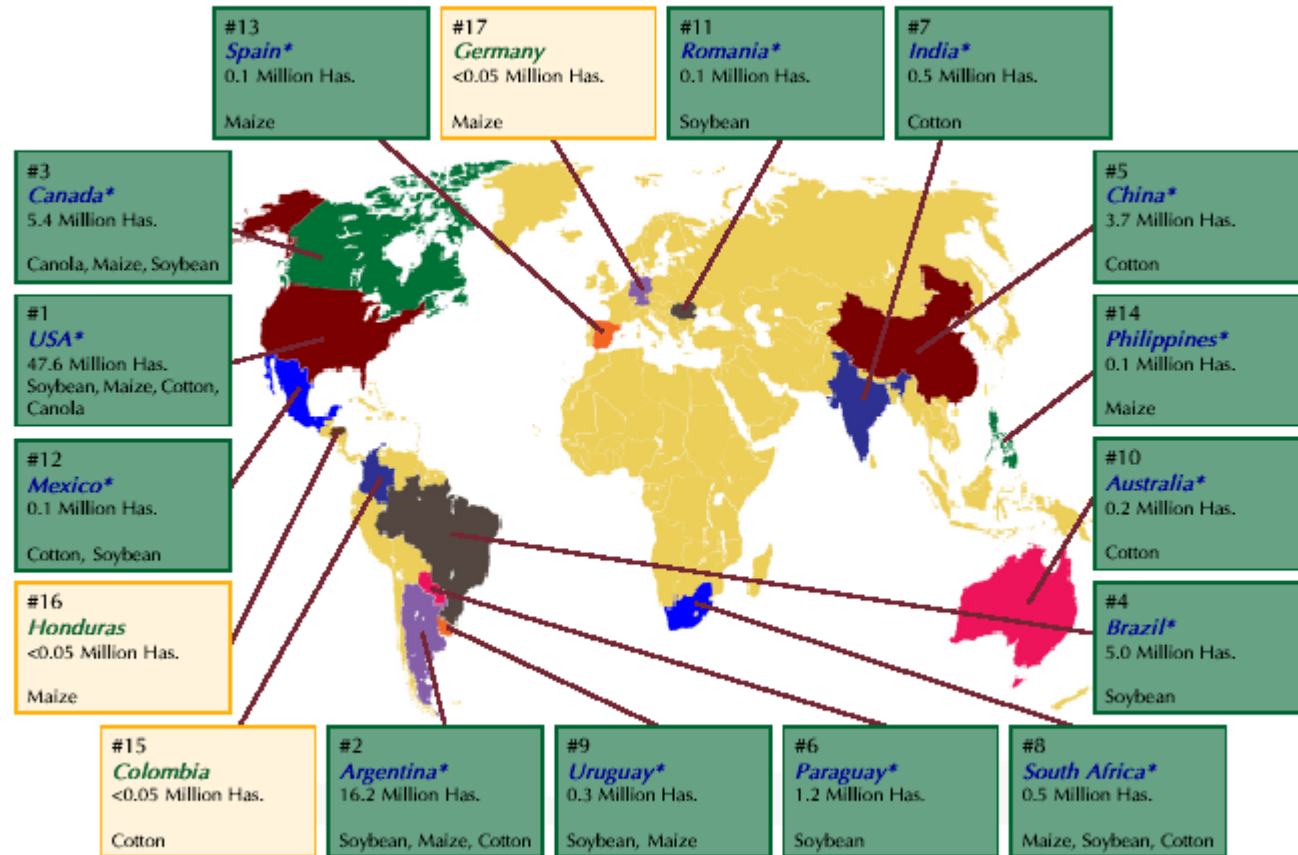


EPSPS d'*Agrobacterium*





Biotech Crop Countries and Mega-Countries*, 2004



*14 biotech mega-countries growing 50,000 hectares, or more, of biotech crops.

Source: Clive James, 2004

CHINA Biotech Cotton



Population : 1,300m (1.3 billion)
 % employed in agriculture : 50%
 Agriculture as % of GDP : 15%
 Area under biotech crops : 3.7 million hectares

Crop	National Hectarage '000 ha	Biotech Hectarage '000 ha	Biotech % of Total Area Planted
Cotton	5,600	3,700	66

INDIA Biotech Cotton

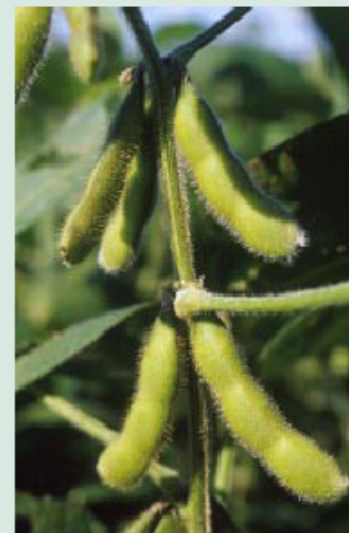


PABLO BARTHOLOMEW

Population : 1,000m (1 billion)
 % employed in agriculture : 67%
 Agriculture as % of GDP : 23%
 Area under biotech crops : 500,000 hectares

