



# **L'AGRICULTURE FACE AUX PLANTES TRANSGENIQUES OBTENTION, ENJEUX ET RISQUES**

**Armand GUCKERT  
Professeur émérite ENSAIA**

## Plan de l'exposé

1. Définitions
2. Voies traditionnelles de l'amélioration des plantes
3. Historique des Plantes transgéniques (PT).
4. Obtention d'une P.T.
5. Situation des P.T. dans le Monde et en France
6. Avantages et perspectives des PT
7. Enjeux économiques des PT
8. Risques liés au développement des PT

Conclusions

# 1. DEFINITIONS

OGM

**ORGANISMES GENETIQUEMENT MODIFIES**

OU

**ORGANISMES TRANSGENIQUES**  
concernent

microorganismes, plantes et animaux

Nous examinerons surtout les  
**PLANTES TRANSGENIQUES**

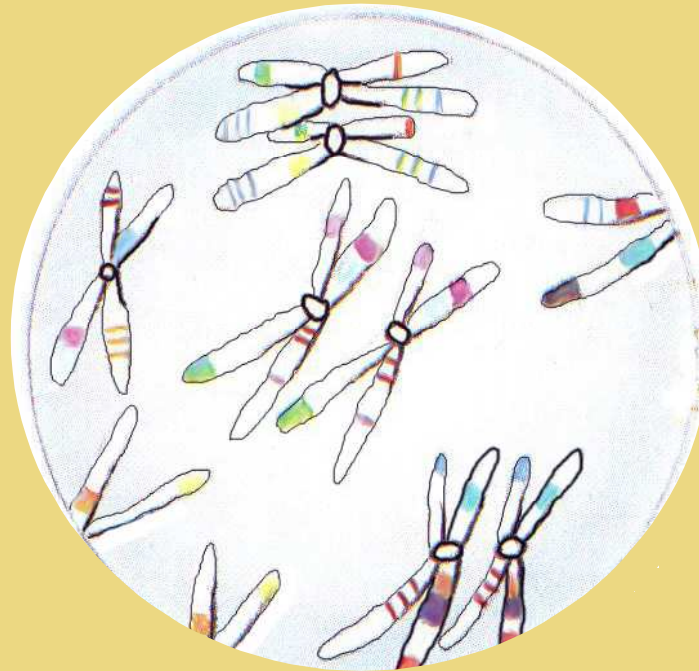
# **TRANSGENESE**

**TRANSFERT DE GENES VERS UN  
AUTRE ORGANISME**

**ET EXPRESSION DE CES GENES**

**DANS LEUR NOUVEL ENVIRONNEMENT**

# Qu'est ce qu'un Gène ?



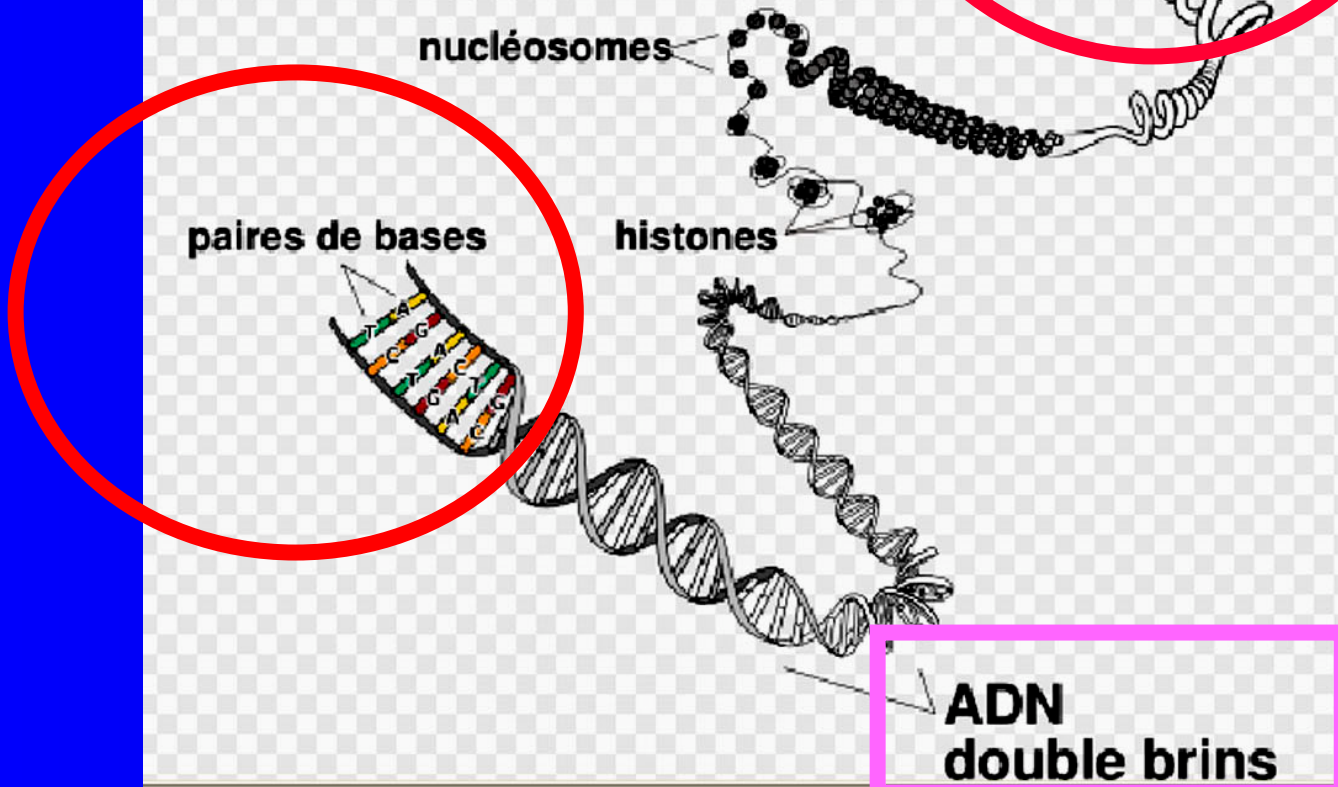
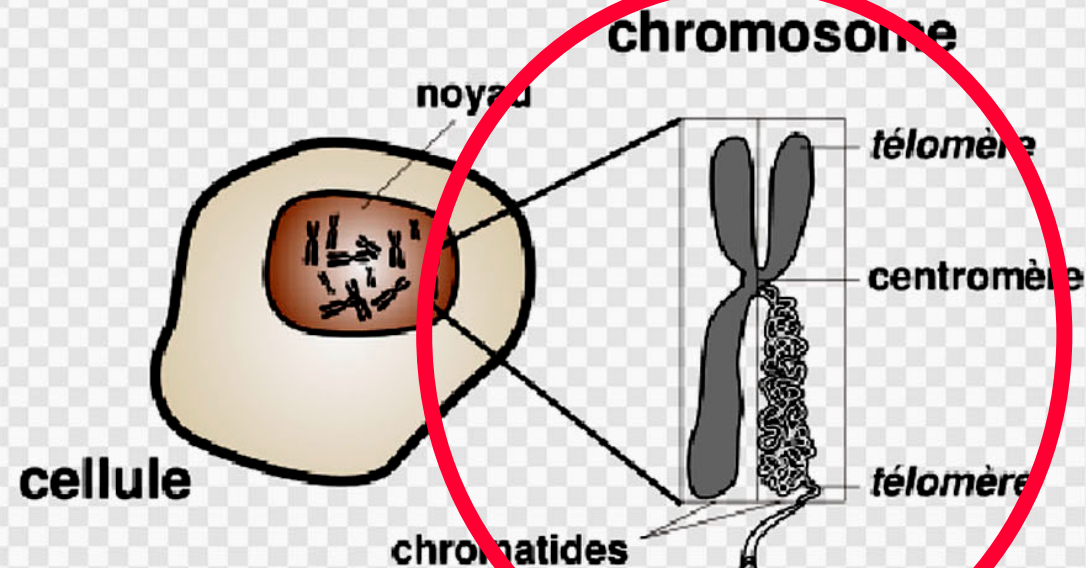
\***Gène** : fragment d'**ADN** comportant les informations nécessaires à la fabrication d'**une protéine** (caractère héréditaire)

\***ADN** : acide desoxyribonucléique, double hélice, constituée d'une succession d'unités appelés nucléotides

\***Nucléotides** : constitué d'1 sucre,  
1 groupe phosphate,  
1 base azotée : (A,C,G,T)  
complémentaires, s'associant 2 à 2 d'où la notion de paires de bases

