

OGM : pour le **meilleur** ? Ou pour le **pire** ? (ou les deux...)

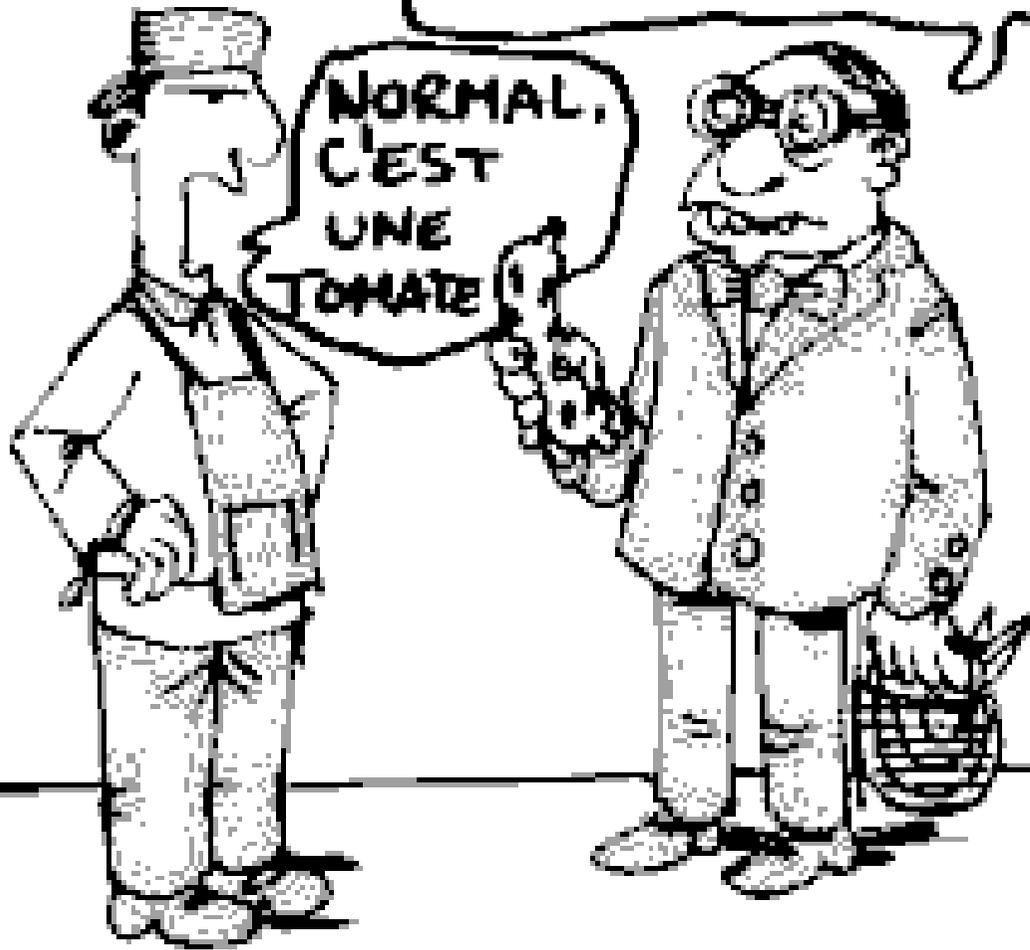
QUOI QU' ON FASSE, CA REPOUSSE...



Laroche Fabrice, biologiste – fablaroche@gmail.com - 0624290703

DITES-MOI, JE
N'AI PAS TROUVÉ
L'ÉTIQUETTE DE CET
ANANAS GÉNÉTIQUEMENT
MODIFIÉ ..

NORMAL,
C'EST
UNE
TOMATE !

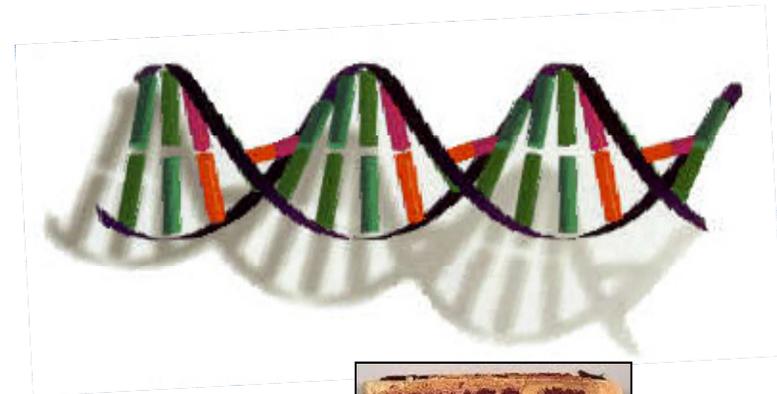


Techniques	Nature de la séquence utilisée	Insertion dans le génome ?	Insertion ciblée / aléatoire	Héritabilité	Opinion probable des experts européens
Transgénèse	Transgène (Promoteur + gène d'intérêt issu d'un organisme non compatible sexuellement + terminateur)	Oui	Aléatoire	Oui	OGM déjà acté
Cisgénèse	Cisgène (Promoteur + gène d'intérêt issu d'un organisme compatible sexuellement + terminateur)	Oui	Aléatoire	Oui	OGM mais exclu du champ d'application de la loi
Mutagenèse par oligonucléotides	Oligonucléotides	Oui	Ciblée	Oui	OGM ou non OGM mais exclu du champ d'application de la loi
Mutagenèse par Méganucléase	Oligonucléotides	Oui	Ciblée	Oui	
Mutagenèse par nucléase à doigt de zinc	Oligonucléotides ou gène complet	Oui	Ciblée	Oui	OGM mais exclu du champ d'application de la loi (sauf si un gène complet est inséré)
Méthylation de l'ADN	Transgène	Oui	Aléatoire	Oui	OGM ou non OGM mais exclu du champ d'application de la loi
Greffe (porte greffe GM)	Transgène / cisgène	Oui	Aléatoire	Non	Plante GM / Fruits, semences non GM (si greffon non GM)
Greffe (greffon GM)	Transgène / cisgène	Oui	Aléatoire	Oui	Plante GM
Agro-infiltration	Transgène dans une construction indépendante du génome	Non (sauf si ADN viral + transgène)	Pas d'insertion	Non	OGM / non OGM
Amélioration inverse	Mutant "naturel" ou transgène	Oui	Aléatoire	Non	OGM / non OGM

(Nouvelles techniques de manipulation du vivant – Inf'OGM – Octobre 2011)

I. Petite mise au point

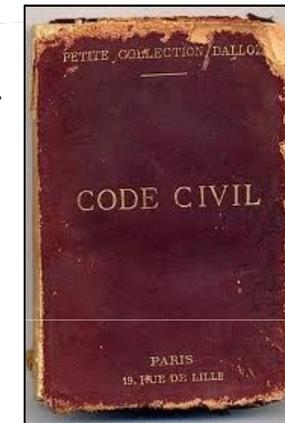
1. Cellules, plantes, substances et greffes
2. Génétique : ADN, ARN, protéines
3. Expression des gènes : gène, promoteur, terminateur
4. ADN et mutations
5. OGMs : la définition du biologiste...



...Et celle du législateur

II. Les nouvelles techniques... **OGM**

- (1. Transgénèse)
2. Mutagenèse aléatoire et dirigée
3. Cisgénèse
4. Méganucléases à doigts de zinc
5. Méthylation
6. Porte greffe
7. Amélioration inverse
8. Biologie synthétique



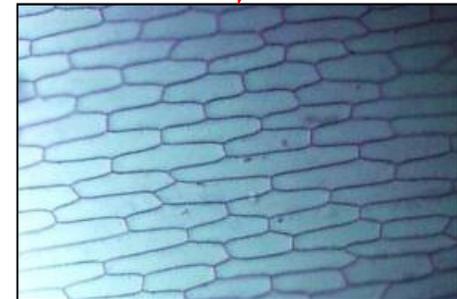
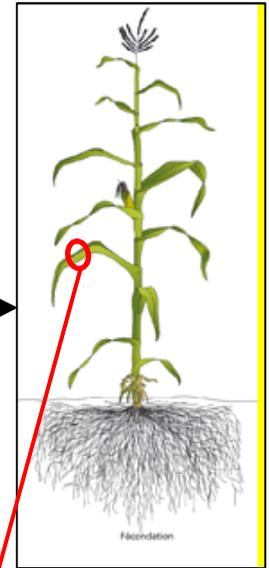
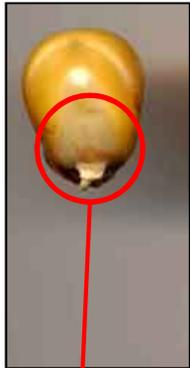
III. Bénéfices supposés

... et risques avérés

1. OGMs : les arguments pour... et leurs faiblesses
2. Problèmes de santé. Sur les cobayes seulement ?
3. Dissémination dans l'environnement
4. Méthodes chirurgicales. Ou en partie...



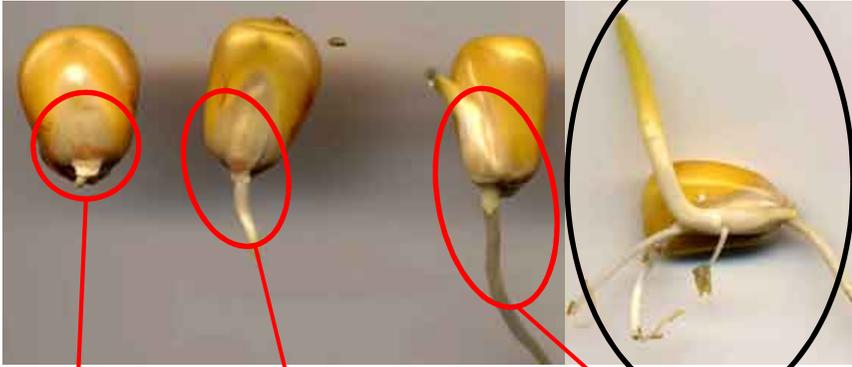
Le développement d'une plante...



... nécessite un plan

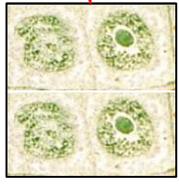
... contenu dans les cellules de l'organisme

Développement : multiplication du plan



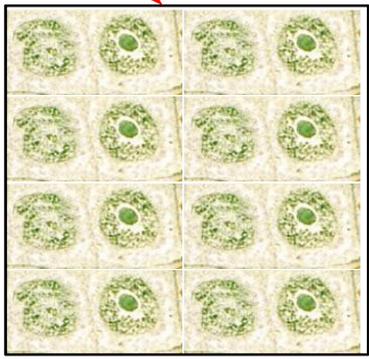
PLAN

1 exemplaire



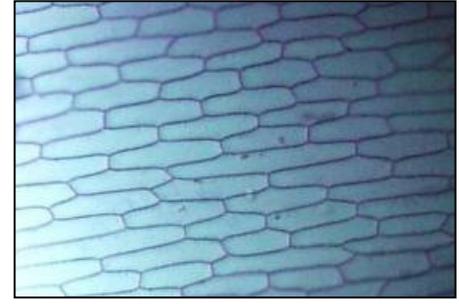
PLAN	PLAN
PLAN	PLAN

4 ex.