Crop	National Hectarage '000 ha	Biotech Hectarage '000 ha	Biotech % of Total Area Planted
Cotton	9,000	500	6

ARGENTINA Biotech Soybean



POPULATION:
38m

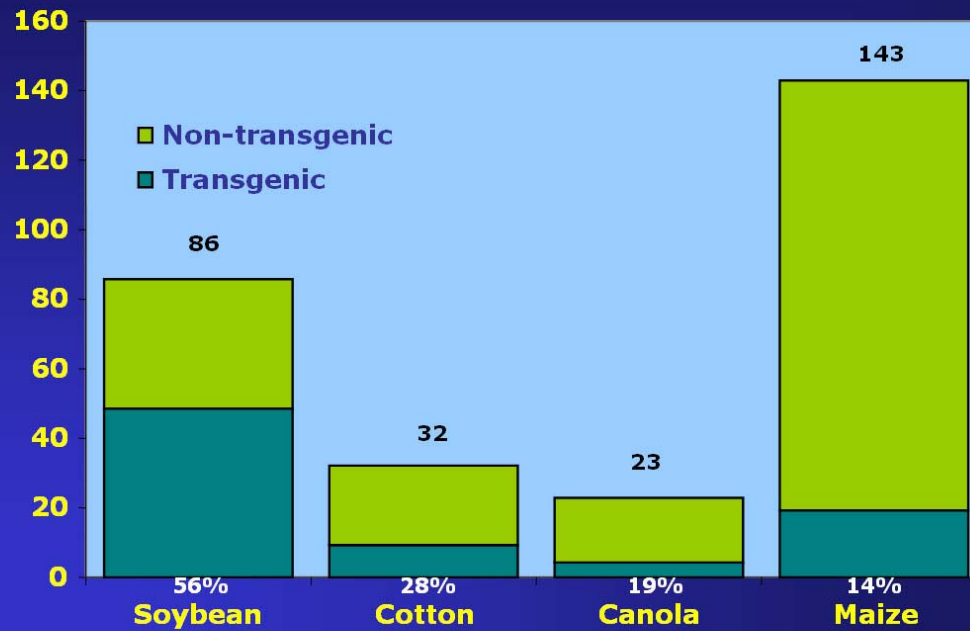
% EMPLOYED IN
AGRICULTURE
1%

AGRICULTURE AS %
OF GDP
11%

AREA UNDER
BIOTECH CROPS
16.2 million hectares

Crop	National Hectarage '000 ha	Biotech Hectarage '000 ha	Biotech % of Total Area Planted
Soybean	14,750	14,500	98
Maize	3,000	1,700	55
Cotton	100-125	25	20-25%

Global Adoption Rates (%) for Principal Biotech Crops (Million Hectares)



Source: Clive James, 2004

Amélioration de la valeur nutritive du riz: le riz doré



100-140 million d'enfants souffrent d'un manque de Vitamin-A

250,000-500,000 enfants deviennent aveugles

Provitamine A (carotenoides) —→ Vitamine A

3 différents gènes impliqués dans la voie de biosynthèse des caroténoïdes ont été introduits dans le génome nucléaire du riz



riz doré
transgénique



riz transgénique
riche en fer



pool de variétés
I.R.R.I.