**Blé** : génome = 16.000 Mb (paires de bases)

**Riz** : génome = 400 Mb



# Structure des Gènes

## Nucléotides

**A**dénine

**C**ytosine

**G**uanine

**T**hymine





## 2. VOIE TRADITIONNELLE DE L'AMELIORATION DES PLANTES

**\*CROISEMENTS ENTRE VARIETES  
AYANT DES QUALITES COMPLEMENTAIRES**

**\*CHOIX DANS LA DESCENDANCE**

**\*OBSERVATION DE MILLIERS DE PLANTES A  
CHAQUE GENERATION**

- **Nouvelle obtention = 1 dizaine d'années de travail ex: le Mais**

# Domestication des plantes a débuté au Néolithique

**Plantes  
Sauvages**

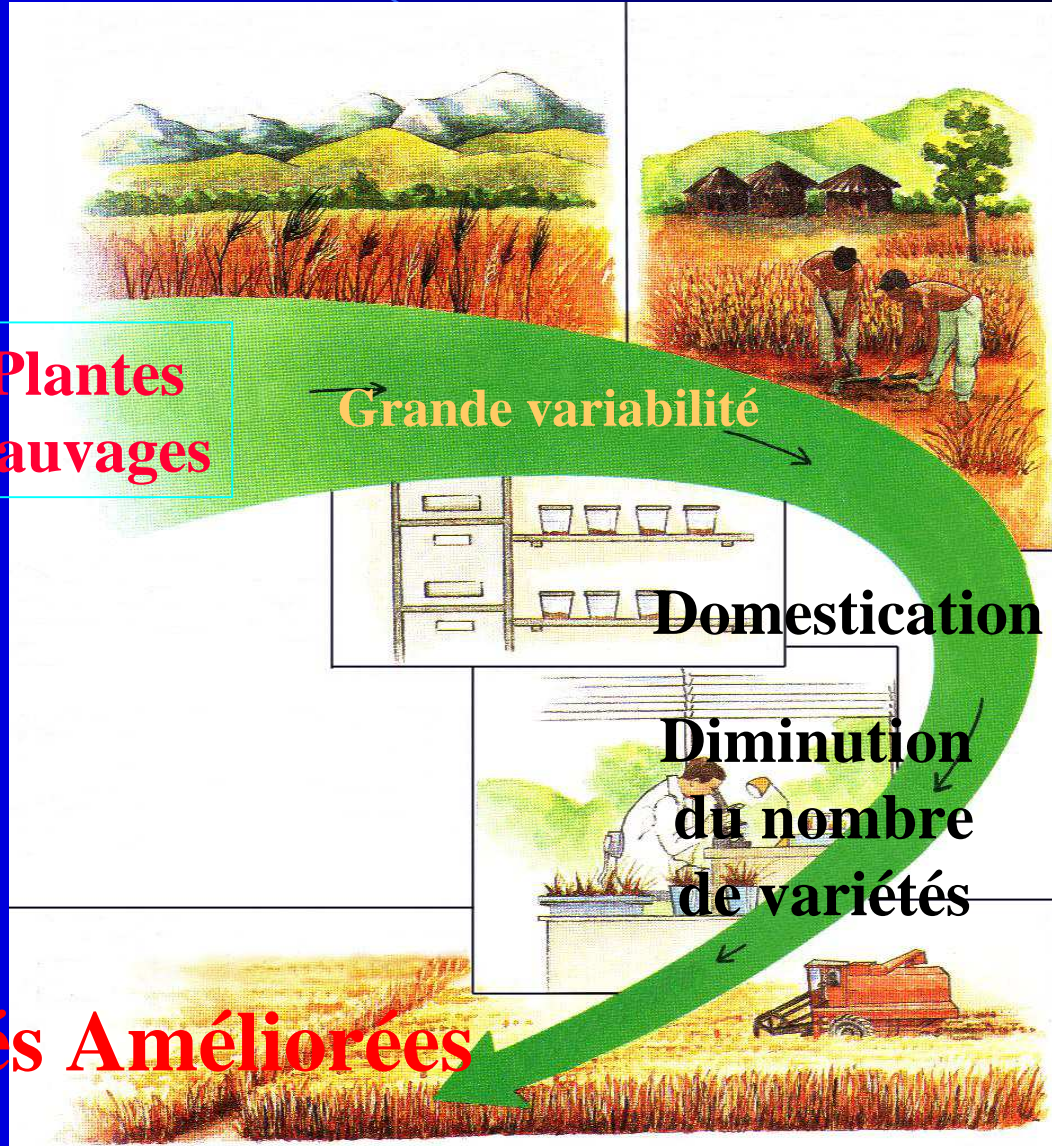
Grande variabilité

**Transferts de gènes  
de plante à plante**

**Domestication**

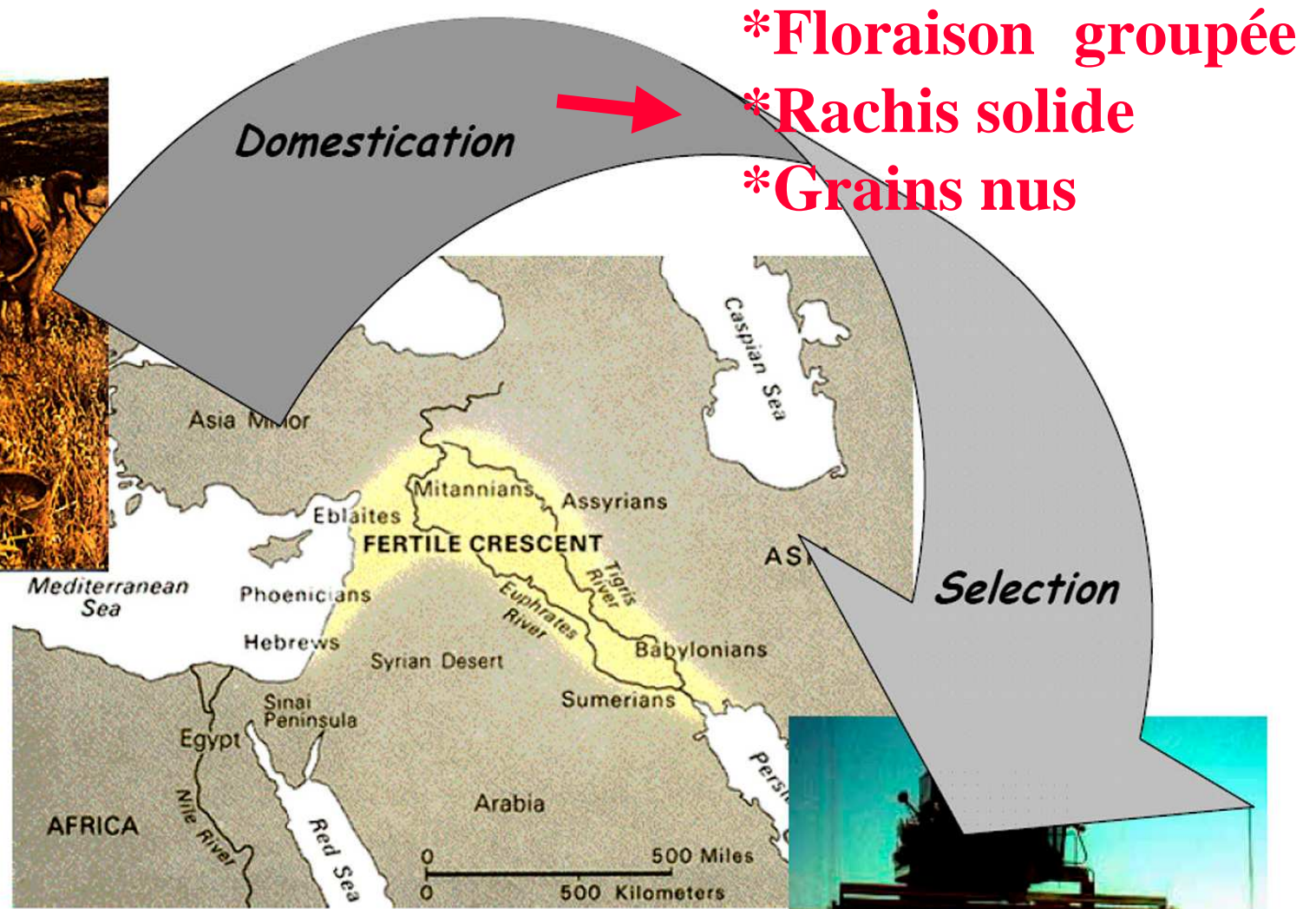
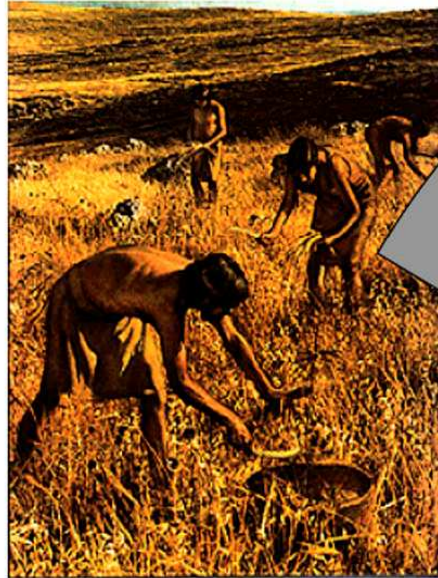
**Diminution  
du nombre  
de variétés**

**Variétés Améliorées**





# Le Blé: 10 000 ans d'évolution dans vos assiettes





# Ancêtres du maïs actuel



**Hétérogénéité** : forme, couleur, cycle de développement, qualité

## Et le maïs actuel....



**Homogénéité, qualité, stabilité, productivité**

**TRANSGENESE =**

**CONTINUE DE CES TECHNIQUES  
EN ELARGISSANT LES SOURCES DE  
DIVERSITE**

**MODIFICATIONS GENETIQUES =  
PHENOMENES NATURELS**

**FLUX DE GENES  
ET HYBRIDATION  
SONT  
LES FONDEMENTS  
DE  
L' EVOLUTION**



# BRASSAGES GENETIQUES NATURELS

La Nature a commencé!!!

**\*\*Bactéries introduisant de l'information génétique dans les végétaux :**

**AGROBACTERIUM → Galle du collet**

**\*\*Plantes amphi-diploïdes (COLZA)**

**Brassica oleracea et B. campestris**

**\*\*\*BLE, TRITICALE**



# AGROBACTERIUM → GALLE DU COLLET

*tumefaciens*

(Crown gall)

TRANSFERT D' INFORMATION  
GENETIQUE (plasmide Ti)

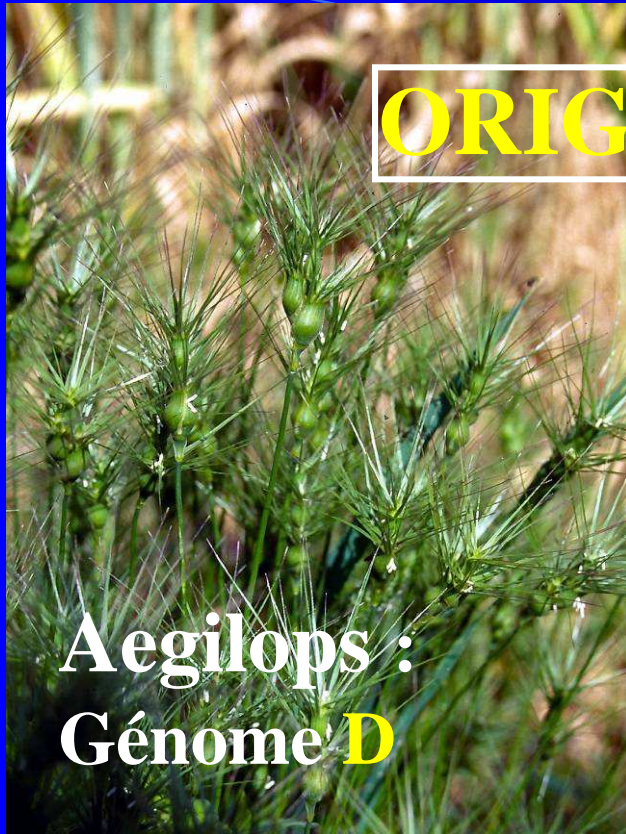
de la bactérie à la plante

UTILISATION  
en  
comme vecteur

en Biol. Mol.



# ORIGINE DU BLE



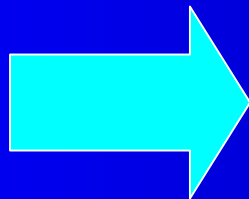
Aegilops :  
Génome **D**

**X**



Triticum : Génome **AB**

Blé tendre : **Génome ABD**



Génome blé = **16** giga bases

Génome humain: **3** giga bases



# OBTENTION DU TRITICALE



**BLE**

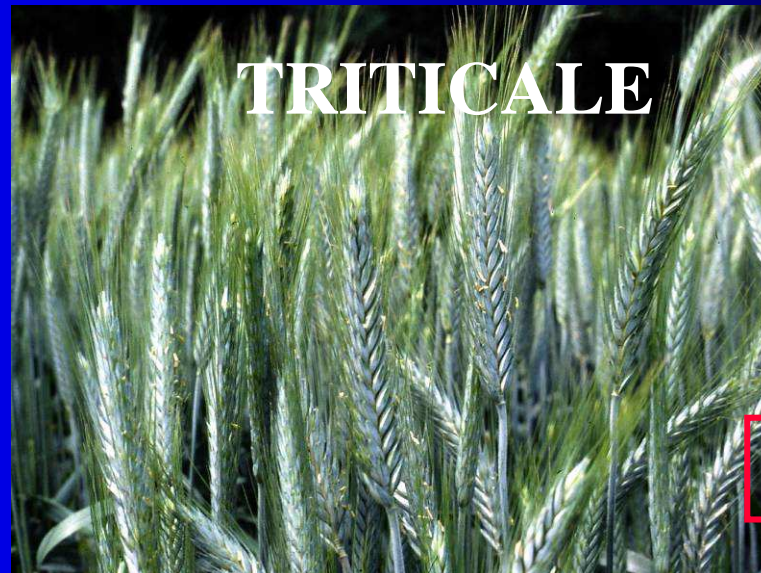
Génome AB

**X**



**SEIGLE**

Génome R



**TRITICALE**

Génome AB **R**

# ORIGINE DU COLZA



**Brassica oleracea**  
**choux**  
**2N=18**

**X**



**Brassica campestris**  
**Navet, navette**  
**2N= 20**



Amphi-diploïdie  
Non réduction des gamètes

**BRASSICA NAPUS**  
**COLZA**  
**2n (18+20) = 38**



### 3. HISTORIQUE des OGM

Obtention en 1994 de tomates Mac Gregor (Flavr Savr) par CALGEN,

- \*tomate de plein champ, destinée à la conserve



- \*tomate à conservation améliorée par inactivation des enzymes responsables de la dégradation des parois des cellules du fruit (polygalacturonase),

- **\*extension de ce type de travaux (par Puech, ENSAT) au melon : pour retarder la vitrescence, (ACC synthase bloquée...)**



- **Puis mise au point de :**

- **plantes résistantes aux insectes (pyrale, sésamie): maïs, coton etc...**

- **plantes résistantes aux herbicides (maïs, soja, betterave, colza...)**

- **plantes résistantes aux virus (pomme de terre, patate douce, papaye...)**

# 4. OBTENTION D'UNE PLANTE TRANSGENIQUE

1- Identifier un gène codant pour une fonction utile  
= gène d'intérêt

2- Isoler le gène et le multiplier (clonage)

3- Intégration du gène d'intérêt dans une  
construction génique

4- Multiplication du transgène par clonage

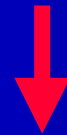


## 5- Transfert du transgène

Réalisé à partir de fragments d'organes : cals,  
protoplastes,

\*Transfert direct par biolistique  
(canon à particules)

\*Transfert par *Agrobacterium*



**REGENERATION D'UNE PLANTE ENTIERE**

# Exemple du maïs Bt

- **MAÏS RESISTANT A LA PYRALE**
- \*Qu'est ce que la Pyrale? Type de dégâts?
- \*Que signifie Bt?
- \*Mode d'obtention du maïs Bt