PLAN	PLAN	PLAN	PLAN
PLAN	PLAN	PLAN	PLAN
PLAN	PLAN	PLAN	PLAN
PLAN	PLAN	PLAN	PLAN

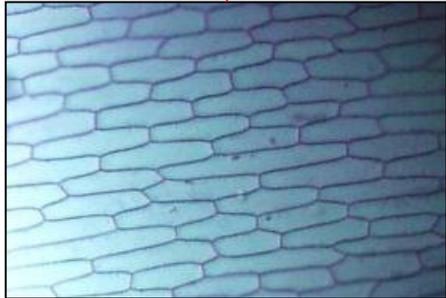
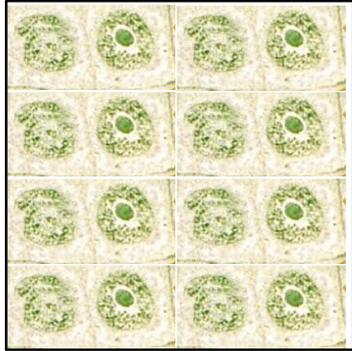
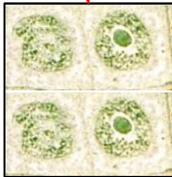
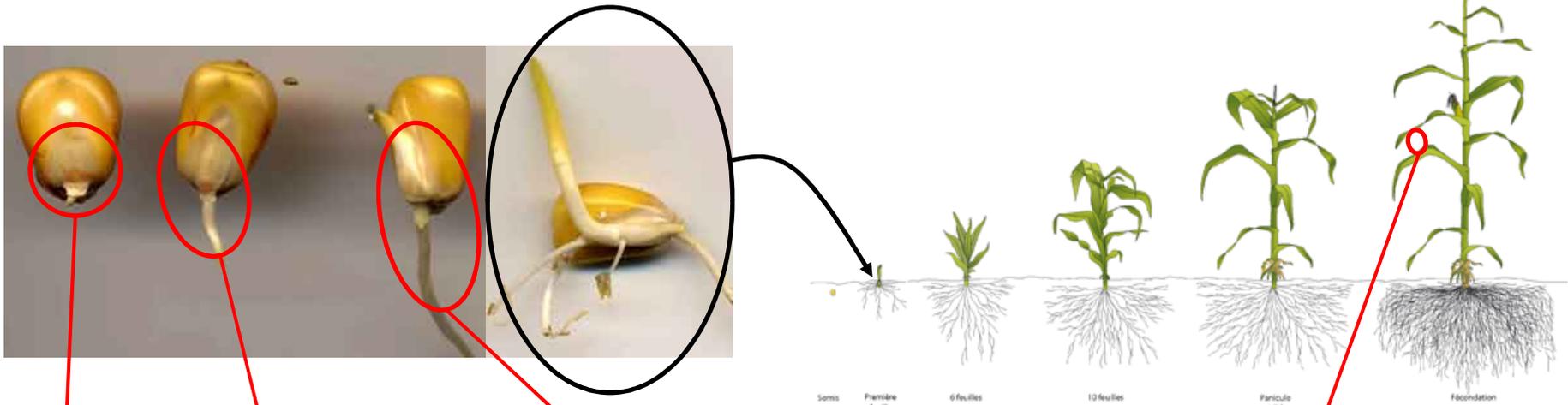
16 ex.



PLAN PLAN PLAN PLAN PLAN PLAN
 PLAN PLAN PLAN PLAN PLAN PLAN

Milliards d'ex.

I. Le plan de développement : l'ADN



ADN

ADN	ADN
ADN	ADN

ADN	ADN	ADN	ADN
ADN	ADN	ADN	ADN
ADN	ADN	ADN	ADN
ADN	ADN	ADN	ADN

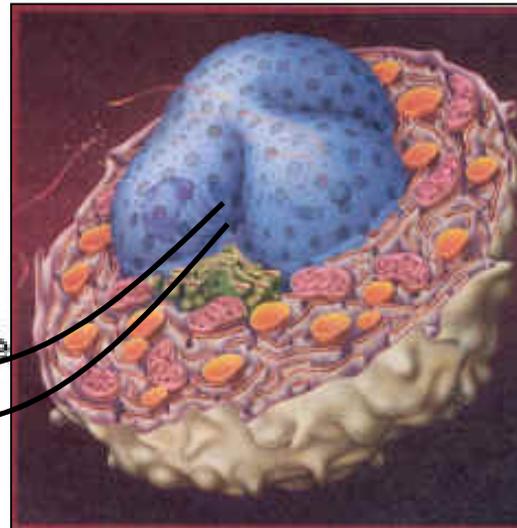
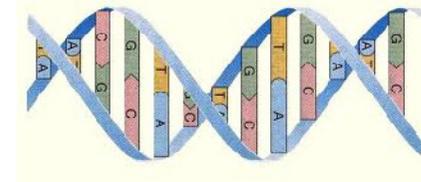
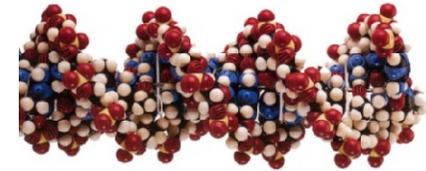
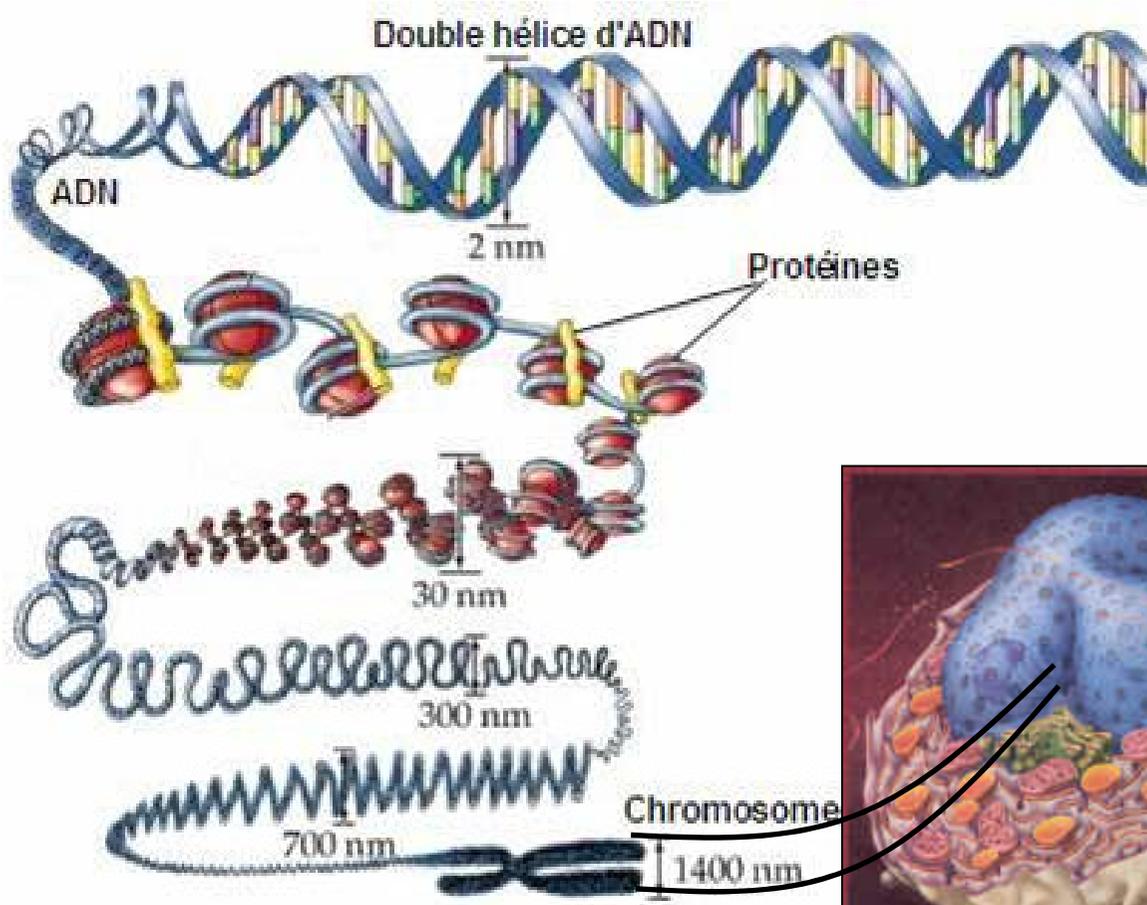
ADN	ADN	ADN	ADN	ADN	ADN
ADN	ADN	ADN	ADN	ADN	ADN
ADN	ADN	ADN	ADN	ADN	ADN
ADN	ADN	ADN	ADN	ADN	ADN
ADN	ADN	ADN	ADN	ADN	ADN
ADN	ADN	ADN	ADN	ADN	ADN

L'ADN doit être *recopié* à chaque division cellulaire

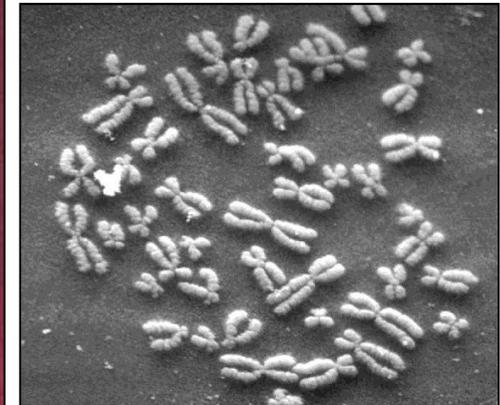
I. l'**ADN** : plan de développement des êtres vivants

(ADN : Acide Désoxyribo Nucléique)

I. l'ADN : une longue molécule en forme d'hélice...



Une cellule...