Bio-réacteurs

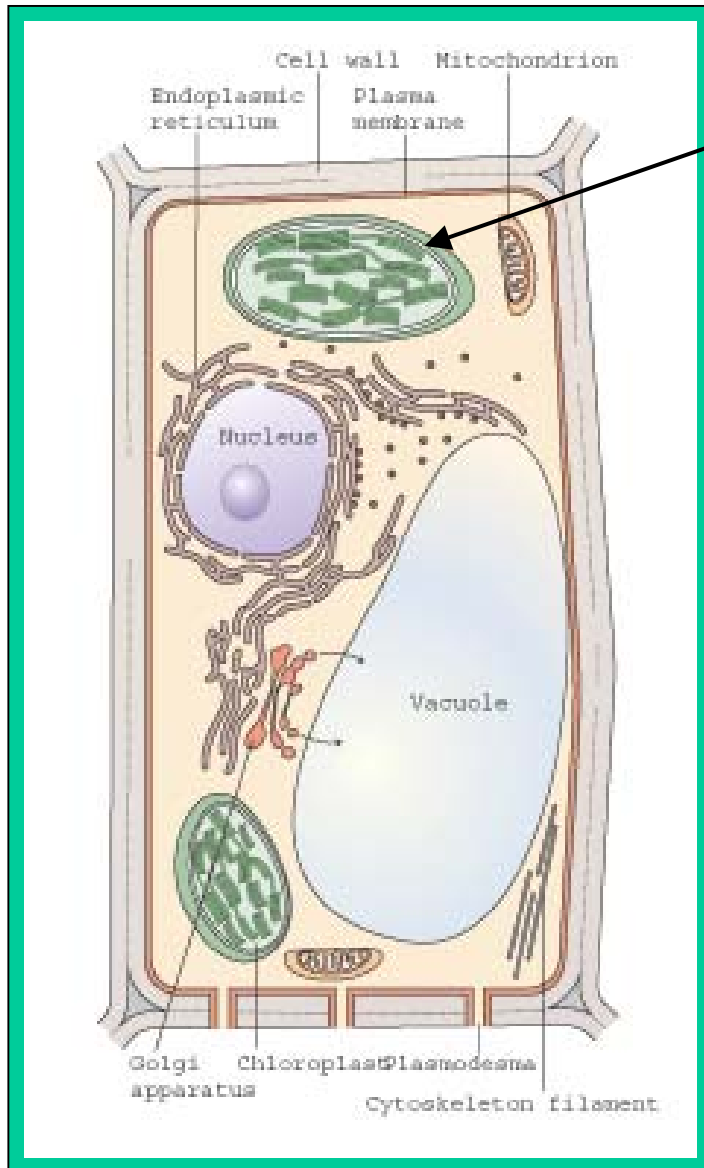
Production de vaccins sub-unitaires:

cibles: bananier, betterave fourragère, carotte.



- hépatite B
- épizootie
- choléra
- malaria
- grippe
- rage
- HIV

Transformation chloroplastique



Les chloroplastes contiennent leur propre information génétique et système de synthèse de protéines.

Chaque chloroplaste contient 10-1000 copies d'un chromosome circulaire

Le transgène peut être inséré à un endroit précis sur le chromosome chloroplastique

Jusqu'à 50.000 copies du transgène par Cellule

Très forte synthèse du produit transgénique sans influencer le métabolisme général de la plante

Produits pharmaceutiques synthétisés dans les chloroplastes de tabac

Vaccin contre la toxine du cholera	4% TPS (410X)
Somatotropine humaine	7% TPS
Serum albumin humaine	11% TPS (500X)
Insuline humaine	
Interferon humain	
Anticorps monoclonal – carie dentaire	

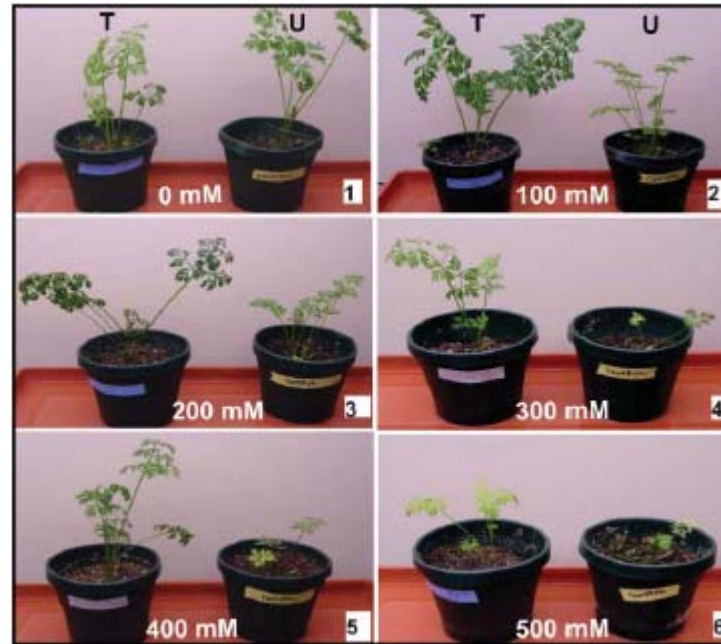
Adaptation aux stress abiotiques: Salinité, sécheresse, froid...

Une forte concentration de sel dans le sol est souvent due à un excès d'irrigation et d'utilisation d'engrais chimiques.

20% des sols au niveau mondial sont touchés par ce problème

Solution: synthèse dans les chloroplastes d'un osmoprotecteur tel que la glycine betain et la β -alanine betain. Existents naturellement chez la betterave à sucre et le coton.

Des carottes avec une résistance accrue à la salinité des sols ainsi que à la sécheresse



Expression d'un gène qui code pour **Betaine Aldéhyde Dehydrogenase, BADH**, dans les chloroplastes de carotte permet une forte synthèse de glycine betaine et β -alanine betaine

Conclusion:

- 98% des plantes transgéniques commercialisées sont des plantes résistantes aux herbicides ou aux insectes.
- L'intérêt économique prime sur l'intérêt agronomique
- Très peu de recherche publique