# PYRALE DU MAIS

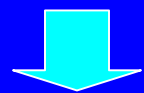


Papillon



Maïs Bt

EPI INDEMNÉ



Ponte



TIGE



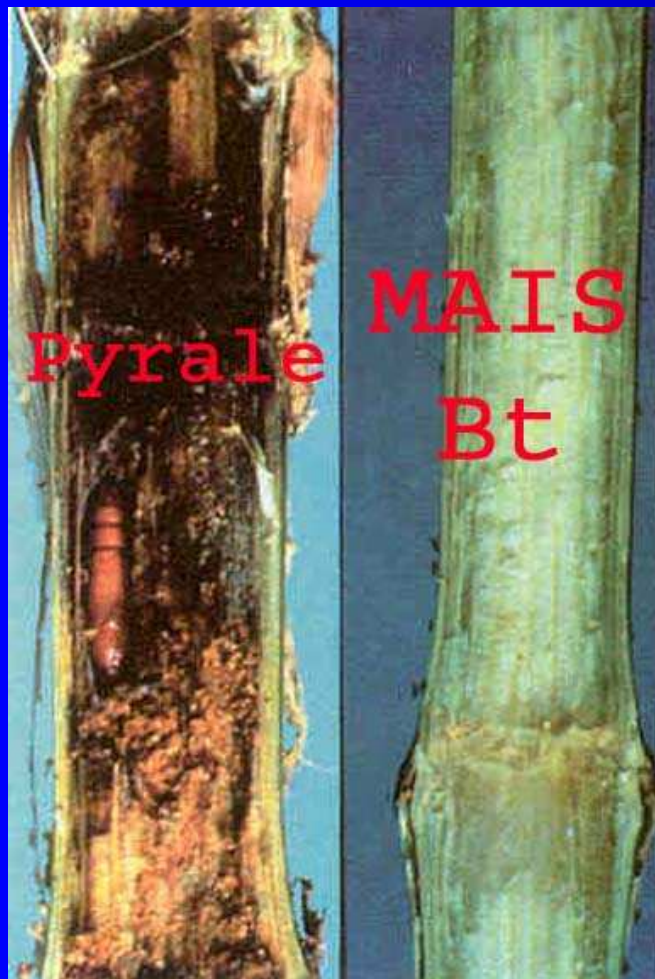
EPI

Larve mineuse



# Dégâts occasionnés par la pyrale

Sur TIGE



Sur EPIS

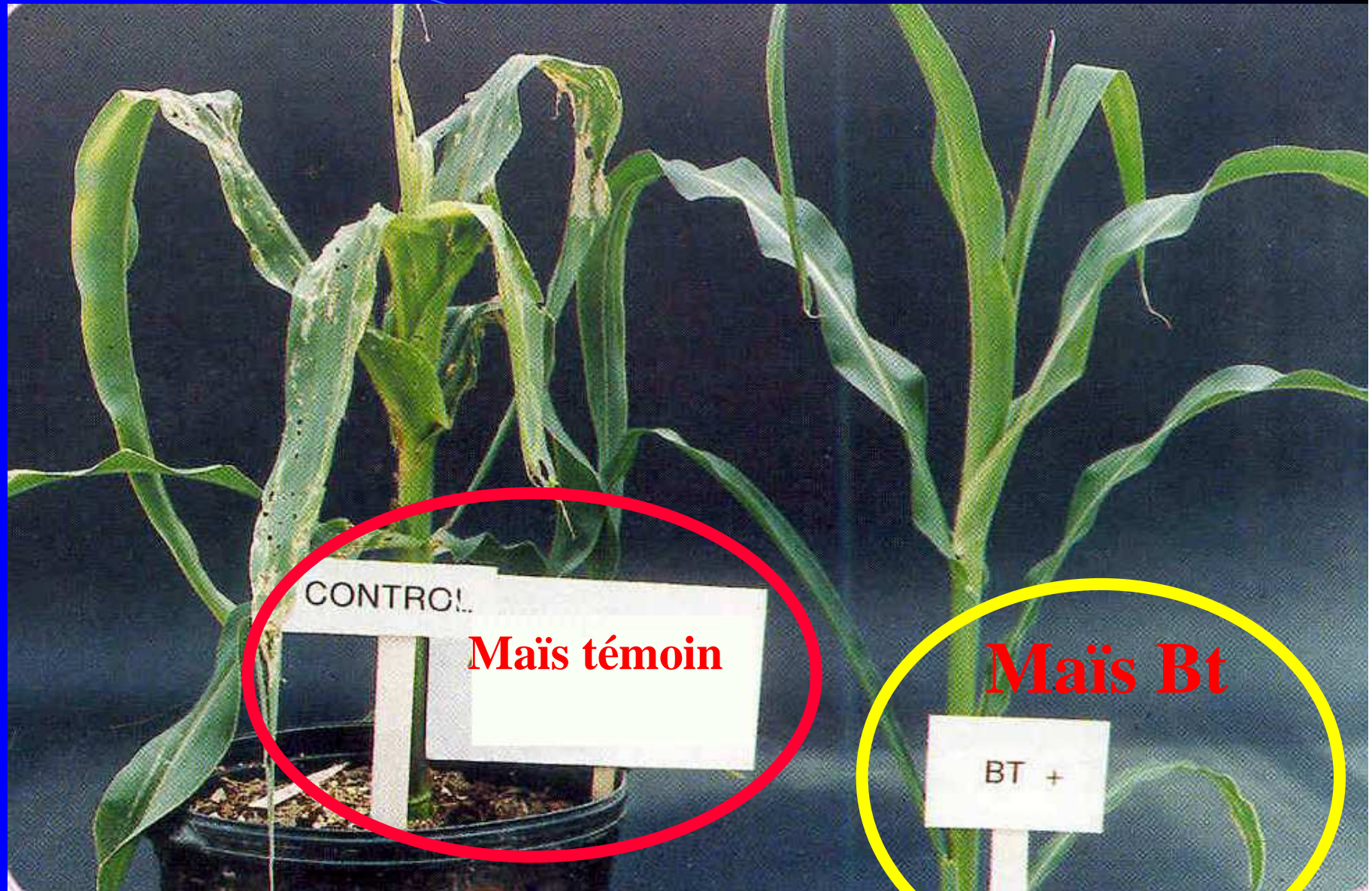
*Mycotoxines*



Pertes de rendement de 12 à 15 quintaux/ha



# DEGATS PYRALE : COMPARAISON MAIS Bt et TEMOIN



CONTROL

**Mais témoin**

**Mais Bt**

BT +

**La dénomination Bt vient de :**

## **BACILLUS THURINGIENSIS**

**\*BACTERIE SYNTHETISANT UN CRISTAL PROTEIQUE  
(DELTA- ENDOTOXINE) découverte dans les élevages de ver à soie**

**\*AGISSANT SUR LES LARVES ET CHENILLES  
(LEPIDOPTERES, COLEOPTERES ET DIPTERES) EN**

**PARTICULIER SUR :**

**LA PYRALE DU MAÏS**

**et la SESAMIE**

**PROPRIETE UTILISEE AVEC SUCCES  
PAR L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE**

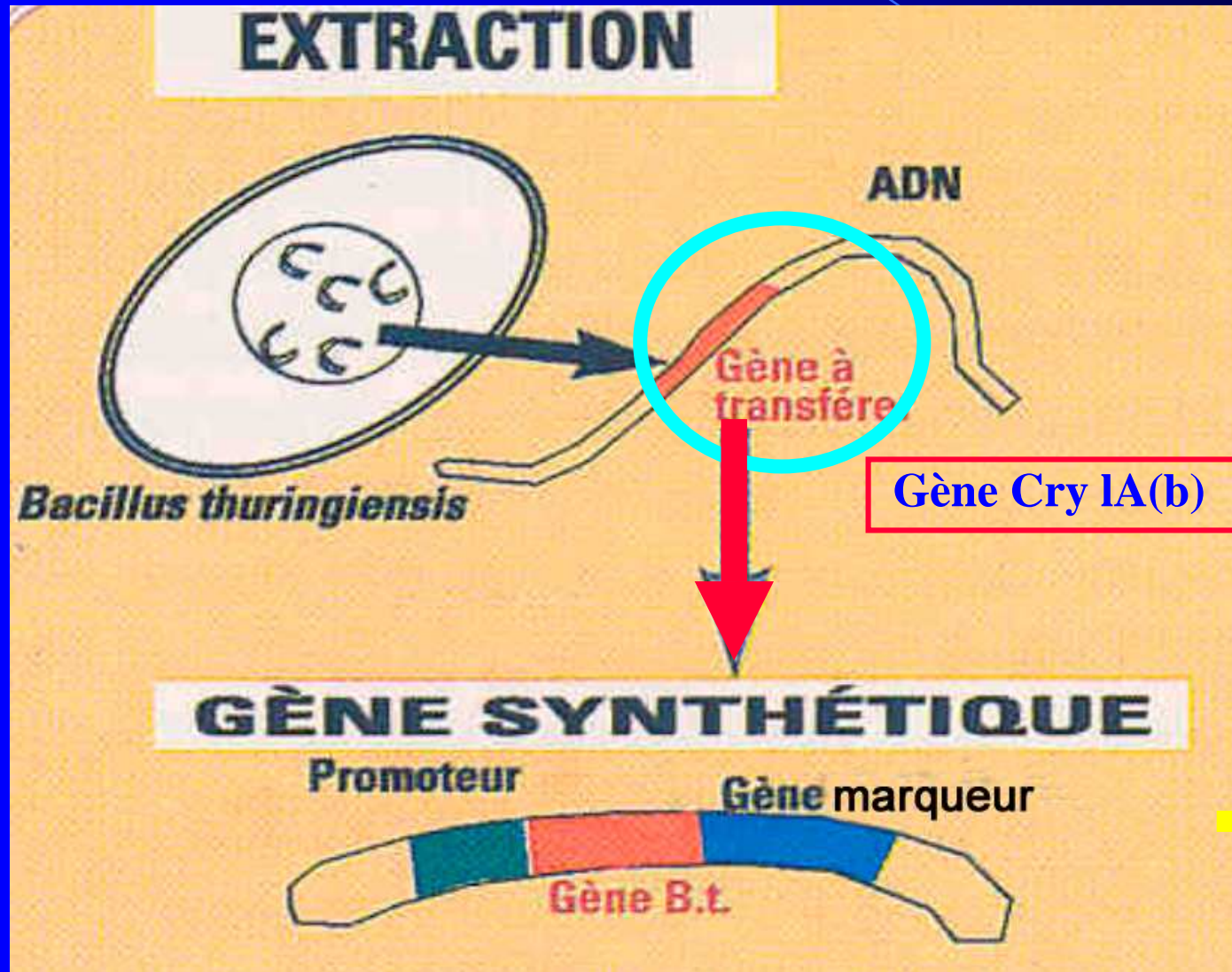
**LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LA  
PYRALE AU CHAMP**

**Epandage au champ de *Bacillus  
thuringiensis* sous forme de bouchons ou  
(« pellets »)**



# OBTENTION DU MAIS Bt

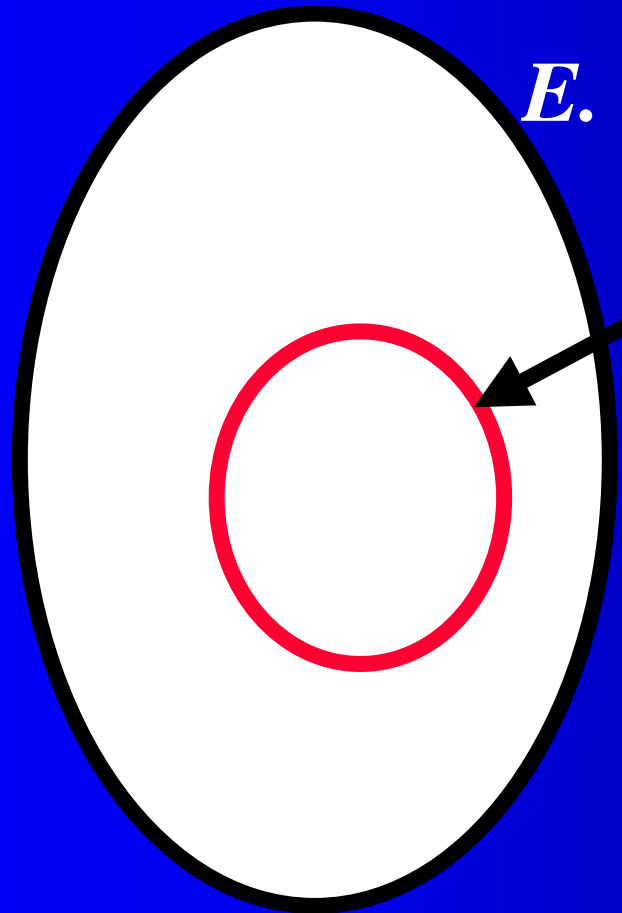
gène Cry I A(b)