... et ses chromosomes

... divisée en chromosomes

ADN et chromosomes

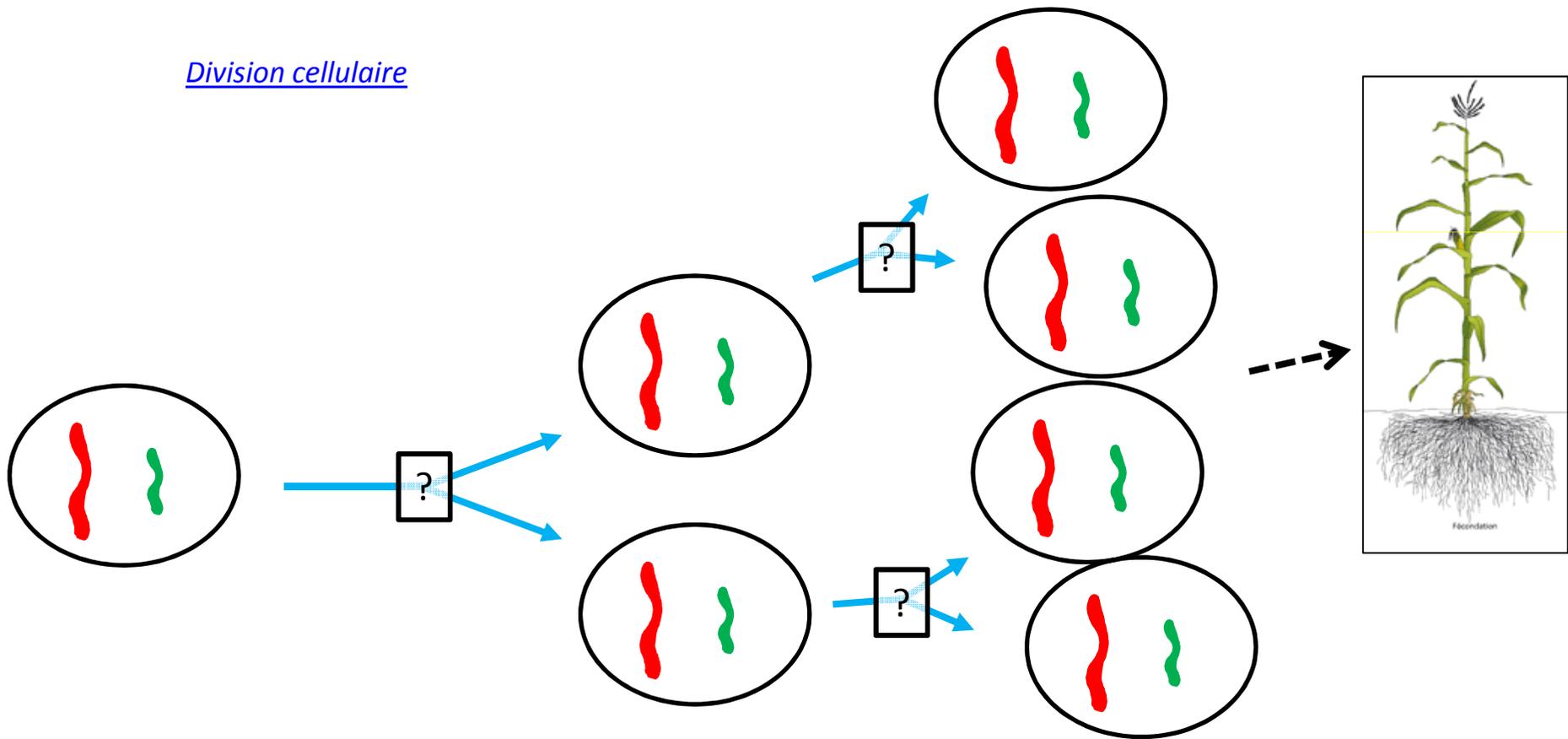


Une cellule

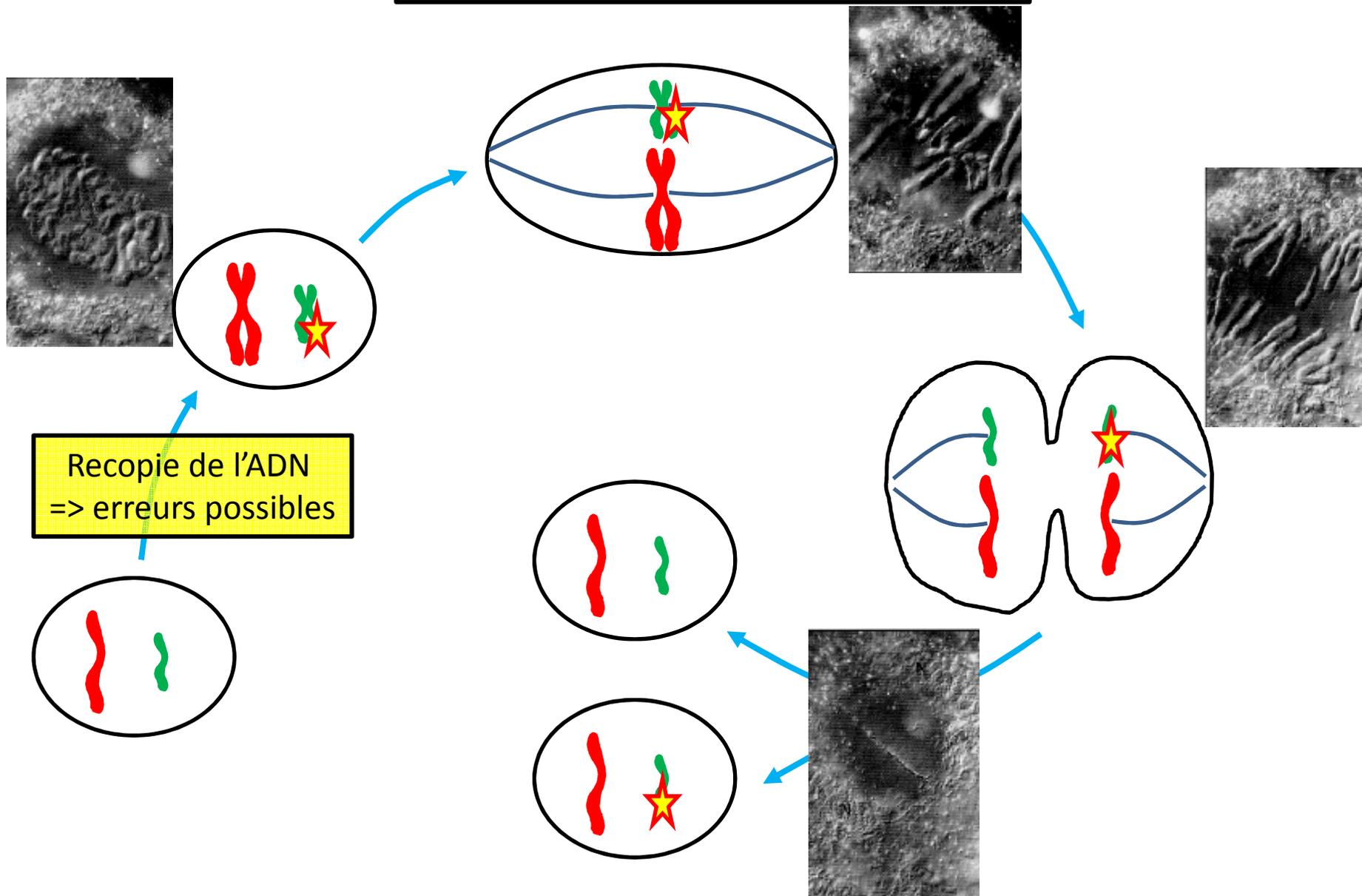
Son ADN divisé en chromosomes

II. Division cellulaire : copie de l'ADN

Division cellulaire



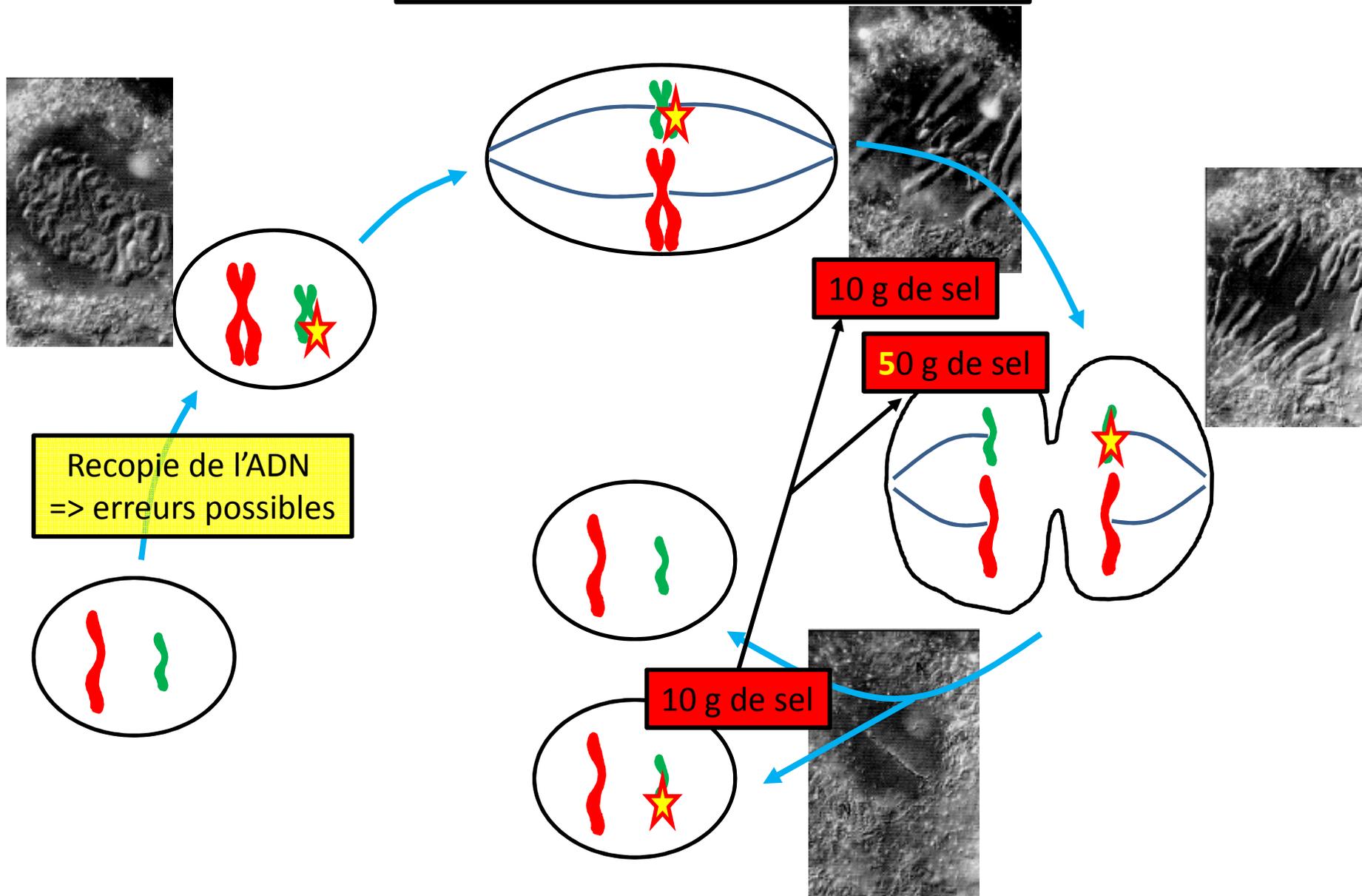
II. Division cellulaire : copie et erreurs



Recopie de l'ADN
=> erreurs possibles

Une erreur de copie est une **MUTATION**

II. Division cellulaire : copie et erreurs



Recopie de l'ADN
=> erreurs possibles

10 g de sel

50 g de sel

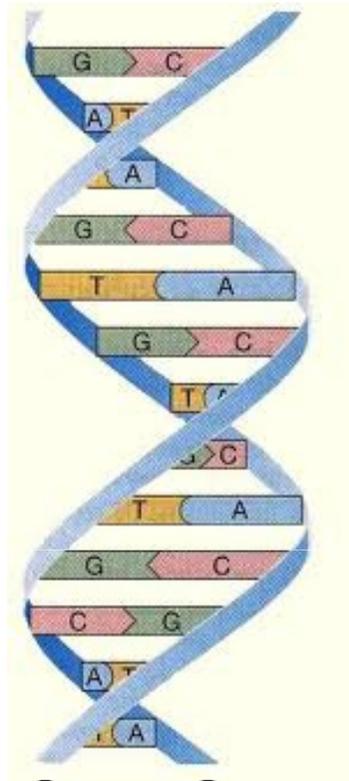
10 g de sel

Une erreur de copie est une **MUTATION**

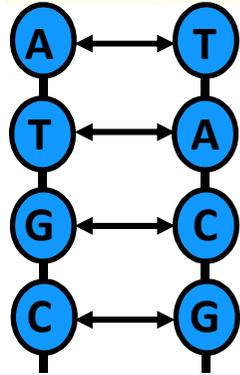
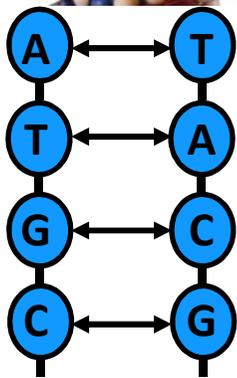
I. l'**ADN** : plan de développement des êtres vivants

II. **Mutation : erreurs** dans l'ADN

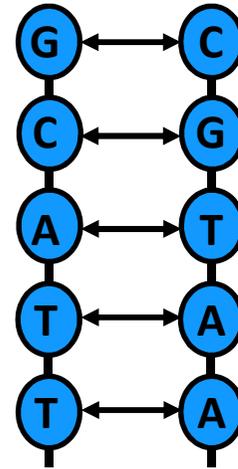
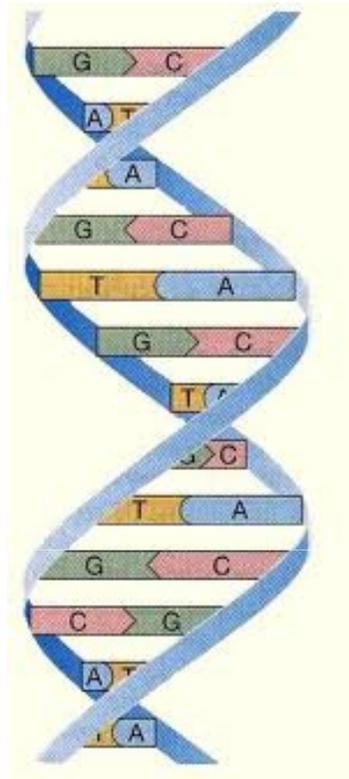
III. l'ADN : une double hélice de 4 «lettres»...