**Gène synthétique**

est intégré dans le **plasmide d'Escherichia.coli**

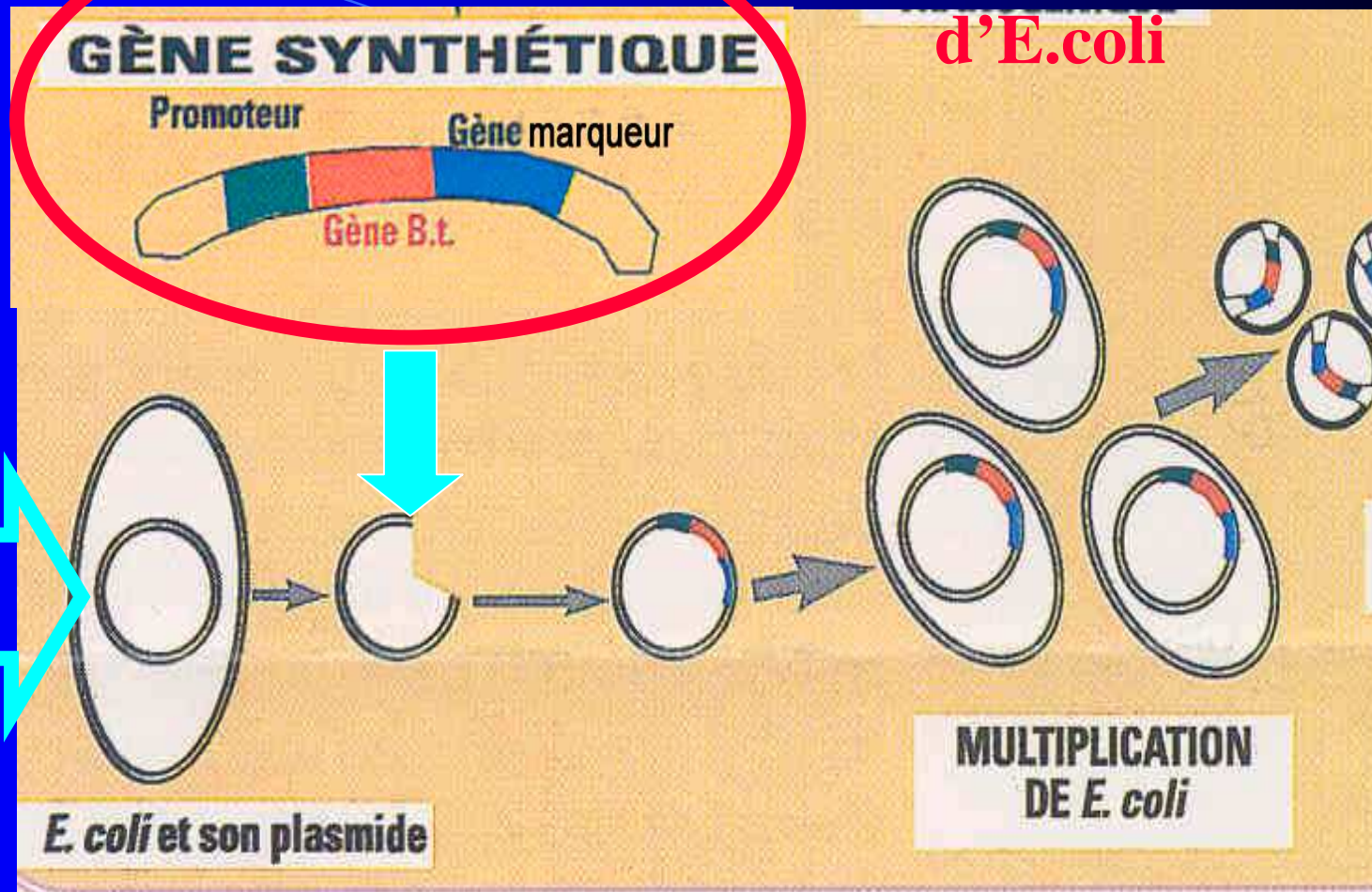


*E. Coli*

Plasmide :ADN circulaire  
extra-chromosomique en  
vue de la **multiplication** de  
ce nouveau matériel  
génétique

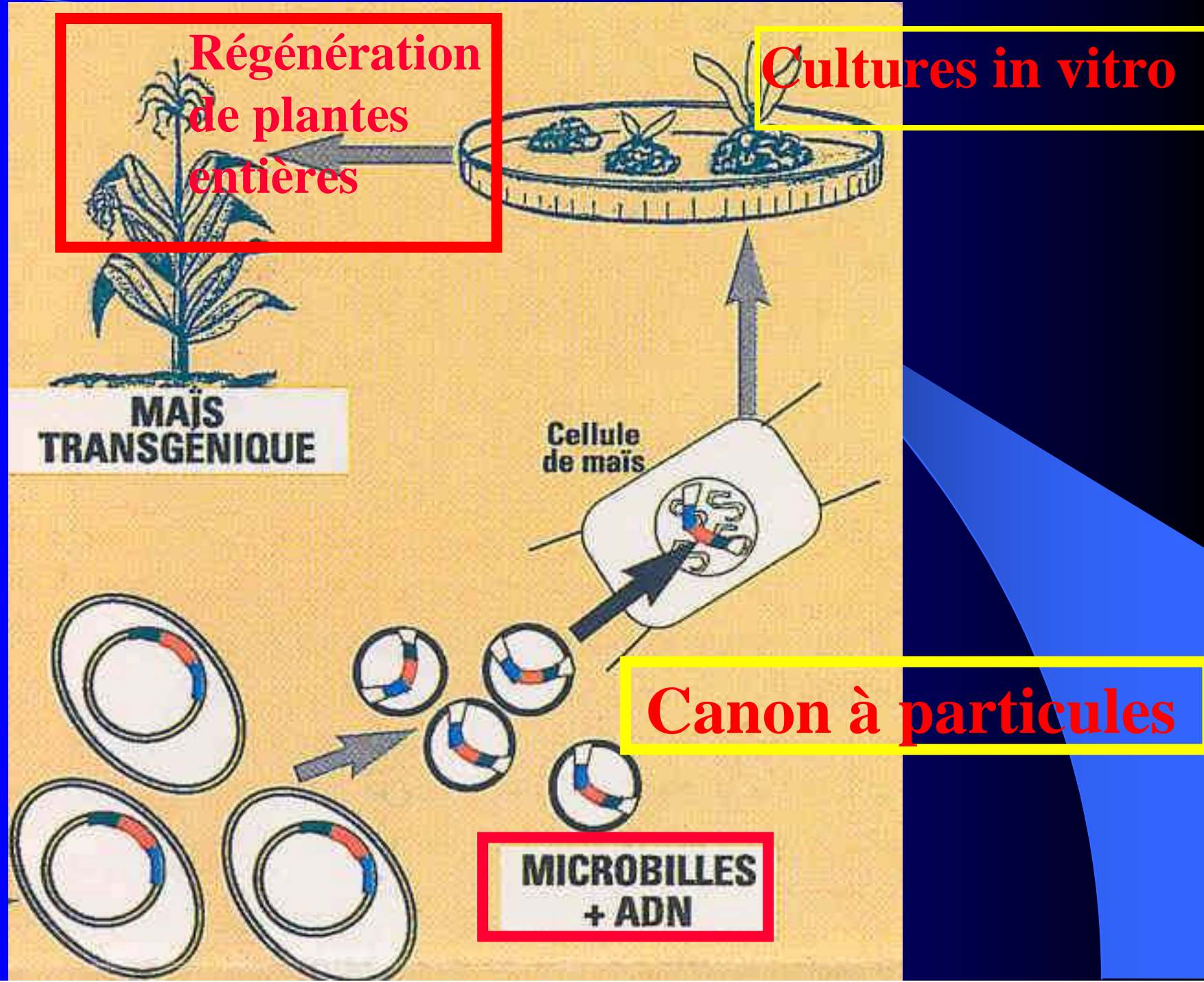
Utilisation d' **enzymes de restriction** coupant  
l'ADN au niveau de sites spécifiques et de  
**ligases**= « colle »

# Introduit dans plasmide d'*E.coli*



**Plasmide = ADN circulaire  
extra-chromosomique**





**Régénération  
de plantes  
entières**

**Cultures in vitro**

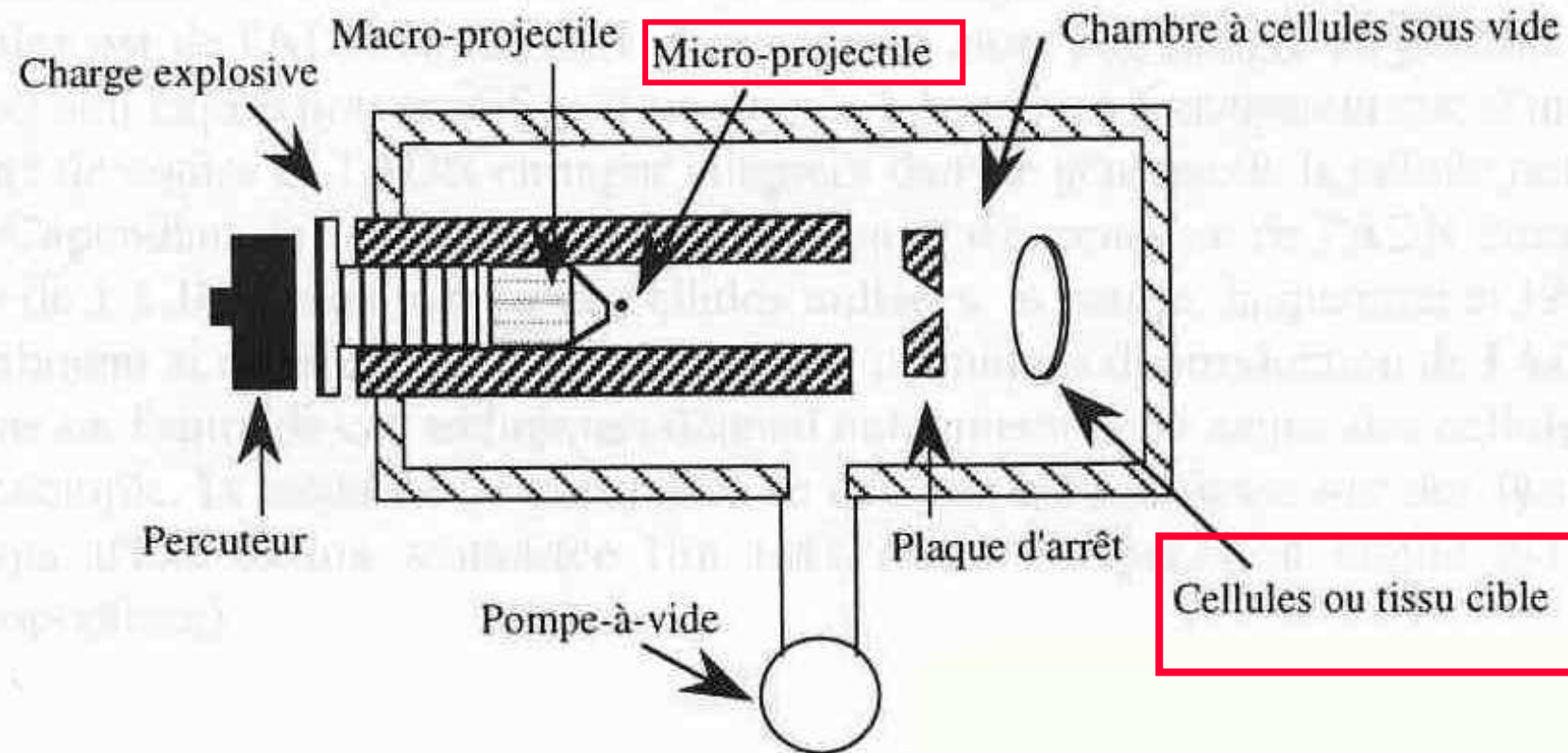
**MAÏS  
TRANSGENIQUE**

**Cellule  
de maïs**

**Canon à particules**

**MICROBILLES  
+ ADN**

# Canon à particules « Biolistique »

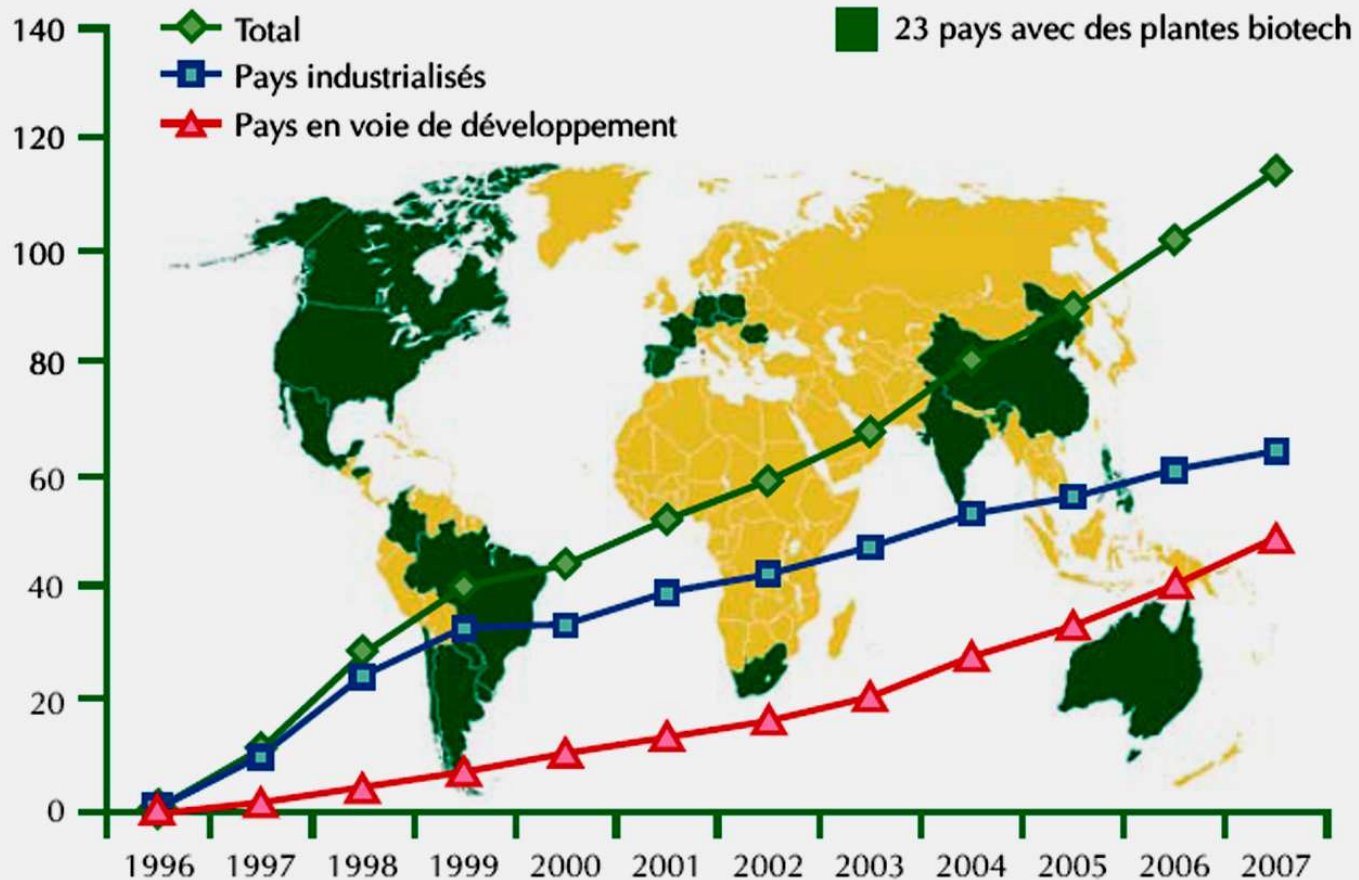


**5. SITUATION ACTUELLE**  
**DES PLANTES TRANSGENIQUES**  
**DANS LE MONDE**  
**et EN FRANCE**



# SITUATION MONDIALE

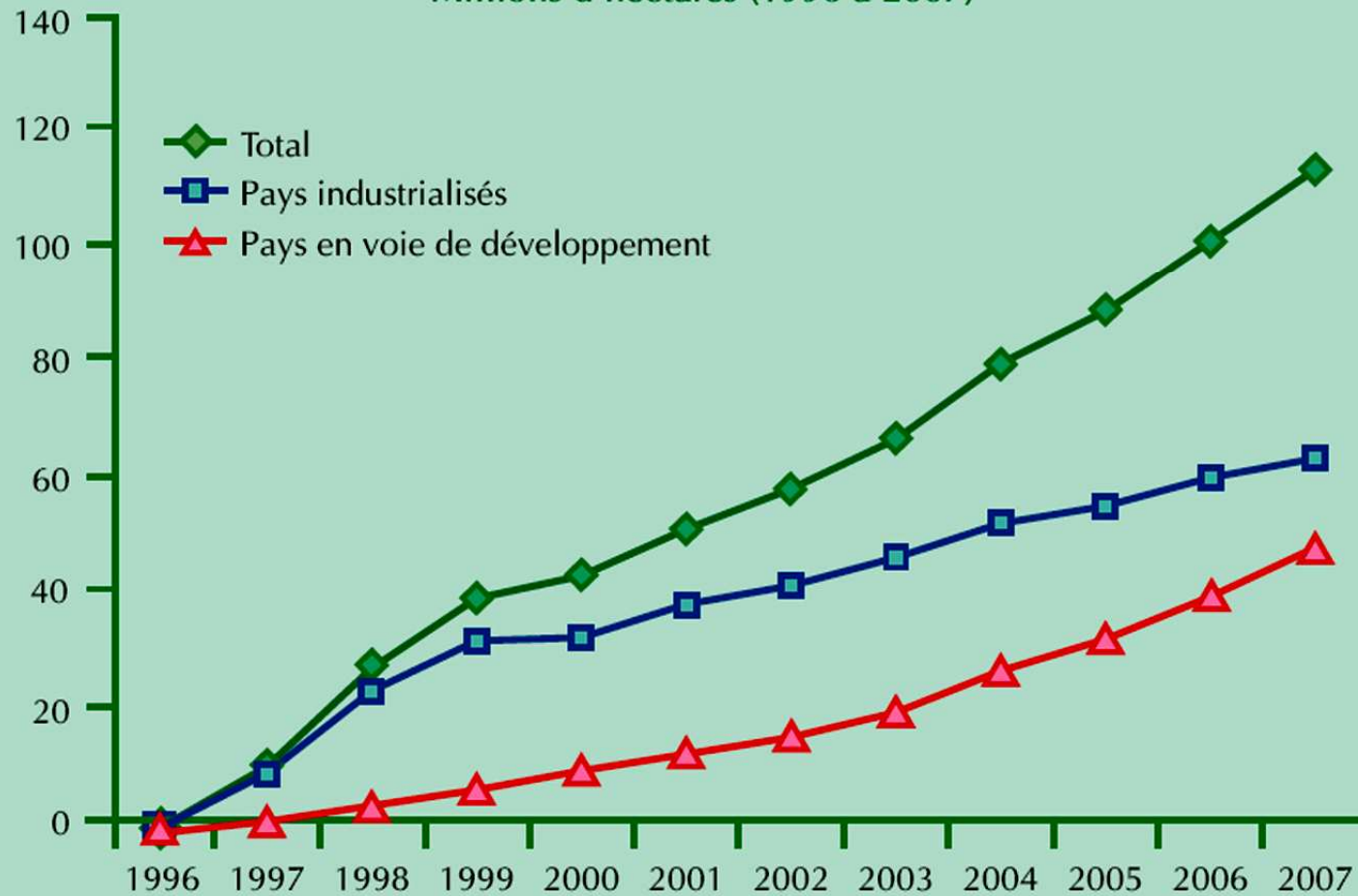
SUPERFICIE MONDIALE CULTIVÉE AVEC DES PLANTES TRANSG.  
Millions d'hectares (1996 à 2007)



*Augmentation de 12%, 12,3 millions d'hectares (30 millions d'acres) entre 2006 et 2007*

Source: Clive James, 2007.

### SUPERFICIE MONDIALE CULTIVÉE AVEC DES PLANTES BIOTECH Millions d'hectares (1996 à 2007)

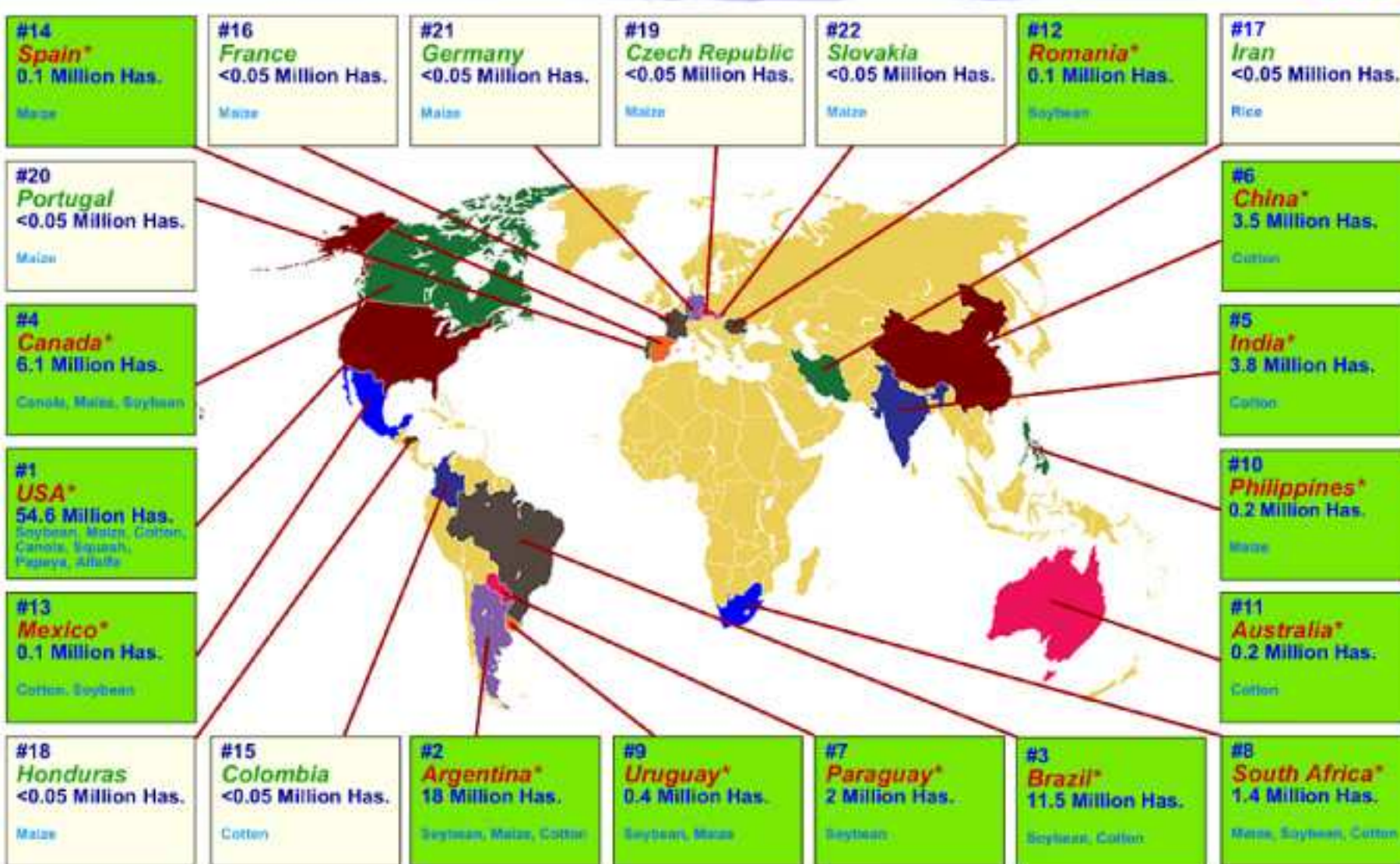


*Augmentation de 12%, 12,3 millions d'hectares (30 millions d'acres) entre 2006 et 2007*

Source: Clive James, 2007.



# PAYS CULTIVANT DES PLANTES TRANSGENIQUES

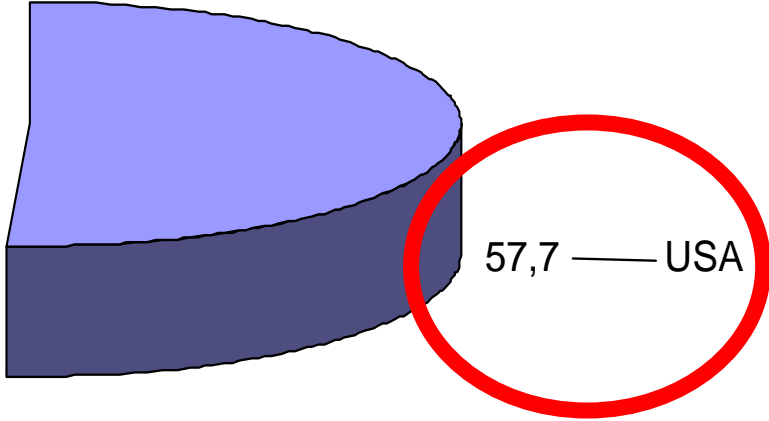
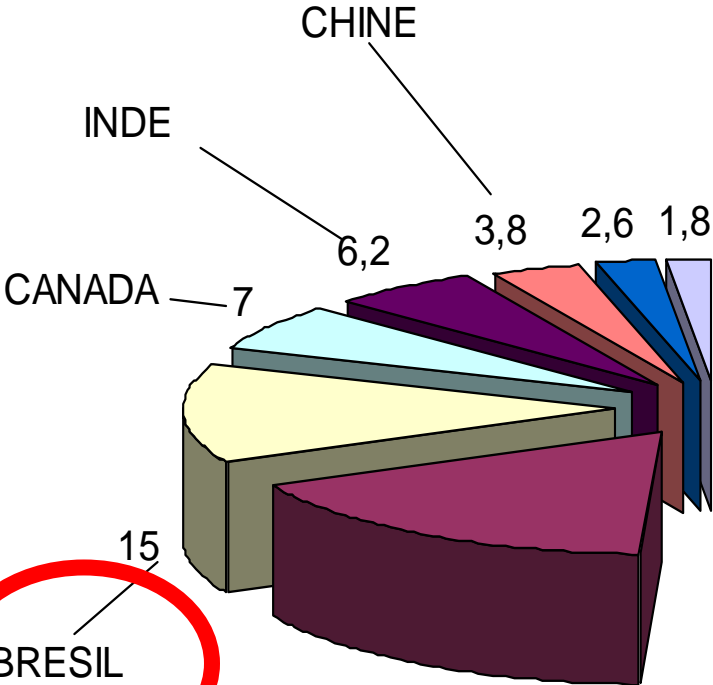


\* 14 biotech mega-countries growing 50,000 hectares, or more, of biotech crops.