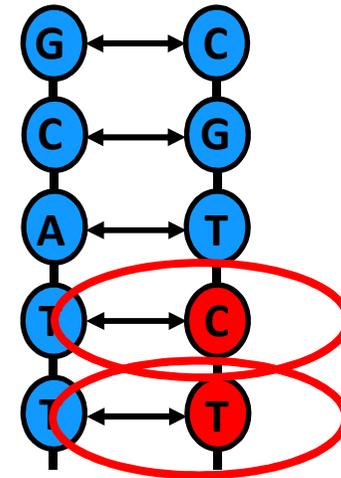
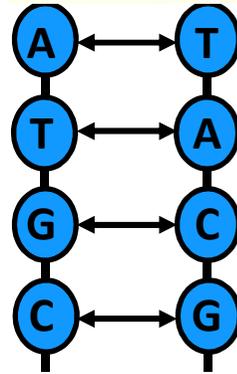
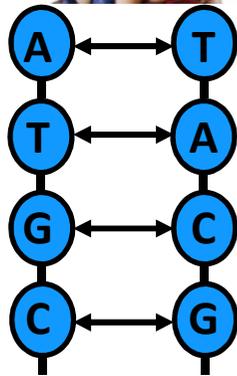
...que l'on peut facilement recopier



III. l'ADN : une double hélice de 4 «lettres»...



...que l'on peut facilement recopier



MUTATION

MUTATION

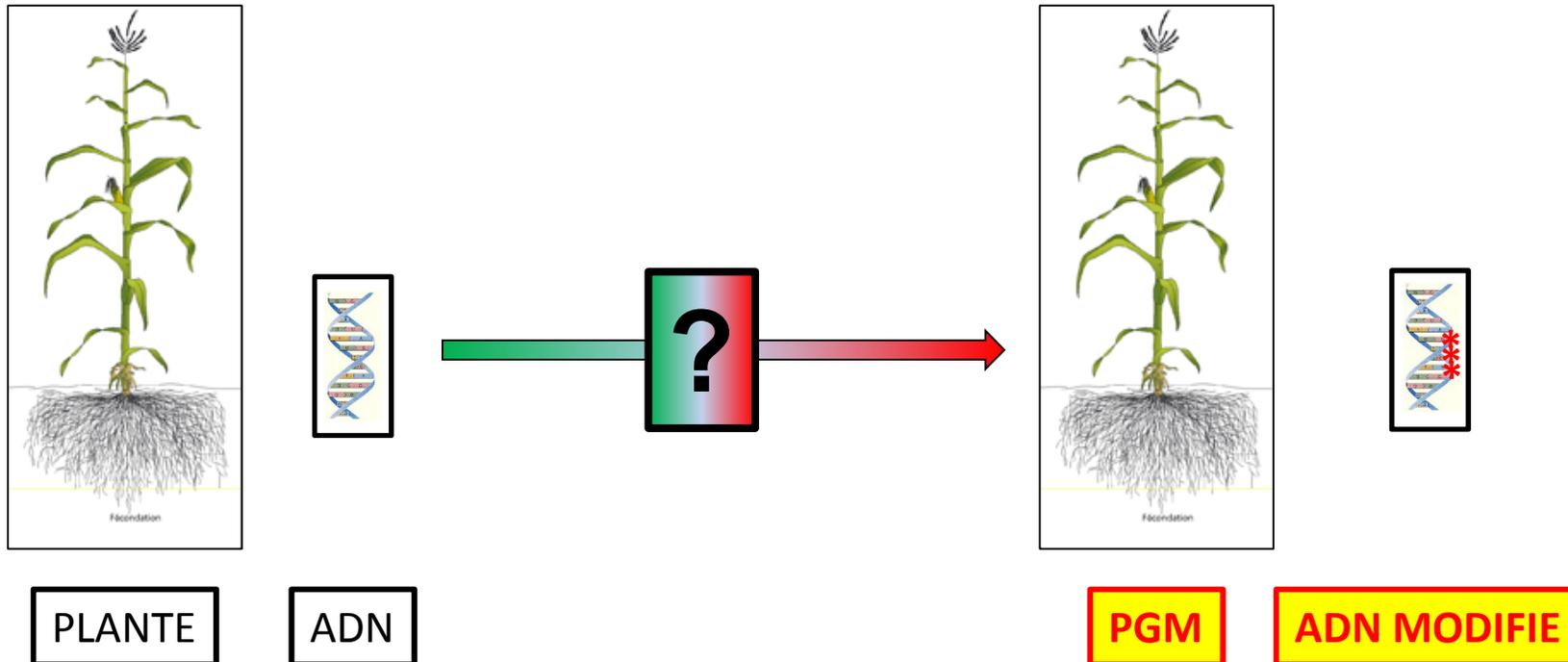
...en faisant parfois des ERREURS = MUTATIONS

I. **l'ADN** : plan de développement des êtres vivants

II. **Mutation : erreurs** dans l'ADN

III. L'ADN : un alphabet composé de **A, T, G** et **C**

IV. ADN et PGM



Définition du Conseil des Communautés Européennes :

un organisme, à l'exception des êtres humains, dont le **matériel génétique a été modifié** d'une manière qui ne s'effectue **pas naturellement par multiplication** et/ou par **recombinaison naturelle**

Définition du biologiste

être vivant (animal, végétal ou micro-organisme) dont l'homme a modifié le patrimoine génétique.

Aux fins de la présente définition:

- a) la modification génétique se fait au moins par l'utilisation des techniques énumérées à l'annexe I A, première partie;
- b) les techniques énumérées à l'annexe I A, deuxième partie, ne sont pas considérées comme entraînant une modification génétique;

ANNEXE IA Première partie

- 1) (...) formation de nouvelles combinaisons de matériel génétique (...) produit de n'importe quelle façon hors d'un organisme (...) incorporation dans un organisme (...) où elles peuvent se multiplier de façon continue;
- 2) (...) incorporation directe dans un organisme de matériel héréditaire préparé à l'extérieur de l'organisme
- 3) (...) fusion cellulaire (...) ou d'hybridation (*aboutissant à*) de nouvelles combinaisons de matériel génétique héréditaire au moyen de méthodes qui ne sont pas mises en oeuvre de façon naturelle.

ANNEXE IA Deuxième partie

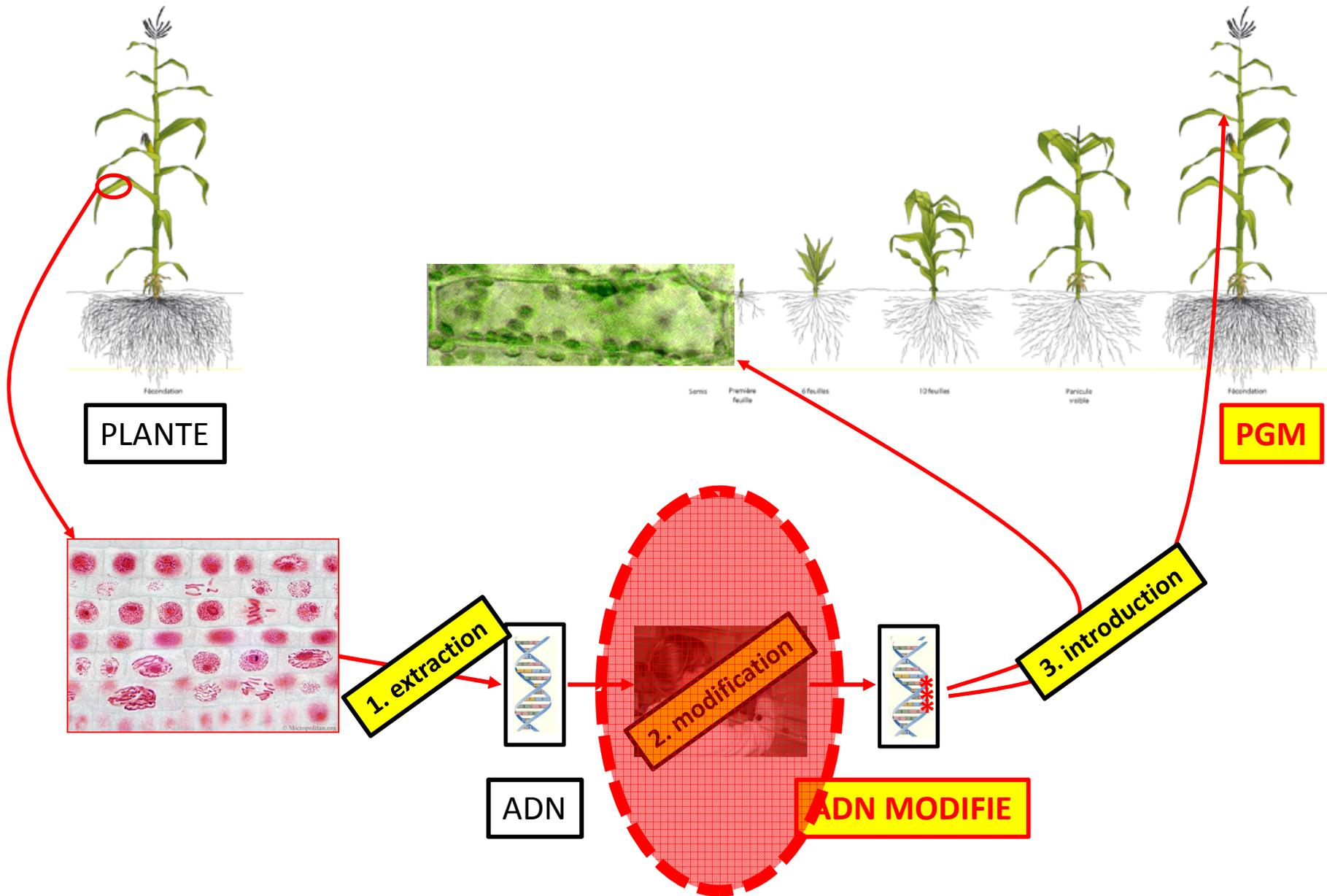
- 1) la fécondation in vitro;
- 2) les processus naturels tels que la conjugaison, la transduction, la transformation, ou
- 3) l'induction polyploïde.

Exemptions

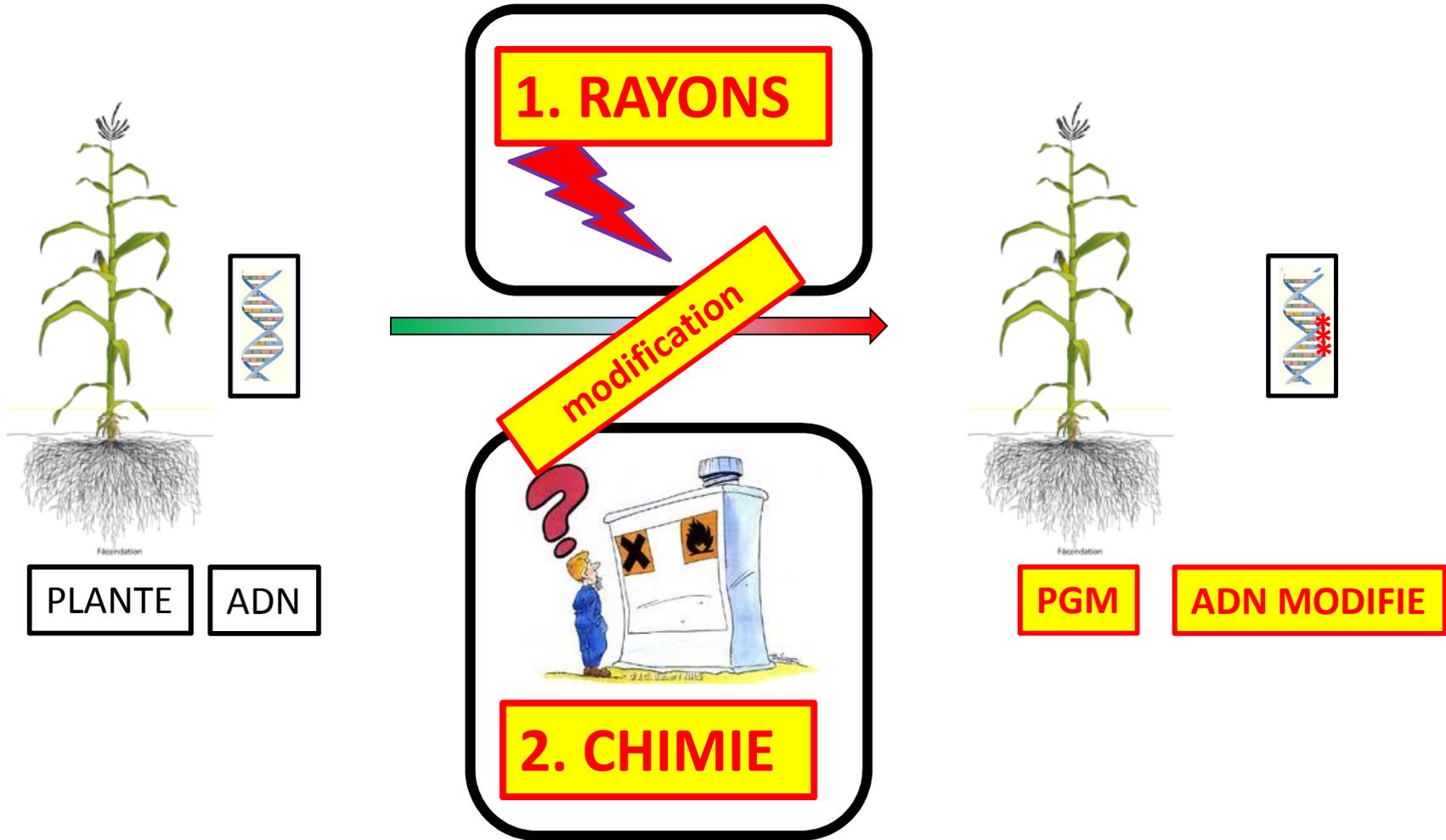
1. La présente directive ne s'applique pas aux organismes obtenus par les techniques de modification génétique énumérées à l'annexe I B.