# REPARTITION DES SURFACES

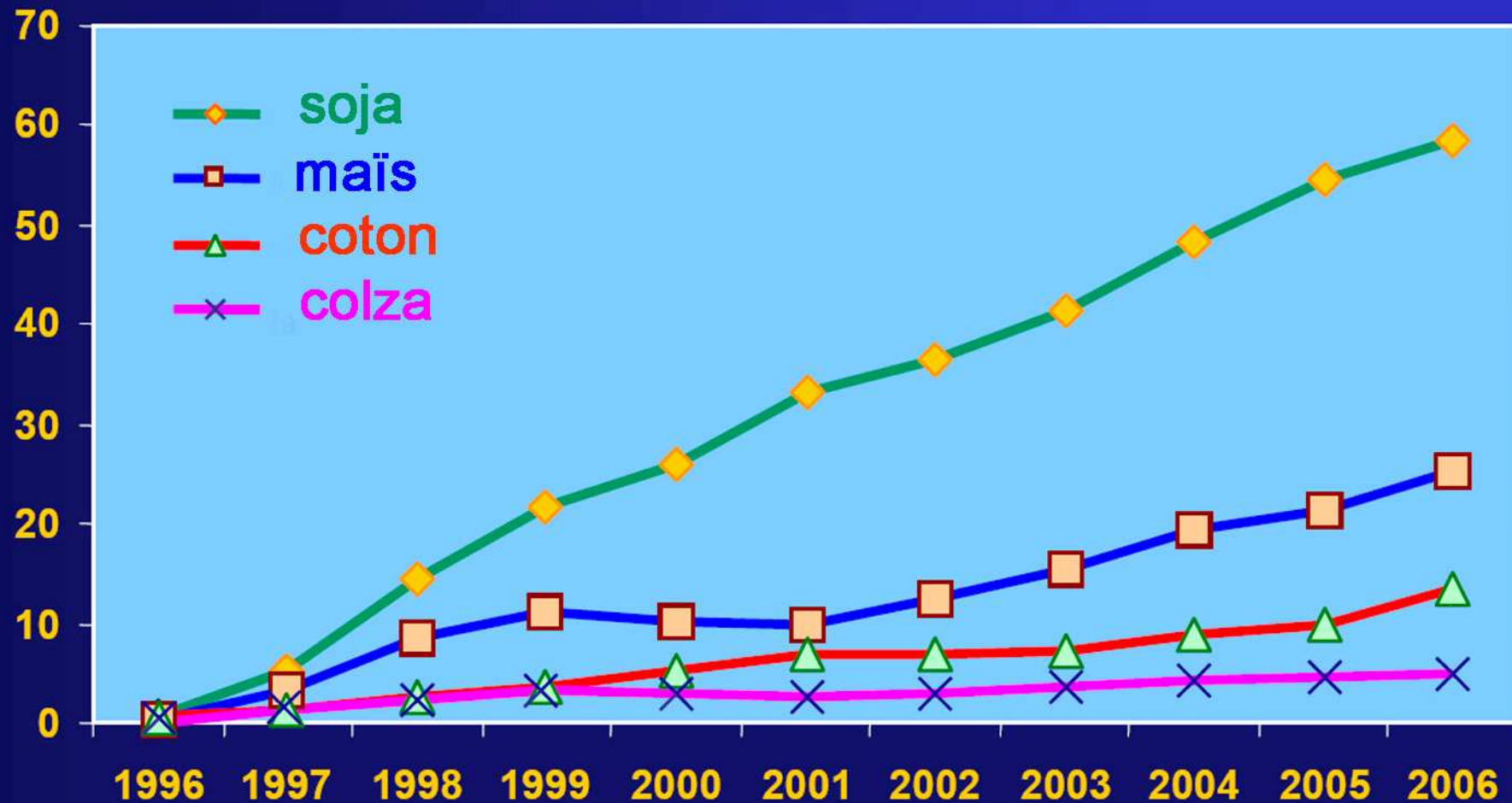
- USA
- ARGENTINE
- BRESIL
- CANADA
- INDE
- CHINE
- PARAGUAY
- Afrique SUD



BRESIL

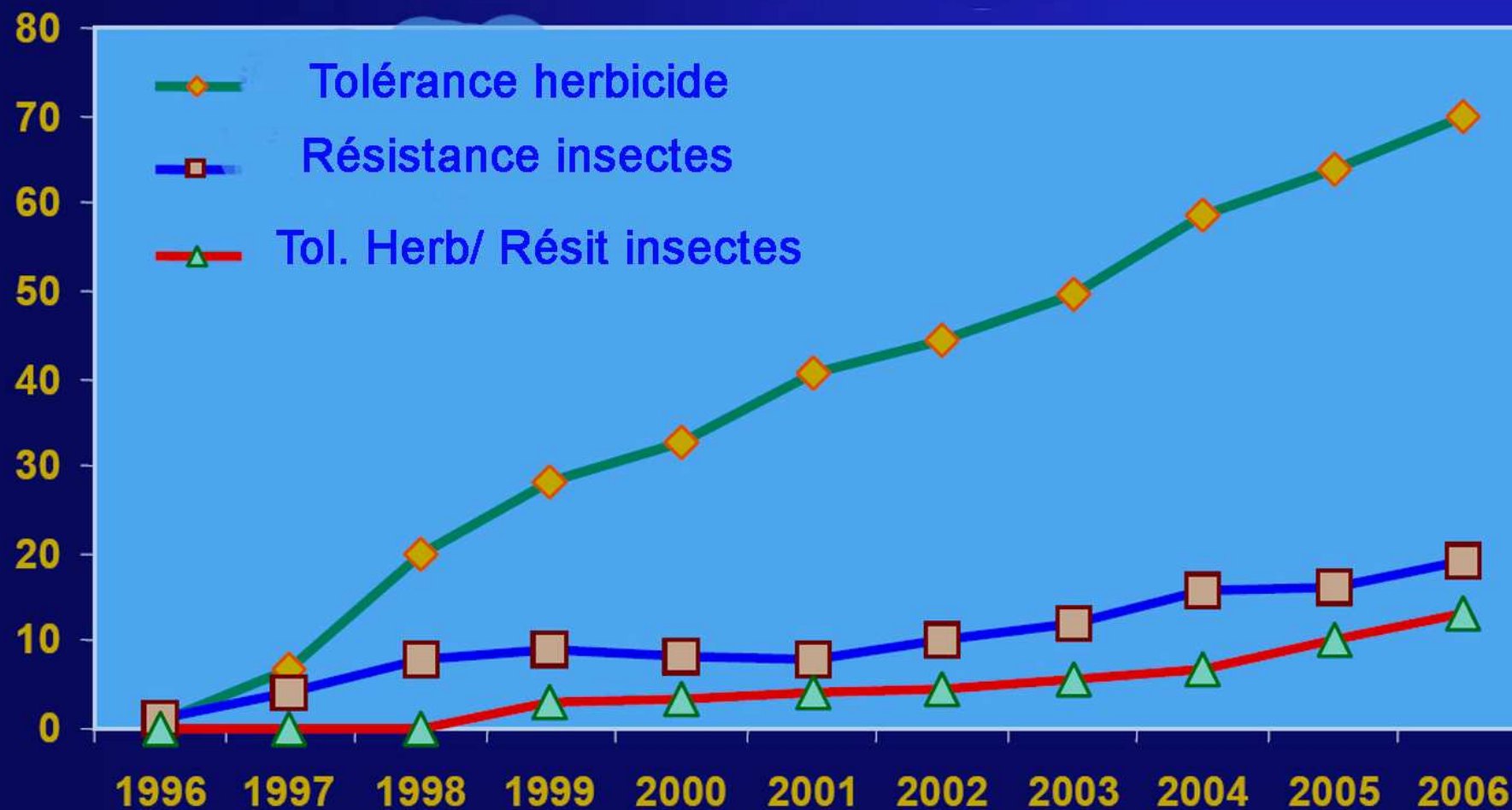
ARGENTINE

# surfaces totales en millions d'ha



Source: C.James, ISAAA. 2006

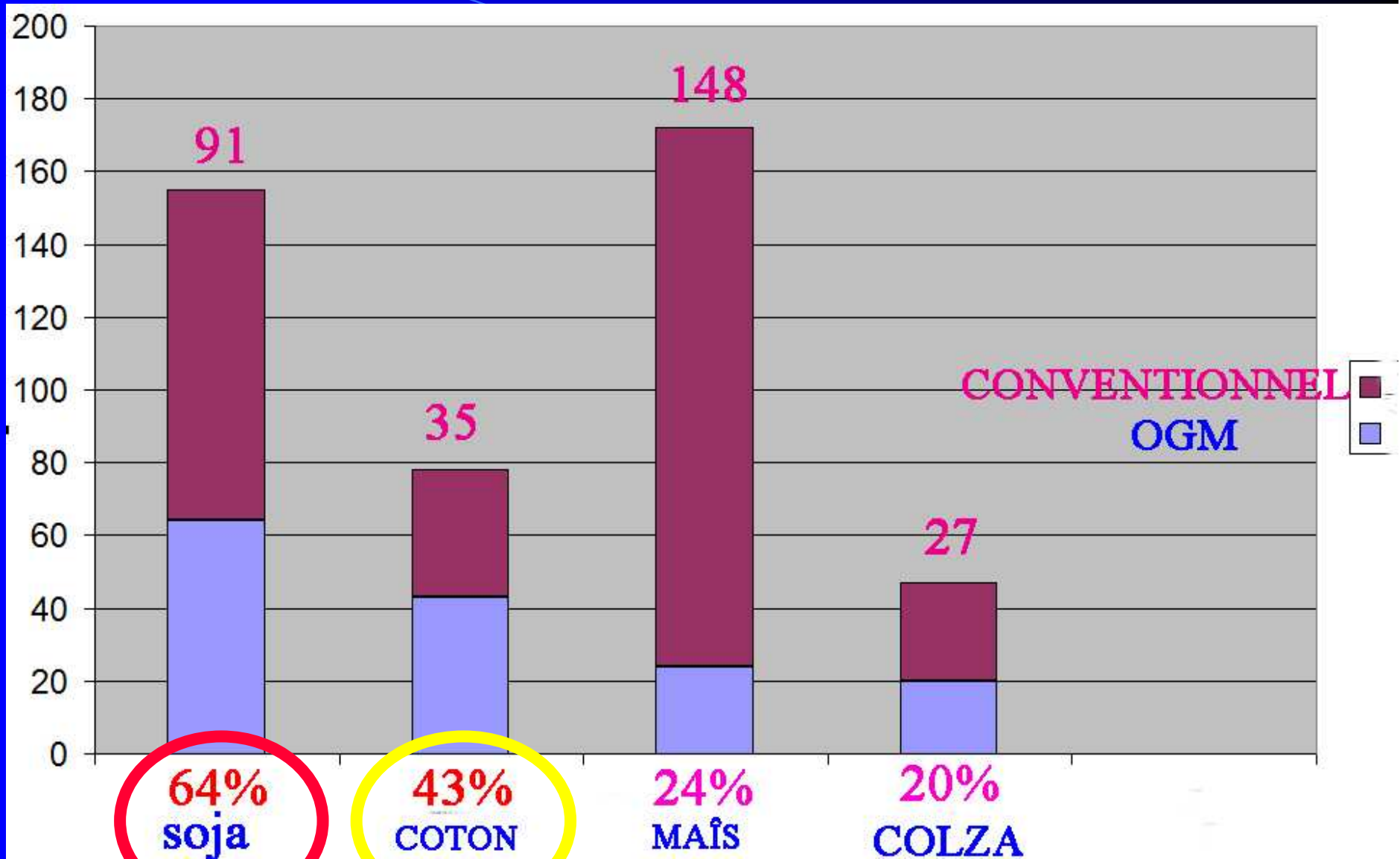
# Types de plantes transgéniques



Source: C.James, ISAAA. 2006



Millions d'ha



**% PLANTES TRANSGENIQUES**

Le **Nombre** d'agriculteurs cultivant des Plantes Transgéniques est évalué à :

**12 millions en 2007**

dont **90%** d'exploitants à faibles ressources cultivant du **coton Bt** ,

correspondant à :

\* **7,1 millions d'agriculteurs de différentes provinces de Chine et 3,8 M en Inde (coton Bt)**

\* **des milliers d'agriculteurs d'Afrique du Sud (maïs,soja, coton)**

**et plus de 100 000 aux Philippines (maïs Bt).**

(source Clive James, ISAAA, 2007)

# Situation française

- \***Avril/mai 1998** : semis de 1.965 ha de maïs Bt (MON 810)
- \***Août 1998** : autorisation de 2 nouvelles lignées de maïs transgénique
- \***Entrée en vigueur du règlement européen sur l'étiquetage**
- \***Septembre 1998** : suspension de la commercialisation **par le Conseil d'Etat** (principe de précaution)



**\*Maintien de la suspension, renvoi à la cour de Justice des Communautés européennes de la décision du Conseil d 'Etat.**

**Moratoire européen**

**\*Mai 2004: levée du moratoire européen :  
maïs doux Bt 11 (Firme suisse SYNGENTA)  
autorisé à l'importation et à la commercialisation (en boîte) mais non à la culture**

# Culture de plantes transgéniques en FRANCE

**\*2005 :**

environ **500** ha de maïs recensés  
1 centaine de parcelles expérimentales

**\*2006 :** de l'ordre de **5000** ha de maïs Bt

**\*2007 :** **22 000** ha de maïs

**\*2008 :**

**100 000 ha prévus initialement**

Seul le **maïs doux** Bt11 est autorisé pour  
l'alimentation humaine

**Mai 2006 le Ministère de l'Agriculture autorise **17** nouveaux programmes d'expérimentation, de recherche et de Développement**

**Ces essais concernent du **maïs** et du **tabac** génétiquement modifié.**

**Projet de loi sur la culture des OGM, voté par le Sénat en mars 2006 , examiné par l'Assemblée nationale **en 2008****



# **Interdiction de la culture du maïs MON810**

**Arrêté du Min. Agric. Janvier 08**

**clause de sauvegarde !**

**Le sénateur JF LEGRAND président du Comité de préfiguration de la Haute autorité sur les organismes génétiquement modifiés utilise le terme de « doutes »...alors que les experts avaient parlé « d'interrogations » (9 janvier08)**

**L'AGENCE EUROPEENNE REJETTE  
les ARGUMENTS**

**du GOUVERNEMENT FRANCAIS  
avancés pour justifier**

**la CLAUSE de SAUVEGARDE  
concernant le MAÏS MON 810**

**12 mars 2008**

# *Avis de l'AFSSA du 30 AVRIL 2008*

*(Agence française de sécurité sanitaire des aliments)*

*Les maïs portant l'événement de transformation MON 810 et leurs produits dérivés présentent le même niveau de sécurité alimentaire que les variétés de maïs conventionnelles et que leurs produits.*

## ***EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA)***

Having assessed the information package provided by France in support of its safeguard clause and having considered all relevant publications on the subject, **the GMO Panel concludes that, in terms of risk to human and animal health and the environment, the provided information package does not present new scientific evidence that would invalidate the previous risk assessments of maize MON810.**

**Therefore, no specific scientific evidence, in terms of risk to human and animal health and the environment, was provided that would justify the invocation of a safeguard clause under Article 23** of Directive 2001/18/EC and an emergency measure under Article 34 of Regulation (EC) No 1829/2003.

Publication date: **31 October 2008**



# Loi sur les OGM adoptée en Mai 2008

## Principales dispositions

\*La liberté de produire et de consommer « avec ou sans » organismes génétiquement modifiés est instituée.

\*La transparence. Toute parcelle d'OGM devra, désormais, être rendue publique.

\*Un haut conseil des biotechnologies sera chargé de l'expertise. Il comprendra des scientifiques et des représentants de la société civile.

\*Le « délit de fauchage » prévoit une peine de 2 ans d'emprisonnement et 75 000 € d'amende.

\*L'indemnisation des cultures « contaminées » par des OGM est prévue par la loi.

# **6. AVANTAGES ET PERSPECTIVES DES PLANTES TRANSGENIQUES**

- \* Avantages sur le plan agronomique**
- \* Avantages sur le nutritionnel**
- \* Avantages sur le plan industriel**
- \* Marché non alimentaire**

# AVANTAGES SUR LE PLAN AGRONOMIQUE

## Plantes résistantes aux insectes :

**\*Suppression de traitements insecticides, préservation de la faune auxiliaire**

**\*Réduction des mycotoxines : (fumosinine, zéaralénone, mais) : teneur divisée par 5 à 10**

**\*Travail du sol allégé : semis direct...**

## Plantes résistantes aux herbicides :

**Réduction de la pollution par les herbicides (sols, nappes phréatiques...)**

**\*Réduction du nombre de traitements et coûts**

**\*Utilisation de produits moins agressifs, non rémanents,**

**\*Travail du sol réduit (soja)**



# Plantes résistantes aux virus et champignons pathogènes

## Bio-protection des plantes

Concerne de nombreuses espèces

**\*Virus** : la plante produit la capsidie du virus (enveloppe),  
virus encapsidé ne peut plus se multiplier

ex : **tabac, tomate, pdt, courgette, melon, concombre, manioc,**

**Papaye de Hawaï!**

**\*Champignons** : plus complexe, introduire dans la plante des gènes de Résistance Systémique Acquise (SAR)

-résistance au mildiou de la pdt (gènes de var. sauvages)

-feu bactérien du poirier

# Perspectives très prometteuses :

**\*adaptation des plantes à la sécheresse**

**\*au froid**

**\*à la salinité**

# AVANTAGES INDUSTRIELS

Modification de la composition des produits récoltés:

**\*Composition en acides gras des huiles (soja, colza, tournesol...)**

**\*Modification de l'amidon (maïs, blé, riz, PdT...)**

# AVANTAGES NUTRITIONNELS

- \* **Amélioration du goût**
- \* **Teneur en anti-oxydants des légumes et fruits**  
(quercétine, tomate...)
- \* **Amélioration des protéines de réserve :**  
**équilibre des acides aminés**
- \* **Teneur en vitamines : riz doré**



**GOLDEN RICE**

**RIZ DORE**



**Enrichi en b\u00e9ta carot\u00e8ne  
ou  
provitamine A**

**37 $\mu$ g par gramme de riz**

Fournie par P. Beyer, Ye et coll. Science 2000, 287, 303.

**-72g de riz/jour pour satisfaire les besoins d'un enfant**

**MARCHE NON ALIMENTAIRE**

**Production de molécules à forte valeur ajoutée :**

**\*vaccins oraux (« mangeables », diarrhée bact.,virale)**

**intérêt pour le tiers monde**

**\*protéines purifiées (hémoglobine...)**



**\*métabolites à usages non alimentaires: cosmétologie, pharmacologie (anticoagulant...)**

**« MOLECULTURE!!!**

**ou BIOPHARMING»**



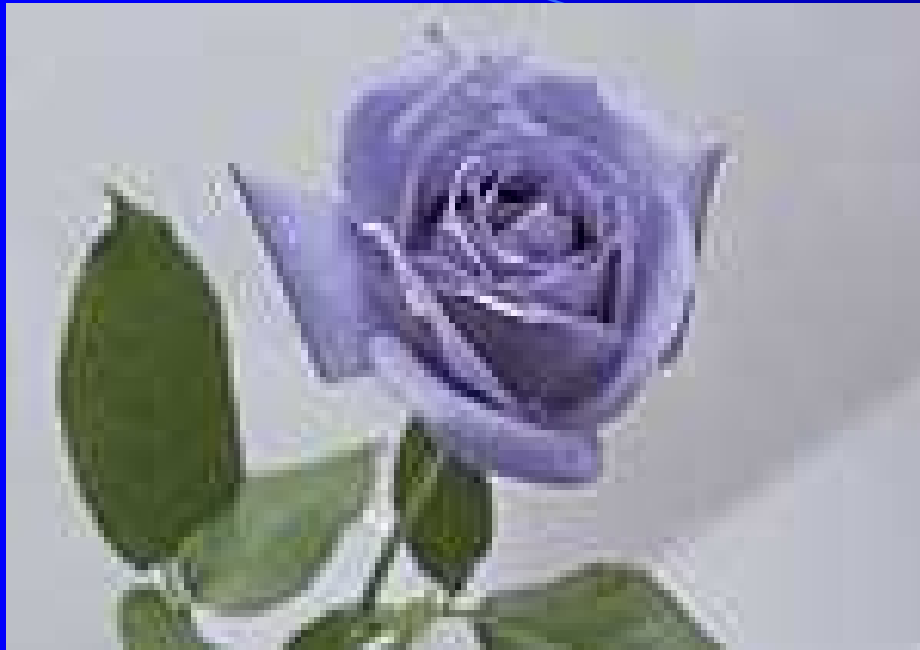
# Production de : « protéines thérapeutiques »

## Exemples de protéines recombinantes produites dans les plantes

Protéines recombinantes	Plantes	Indications thérapeutique	Stades de développement	Compagnies
Lipase gastrique de chien (MERISPASE)	Maïs	Mucoviscidose	Phase II	MERISTEM Therapeutics (France)
Anticorps	Tabac	Caries dentaires	Phase II	Planet Biotechnology (USA)
Interféron alpha	Lentille d'eau	Hépatite C	Phase II	Biolex (USA)
Glucocérébrosidase	Culture de cellules de carotte	Maladie de Gaucher	Phase III	Protalix (Israel)
Lactoferine humaine	Maïs	Désordre gastro intestinal	Phase I	MERISTEM Therapeutics (France)
Particules pseudo-virales de H5N1	Tabac	Vaccin contre la grippe aviaire	Pre-clinique	Medicago (Canada)
Insuline	Carthame	Diabète	Pré-clinique	Sembiosys (Canada)
Allergène Der p 1 d'acariens	Tabac	Désensibilisation	R & D	MERISTEM Therapeutics/Stallergènes (France)
Anticorps monoclonaux	Maïs	Oncologie	R & D	MERISTEM Therapeutics/Shanta West (France/USA)
Diverses	Tabac	Vaccins	R & D	ICON Genetics / Bayer (Germany)

(D.Burtin et F. Norre, agro Mag 2008)





## Obtention de roses bleues **FLORIGENE**

**ajout de deux gènes dans une rose (*Rosa hybrida*),  
l'un venant du genre *Viola*,  
l'autre de l'hybride *Iris*×*hollandica*,  
pour produire de la délphinidine donnant la  
couleur bleue**

## Obtention de **peupliers transgéniques**

- \*Réduction de la teneur en lignine,
- \*plus grande facilité et efficacité de la production de pâte à papier
- \*réduction de la pollution



**OBTENTION de POMME DE TERRE**

à

**TENEUR EN AMIDON MODIFIE**

**Amflora de Bayer**

l'amidon contient uniquement de l'**amylopectine** au lieu

d'un mélange d'amylopectine et d'amylose,

intérêt pour l'industrie papetière et textile

## Autres applications :

### \***Modification de MICROORGANISMES en vue de la :**

- **Production d'insuline (diabète)**
- **Production d'hormone de croissance humaine**  
(également produites dans le lait de vaches (Argentine))
- **bioconversions diverses : nombr. applications**

### \***Animaux transgéniques : lapins, porcs, moutons, vaches... :**

#### -**production de lait contenant des protéines recombinantes:**

- l'  $\alpha$ 1 antitrypsine humaine, médicament contre l'emphysème pulmonaire**
- Production de lipase (muscoviscidose) ...**
- Production d'antithrombine III**



## 7.Enjeux ECONOMIQUES CONSIDERABLES

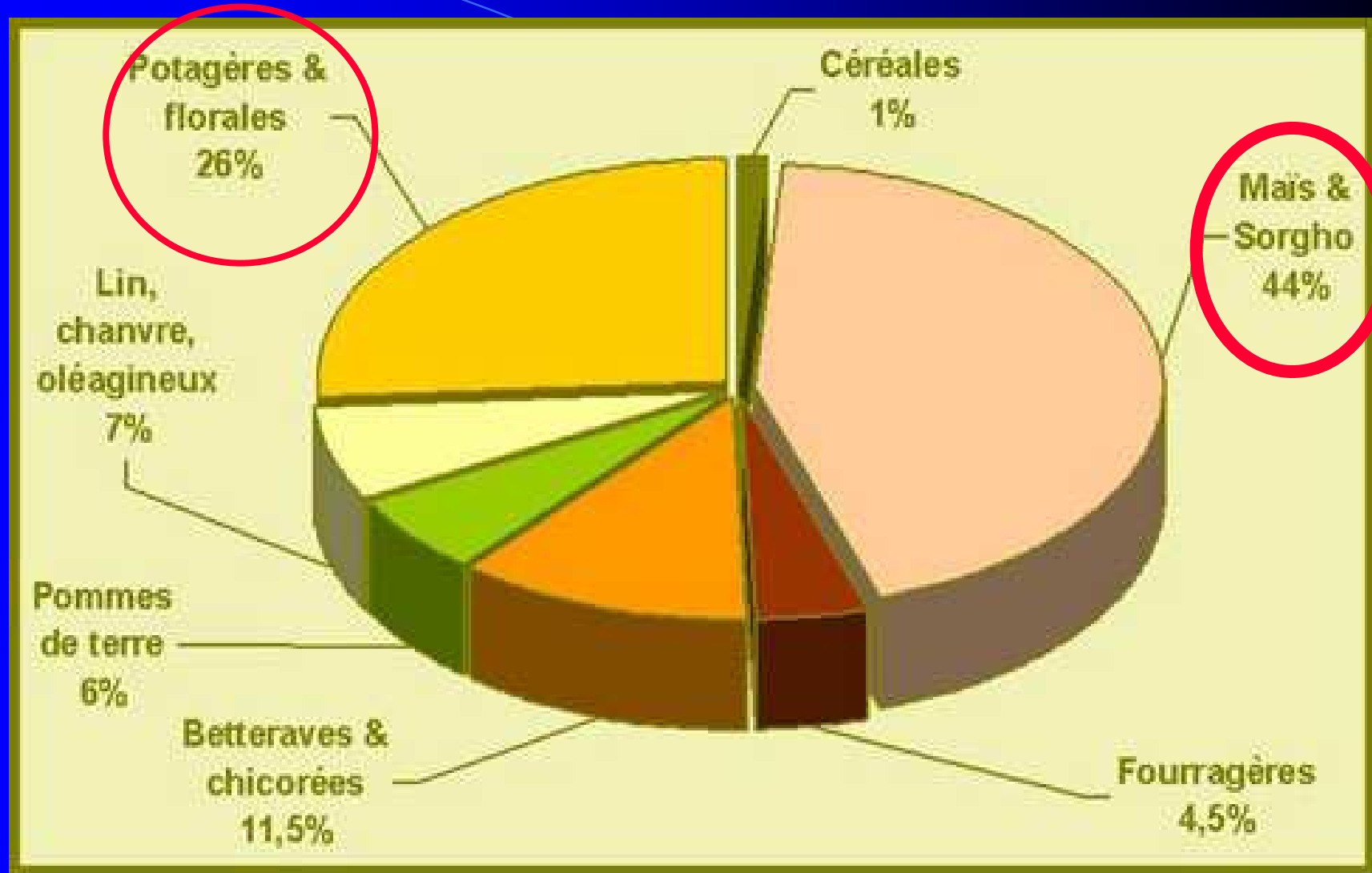
**\*BREVETS en BIOTECHNO.**  
**(60% USA, 4% FRANCE !!!)**

**\*PRODUCTION DE SEMENCES**  
**France 2<sup>ème</sup> exportateur mondial !**

**EXPORTATION DE SEMENCES ET PLANTS**  
**= 720 M d'€ en 2006/2007**

**(20% de l'excédent des produits  
agricoles)**

# EXPORTATION DE SEMENCES ET PLANTS



**CA TOTAL = 2 Milliards d'€ (Valeur des ventes en France + exportation (720 millions d'€))**

Alors que la balance commerciale de la France est **fortement déficitaire**,

le commerce extérieur du secteur des semences et plants présente un excédent qui **continue de grimper depuis 10 ans.** (+ 15%/ 2005/06)

Excédent de **365 millions d'€**

**Le maïs, les potagères et les plantes oléagineuses** sont les 3 groupes d'espèces les plus excédentaires

France leader européen à l'export et 3ème exportateur mondial toutes semences, **premier exportateur mondial de maïs**, désormais loin devant les USA.