- 1) la mutagenèse;
- 2) la fusion cellulaire (y compris la fusion de protoplastes) de cellules végétales d'organismes qui peuvent échanger du matériel génétique par des méthodes de sélection traditionnelles.

IV. MODIFICATION (de l'ADN) – acte I



IV. MODIFICATION (de l'ADN) – acte II

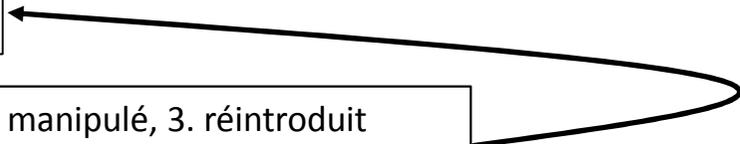


I. **l'ADN** : plan de développement des êtres vivants

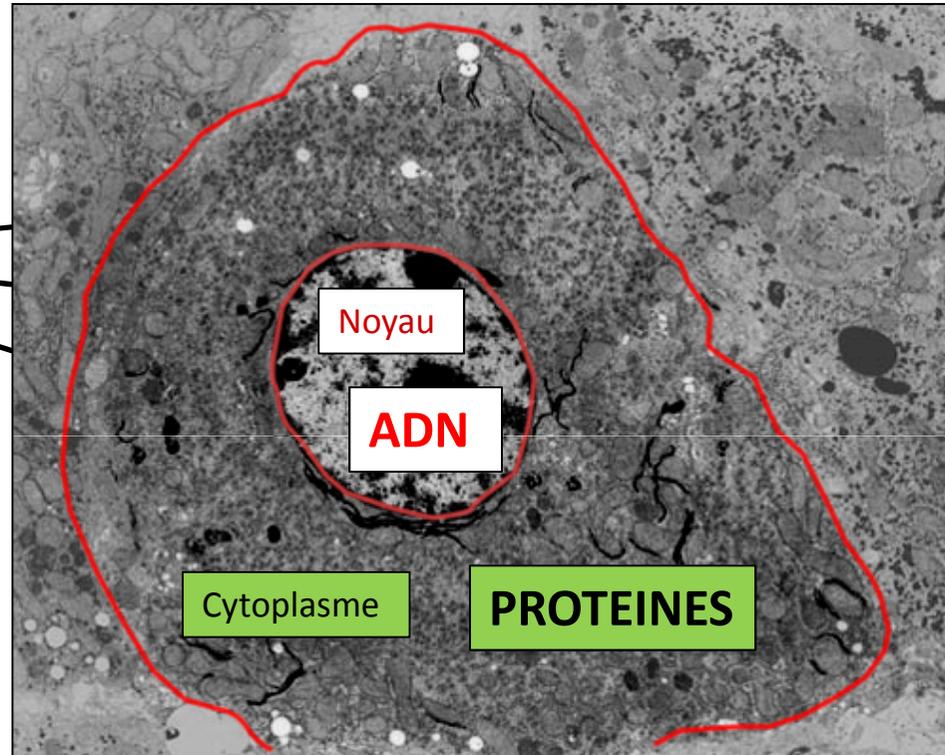
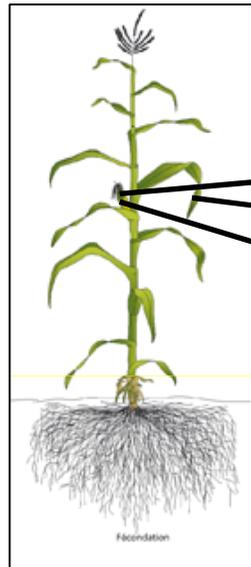
II. **Mutation** : **erreurs** dans l'ADN

III. L'ADN : un alphabet composé de **A, T, G** et **C**

IV. **OGM** : **ADN modifié**

- **L'ADN** est 1. extrait, 2. manipulé, 3. réintroduit
 - **l'organisme** est traité (stress physique ou chimique)
- 

V. Rôle de l'ADN



amidon



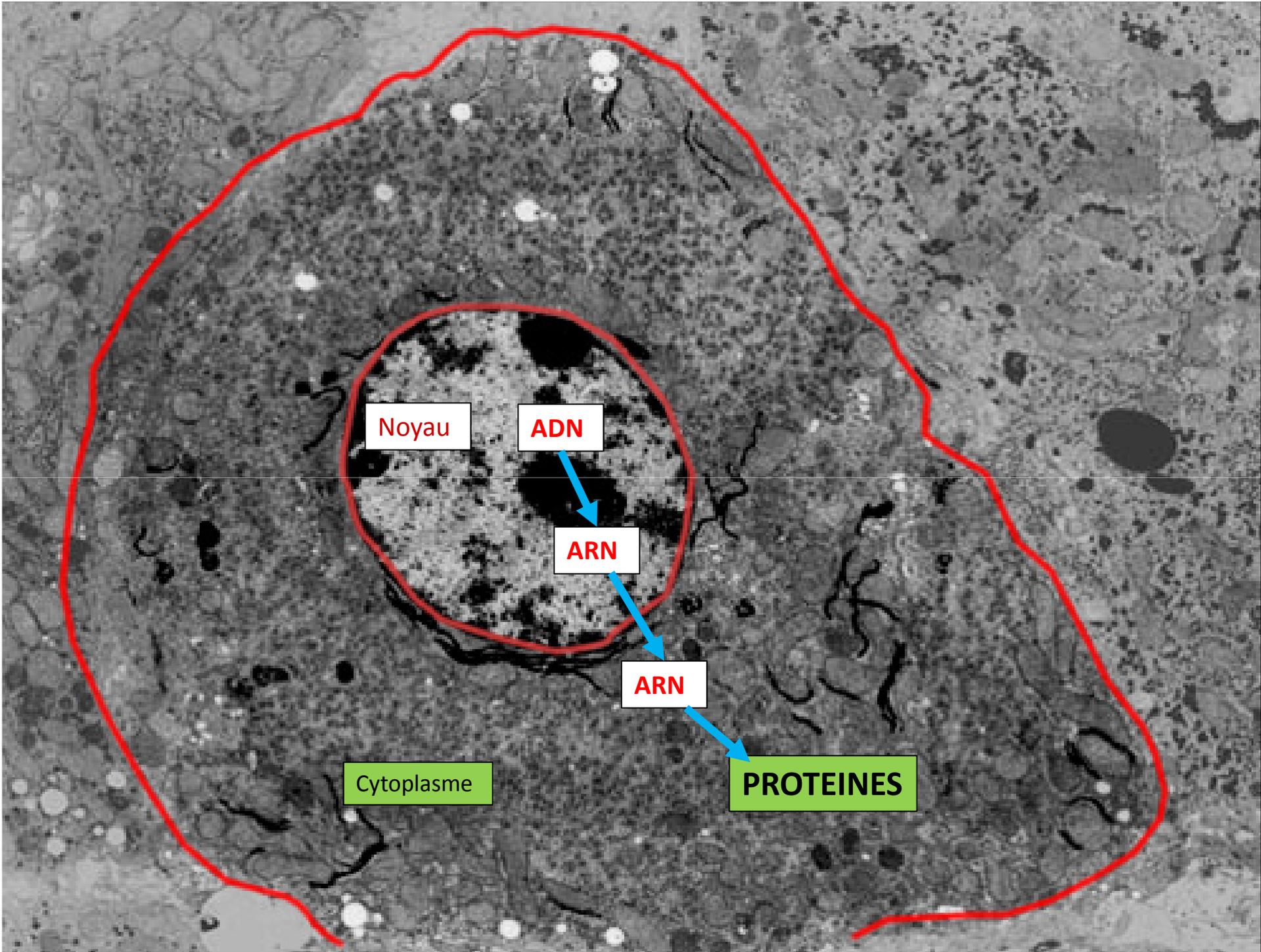
oxygène



lipides

L'ADN (contient l'information qui) sert à synthétiser des **protéines**

L'ARN : un lien entre ADN et protéines



I. l'**ADN** : plan de développement des êtres vivants

II. **Mutation** : erreurs dans l'ADN

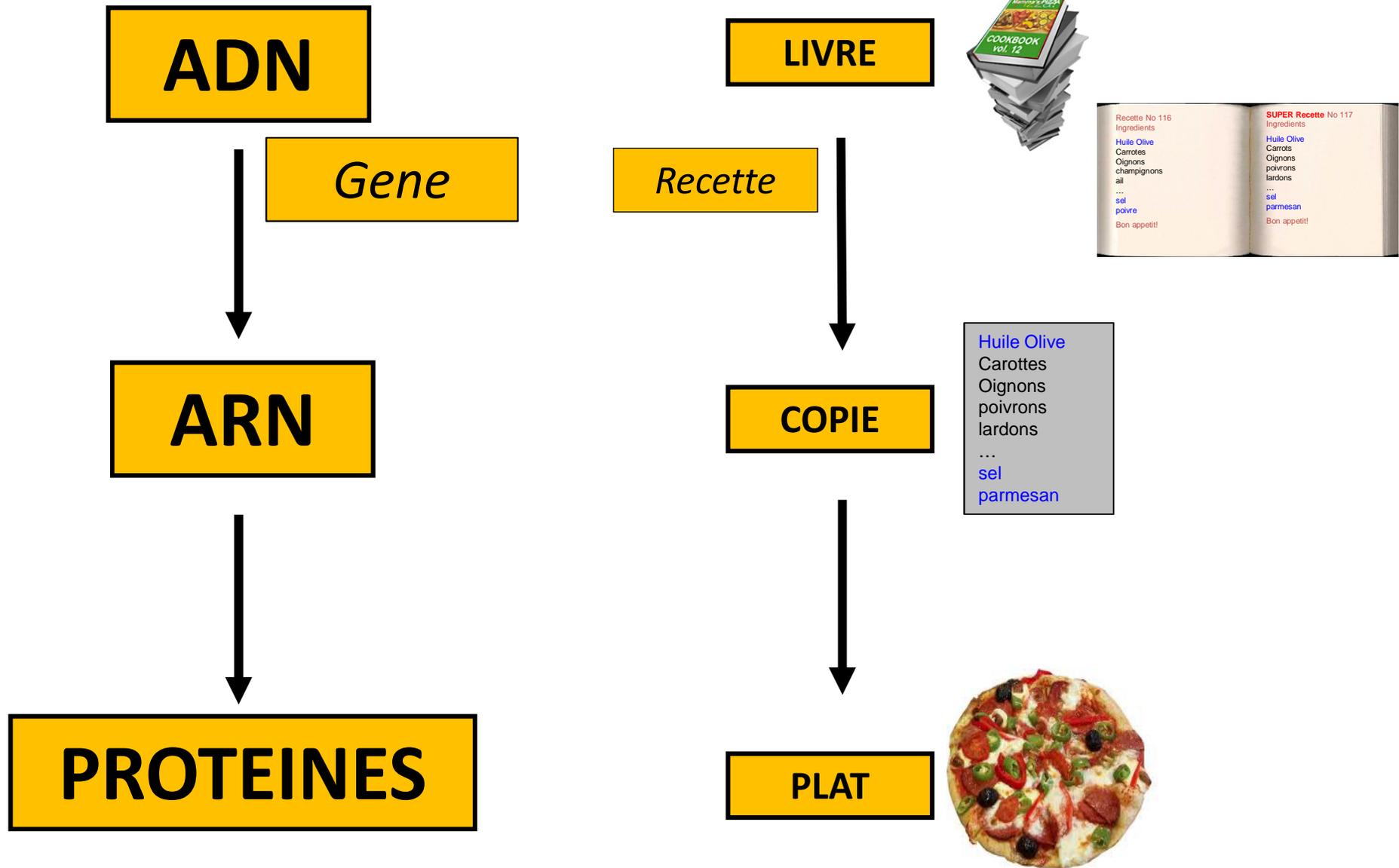
III. L'ADN : un alphabet composé de **A, T, G** et **C**