# 8. RISQUES LIES AU DEVELOPPEMENT DES PLANTES TRANSGENIQUES

**\*Environnement : flux de gènes**

**\*Alimentation et Santé humaine:**

- - résistance aux antibiotiques
- - allergies...



# ENVIRONNEMENT

**\*Risque de résistance chez les insectes?**

**-Non observé pour la pyrale au champ (zones refuges!)**

**-En conditions expérimentales pas de lignées résistantes après 40 générations**

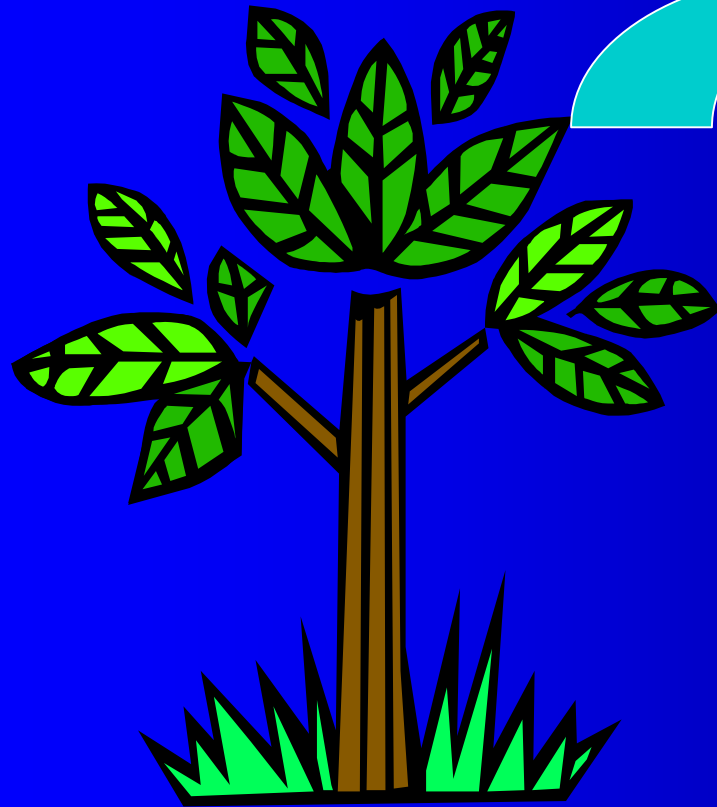
## **CULTURE DANS UN ESPACE AGRICOLE OUVERT**

**\*Risque de dissémination des plantes transgéniques ou des gènes (flux de gènes)?**

**Cas du maïs (téosinte)**

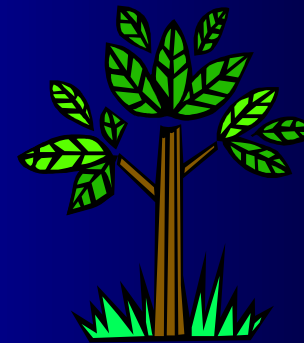
**Autre plantes : colza, betterave**

# La « fuite » des gènes!



## Dissémination de Pollens

risques si fécondation  
avec une autre plante



**PROCESSUS INTERVENANT AUSSI CHEZ  
LES VARIETES CLASSIQUES !**

# Dissémination de pollen

Distinction entre :

\*Plantes autogames : **autofécondation**

**Blé, Riz, Soja, tomate ,aubergine**

\*Plantes allogames : **fécondation croisée**

**Maïs, Colza, Betterave, tournesol**

(\*Plantes à multiplication végétative :)

**Pomme de terre**

# TEOSINTE

ANCETRE DU MAIS  
n'existe pas en Europe



$2n = 20$

AUCUN RISQUE



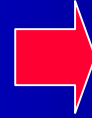
MAÏS



$2n = 20$



# Transfert colza → ravenelle





## COLZA

- \*Hybridation avec plantes spontanées :  
ravenelle (roquette bâtarde et moutarde des champs)
- \*Pollution de parcelle à parcelle
- \*Essais au champ : plate-formes OGM, COLZA
- \*50% du pollen dispersé à moins de 3M
- \*Moins de 1% de croisement entre colzas voisins à 30m
- \*Moins de 0,1% sur 120m

# Probabilité d'hybridation de la ravenelle par le pollen du colza ?

Colza transgénique semé au champs ,

\***500** ravenelles repiquées dans la parcelle :

\***950 000** graines de ravenelles récoltées,  
semées sur 1,3 ha

\***190 000** plantes ont levé

Après traitement avec herbicide total:

1 seule plante a survécu : **1 hybride résistant**

**Taux d'hybridation proche  
du taux de mutation naturel!**

(Source AM CHEVRE INRA 2002)

**REPETITION DE CETTE  
EXPERIMENTATION  
ET ESSAIS COMPLEMENTAIRES AU  
CHAMP**

**DETRUITS PAR LES FAUCHEURS  
VOLONTAIRES !!!**

# DESTRUCTIONS

- 2006 : **65% DETRUIITS**
- 2005 : **48%**
- 2004 : **42%**
- 2003 : **68%**

- **DIMINUTION DES ESSAIS AU CHAMP**

- **MENACE sur L'EXPERTISE DE LA FRANCE**
- **EN BIOTECHNOLOGIE VEGETALE**



# Etude de la dissémination du pollen



Dispositif de plein champs maïs

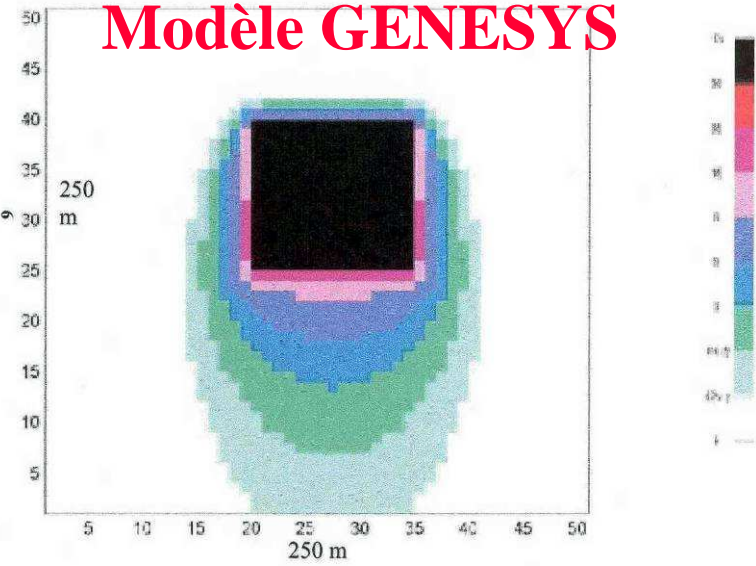


*Stratégies d'isolement*

*Dispositifs de biovigilance*

**Modélisation**

**Modèle GENESYS**



*N. Kolbach*

# Plantes transgéniques et Pratiques agricoles

## -Maîtrise des repousses:

\*labour : enfouissement de graines tombées au sol

\*déchaumage , faux semis

## -Entretien des bordures de champs et routes

## -Agencement des espèces et variétés dans l'espace

## -Enregistrement des pratiques : TRACABILITE

# GUIDE DE BONNES PRATIQUES DE LA CULTURE DU MAÏS Bt (AGPM)

- \*Si parcelles distantes de **25 m** : pas de pb
- \*Si **moins de 25m** : mettre en place une bordure de **12 rangs** de maïs conventionnel (10m)
- Prévoir une **zone refuge** pour les ravageurs (pyrale, sésamie) de **20%** du maïs total (pour éviter le développement de résistance des insectes à la toxine Bt)
- A toutes étapes de la culture : protocole de nettoyage et de contrôle du matériel : **traçabilité des lots**



# ALIMENTATION SANTE HUMAINE

**\*risque de toxicité**

**\*risque allergique**

## **\*Risque de toxicité :**

**Mais Bt contient une « toxine » (protéine)!**  
**(Métabolisée par les protéases)**

**N'est active que sur les insectes, mécanismes biologiques  
inexistants chez les mammifères,  
aucune toxicité chez l'homme ni l'animal observée  
depuis 40 ans**

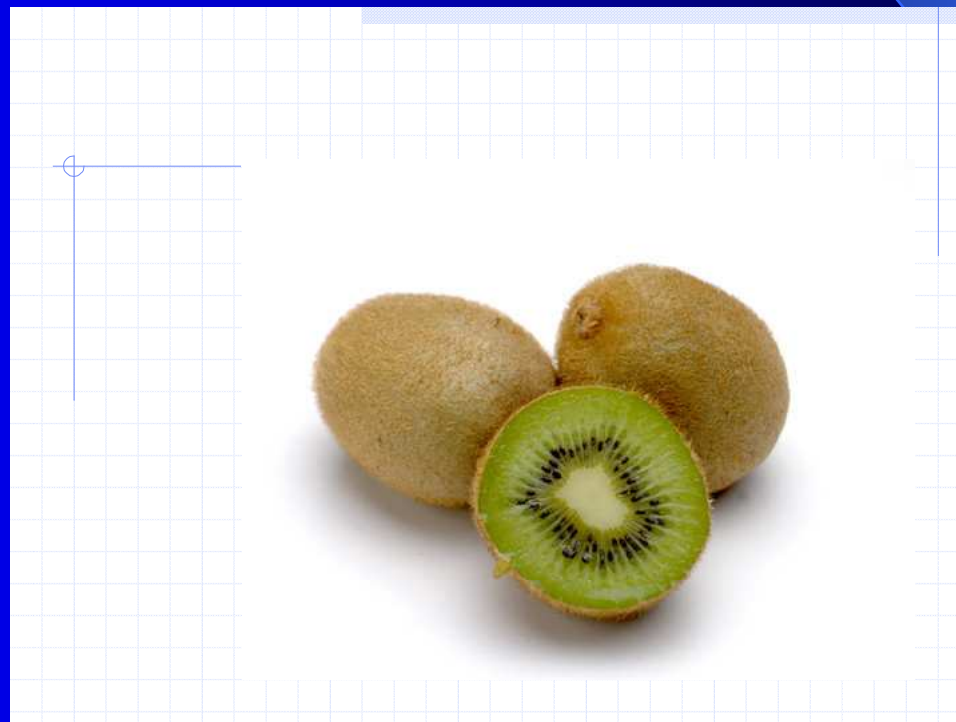
  
**(utilisation en agriculture bio!)**



## \*Risques d'allergies

**Allergies aux fruits exotiques: kiwis, litchis, soja...**

**antérieures aux plantes transgéniques**



# Risques d'allergies

**\*allergies aux fruits exotiques (kiwi, litchi, soja)!!!**

**\*importance de l'origine du transgène**

Pas de lien étroit entre la fonction d'une protéine et son caractère allergène éventuel

**\*Risque relativement difficile à évaluer :**

**« une dégradation rapide au niveau gastrique et intestinal est un gage de non allergénicité »!**

**Vigilance indispensable**

**\*Recherche d'analogie de séquences entre protéines à évaluer et protéines connues pour leur allergénicité**

**Banque de données!**

# TRACABILITE DES OGM ET DES PRODUITS ISSUS DES OGM

**\*Utilisation de techniques analytiques particulières (PCR et ELISA) mais il faut disposer d'amorces spécifiques du gène introduit**

**\*Nécessité d'une coopération avec l'industrie semencière : connaissance de la séquence nucléotidique des transgènes à détecter**

# TRACABILITE DES OGM ET DES PRODUITS ISSUS DES OGM

## Etiquetage :

**Mention « avec OGM » obligatoire  
si 0,9% dans les ingrédients**

**Assurer la traçabilité depuis la mise en culture  
jusqu'au produit transformé!**

# CONCLUSIONS

**Plantes transgéniques représentent :**

- \*des avancées considérables sur le plan des connaissances et de la maîtrise du vivant (compréhension du génome, des processus de développement et de différenciation des plantes)**
- \*des perspectives d'applications nouvelles et importantes (agriculture, industrie, médecine, cosmétologie...)**
  - Plantes transgéniques de 2ème génération**



**\*nécessité d'une grande vigilance quant aux risques potentiels (réseau de surveillance)**

**\*bilan bénéfices/risques : pas de généralisation, nécessité de raisonner au cas par cas (cf maïs, colza)**

**\*obtention de PT, non exclusive des méthodes classiques d'amélioration des plantes (complémentarité)**

**\*nécessité d'un débat ouvert et tolérant !!!**