IV. **OGM : ADN modifié**

- **L'ADN** est 1. extrait, 2. manipulé, 3. réintroduit
- **l'organisme** est traité (stress physique ou chimique)

V. l'**ADN** : copié en **ARN** ; ARN utilisé pour fabriquer les **protéines**

VI. Le dogme de la biologie moléculaire

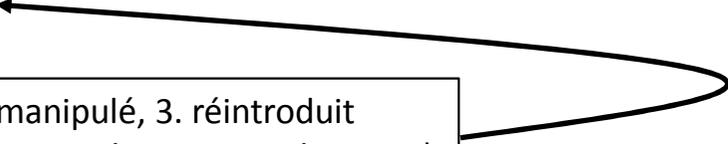


I. **l'ADN** : plan de développement des êtres vivants

II. **Mutation** : erreurs dans l'ADN

III. L'ADN : un alphabet composé de **A, T, G** et **C**

IV. **OGM : ADN modifié**

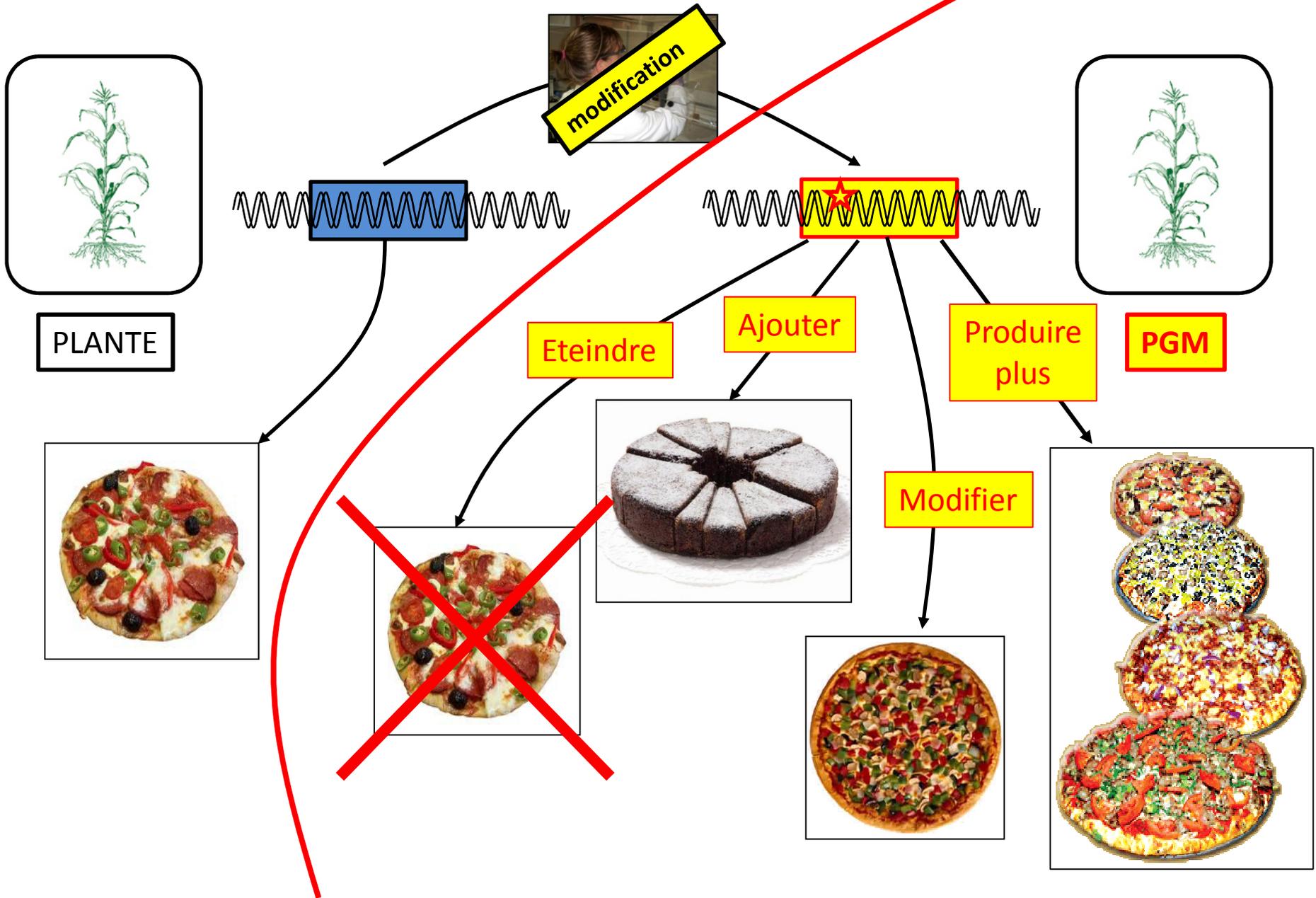
- **L'ADN** est 1. extrait, 2. manipulé, 3. réintroduit
 - **l'organisme** est traité (stress physique ou chimique)
- 

V. **l'ADN** : copié en **ARN** ; ARN utilisé pour fabriquer les **protéines**

VI. Un **GENE** est une région de l'ADN utilisé pour fabriquer une protéine

La **lecture** d'un gène est **contrôlée** (entre autres) par son **promoteur**

VII. MUTAGENESE DE L'ADN



I. **l'ADN** : plan de développement des êtres vivants

II. **Mutation** : **erreurs** dans l'ADN

III. L'ADN : un alphabet composé de **A, T, G** et **C**

IV. **OGM** : **ADN modifié**

- **L'ADN** est 1. extrait, 2. manipulé, 3. réintroduit
 - **l'organisme** est traité (stress physique ou chimique)
- 

V. **l'ADN** : copié en **ARN** ; ARN utilisé pour fabriquer les **protéines**

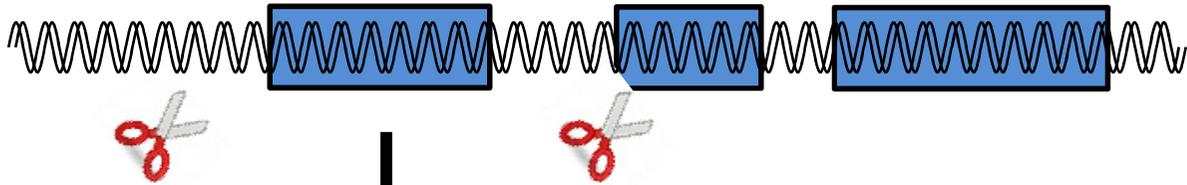
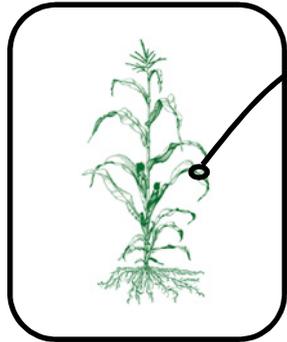
VI. Un **GENE** est une région de l'ADN utilisé pour fabriquer une protéine

La **lecture** d'un gène est **contrôlée** (entre autres) par son **promoteur**

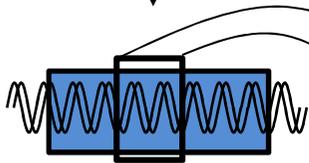
VI. But de la mutagenèse sur les gènes :

- **ajouter**
- **éteindre**
- **modifier**
- **produire plus**

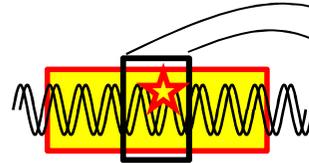
MUTAGENESE DE L'ADN



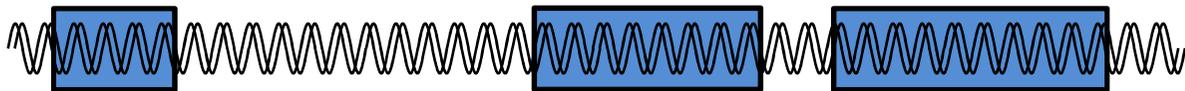
modification



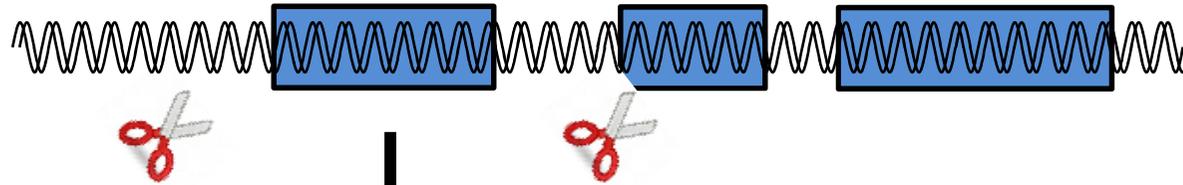
---AATACGGTACGGT---
---TTATGCCATGCCT---



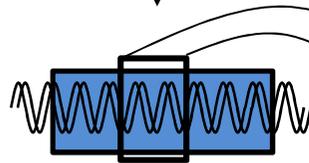
---AATACGGTCCGGT---
---TTATGCCAGCCT---



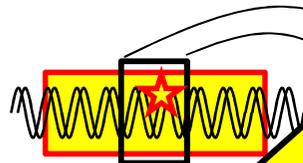
MUTAGENESE DE L'ADN



modification

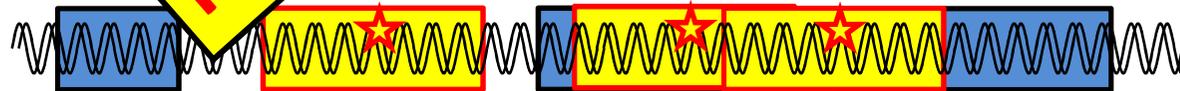


---AATACGGT**A**CGGT---
---TTATGCCA**T**GCCT---

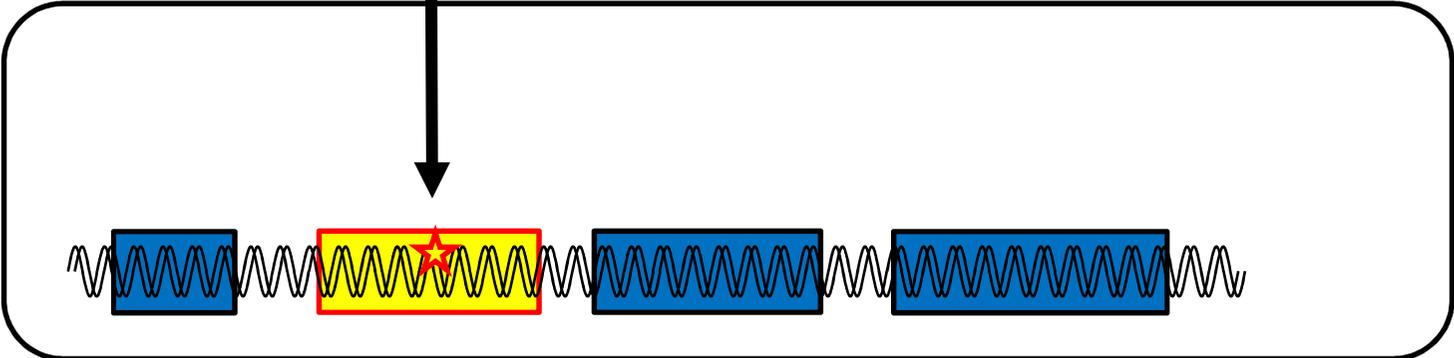
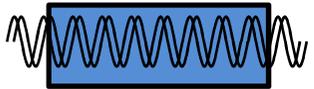
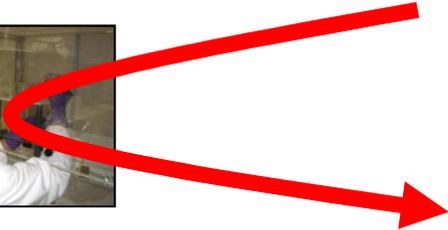
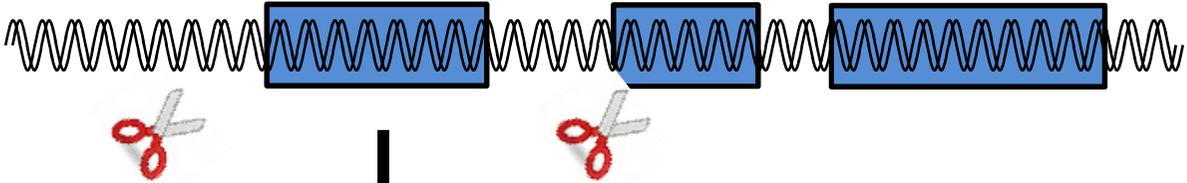
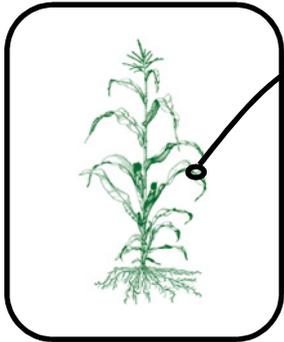


---AATACGGT**C**CGGT---
---TTATGCCA**G**GCCT---

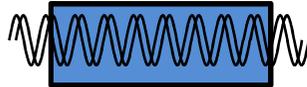
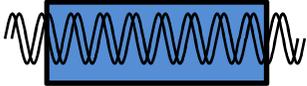
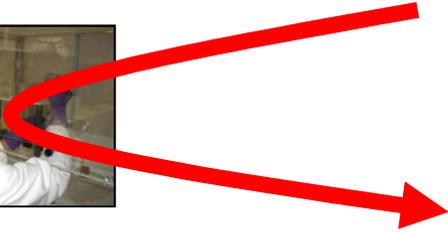
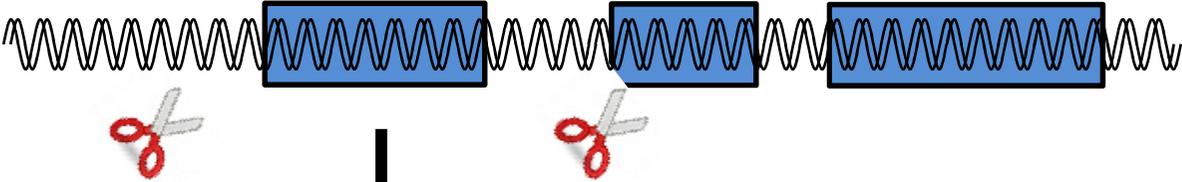
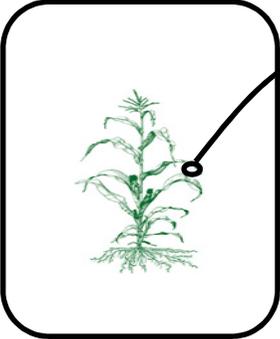
modification



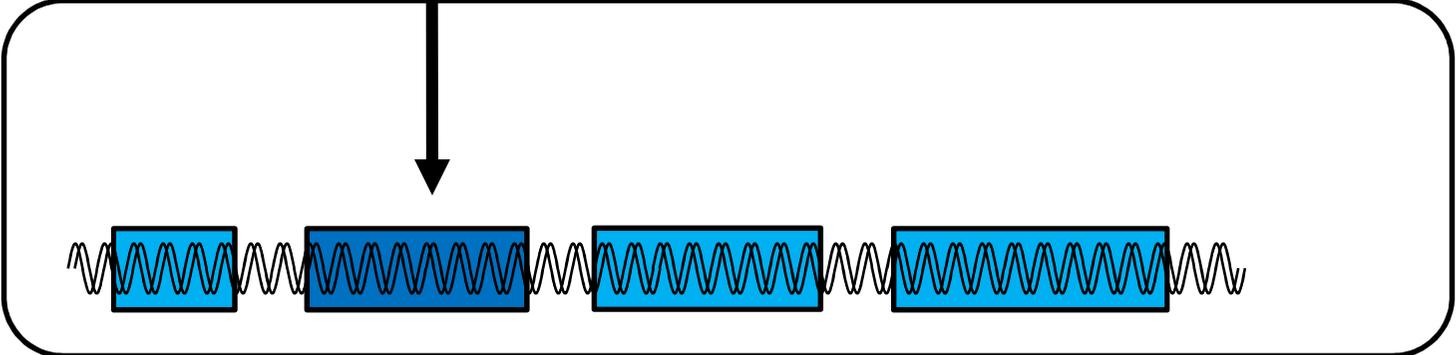
MUTAGENESE



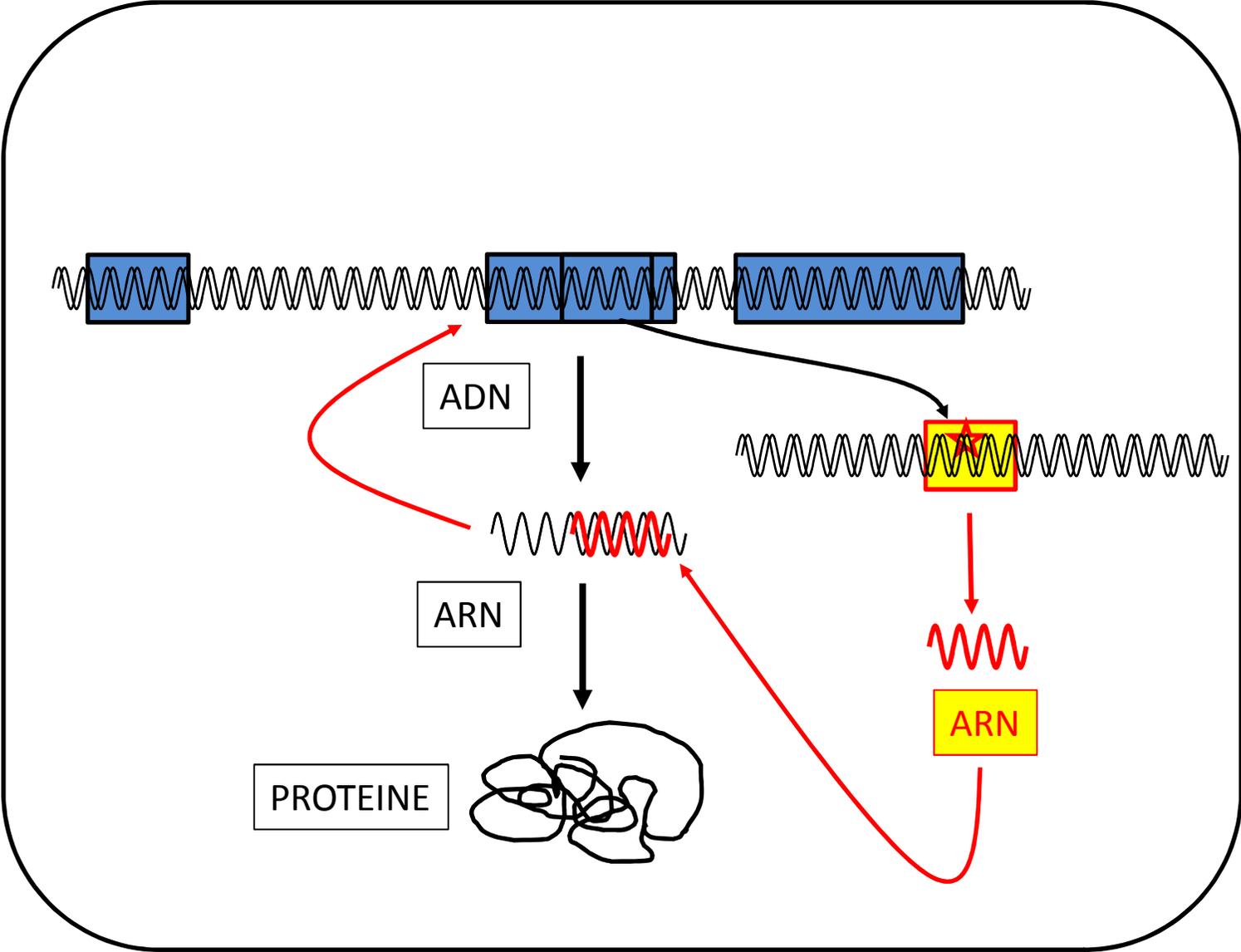
CISGENESE



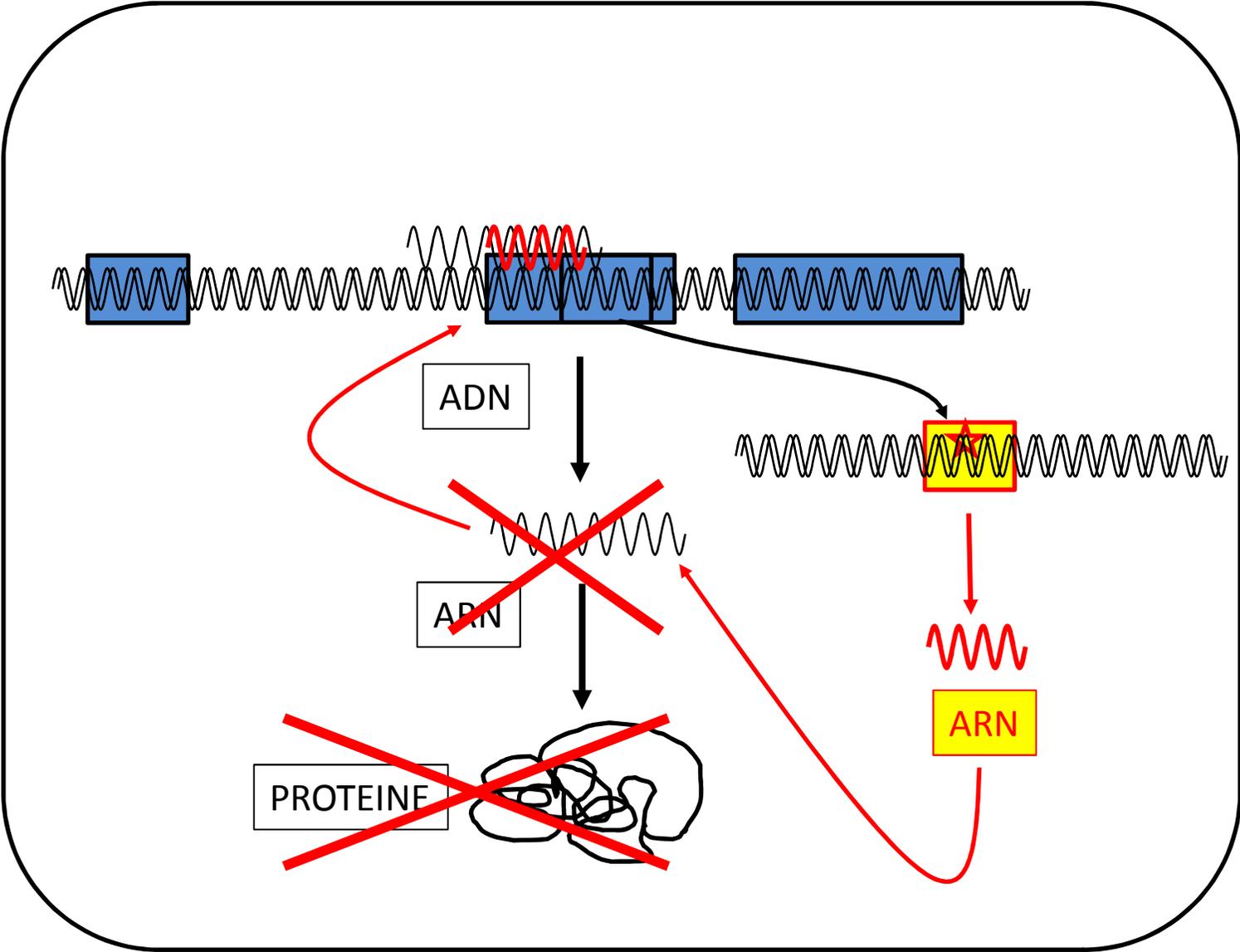
Gene compatible



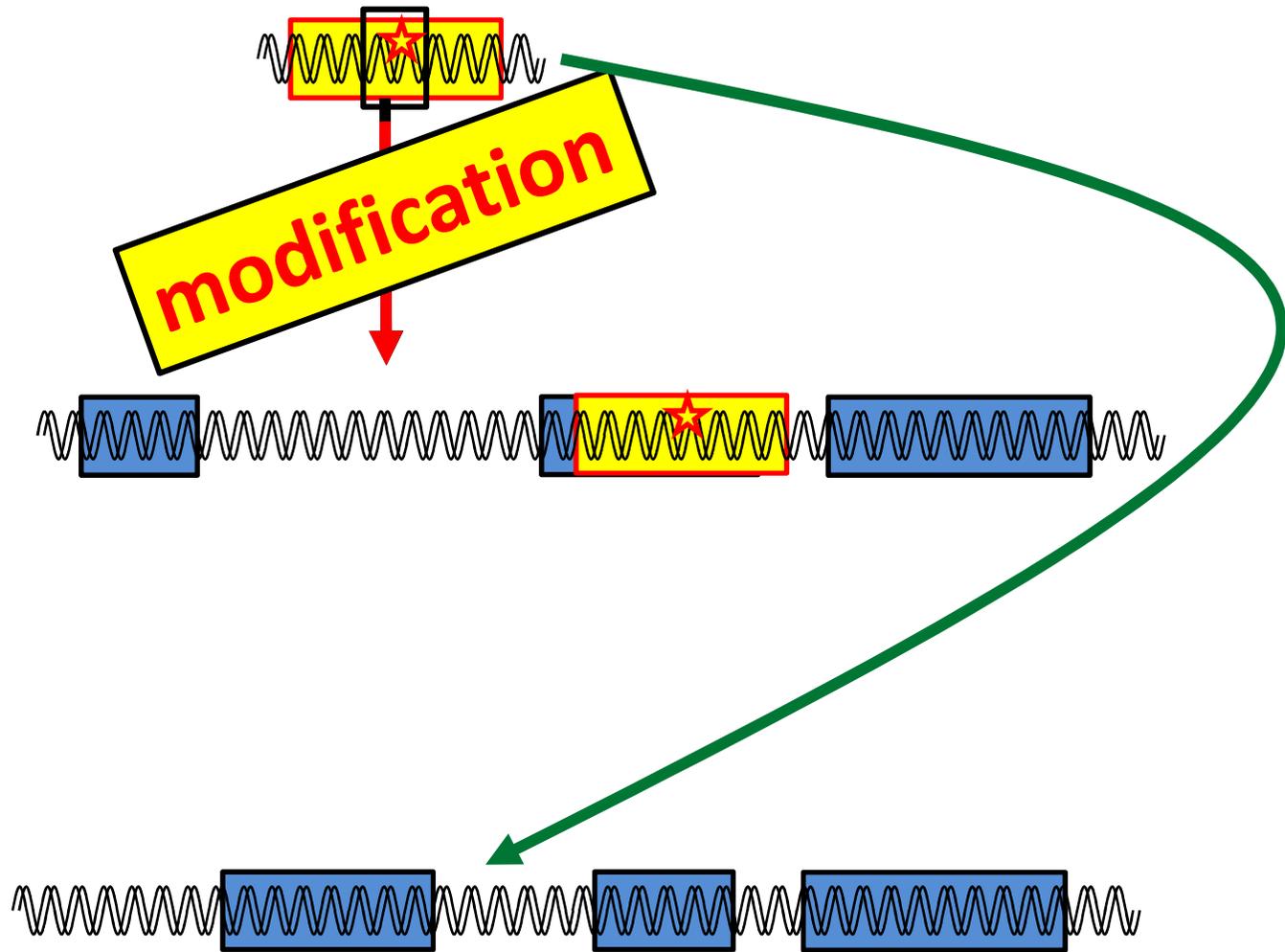
METHYLATION par siARN



METHYLATION par siARN



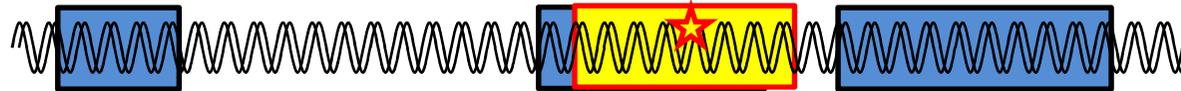
NUCLEASES (introduction «ciblée»)



NUCLEASES (introduction «ciblée»)

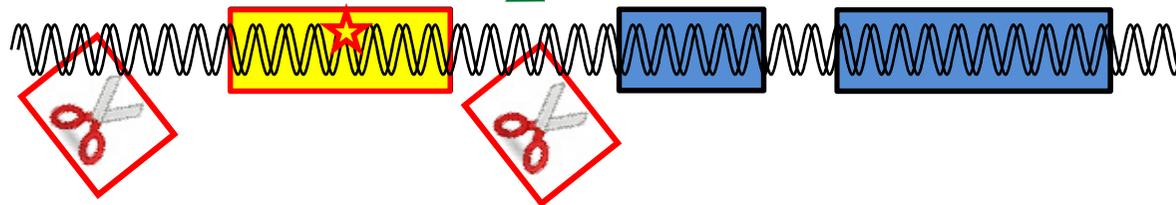


modification

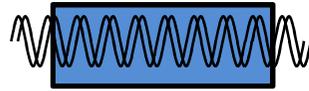
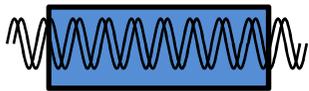
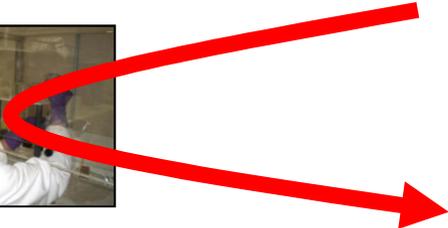
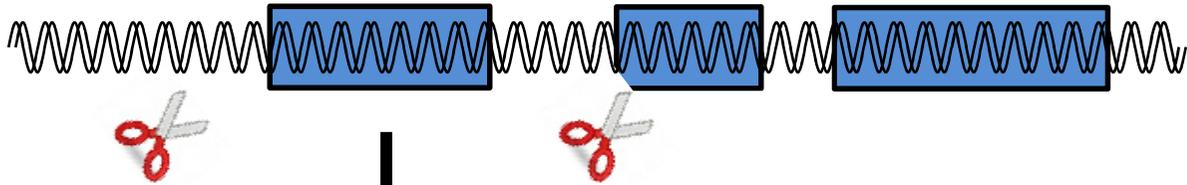
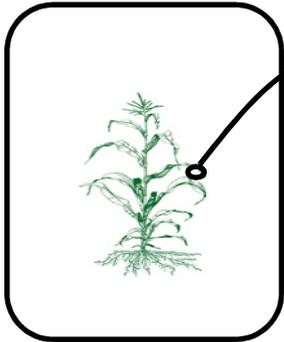


NUCLEASE à DOIGT DE ZINC

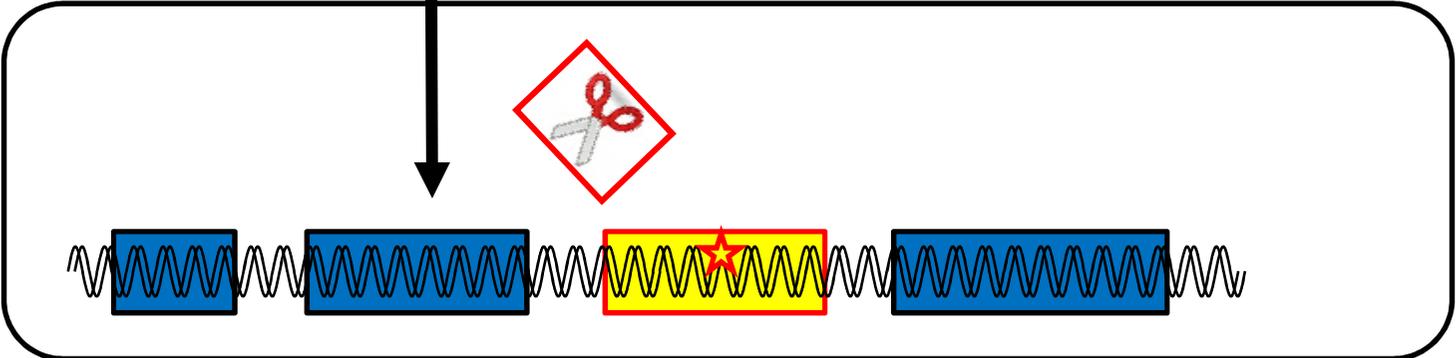
MEGANUCLEASE



CISGENESE

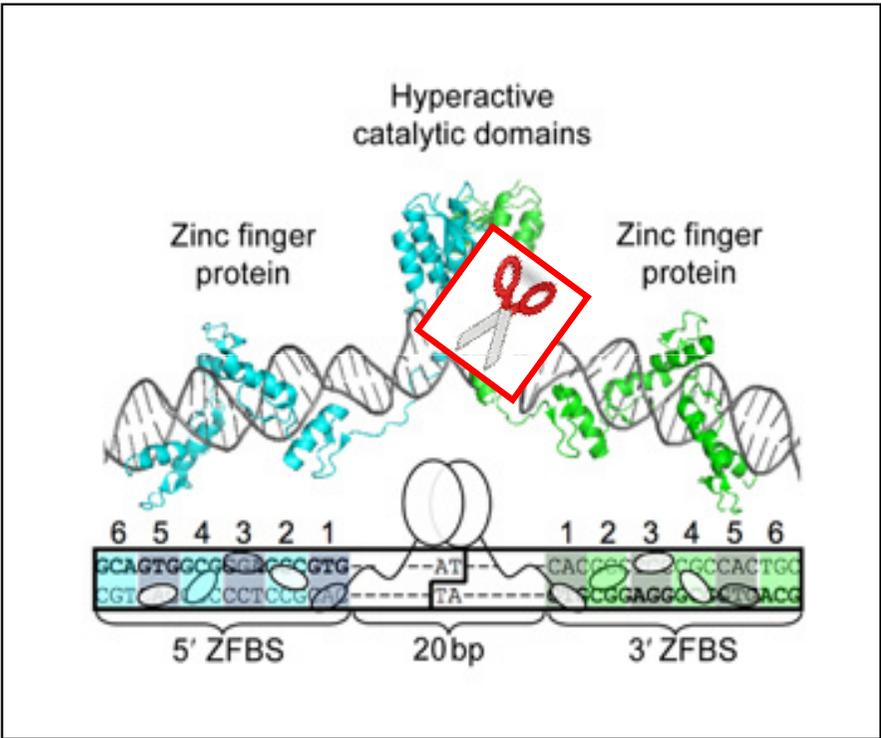


OU

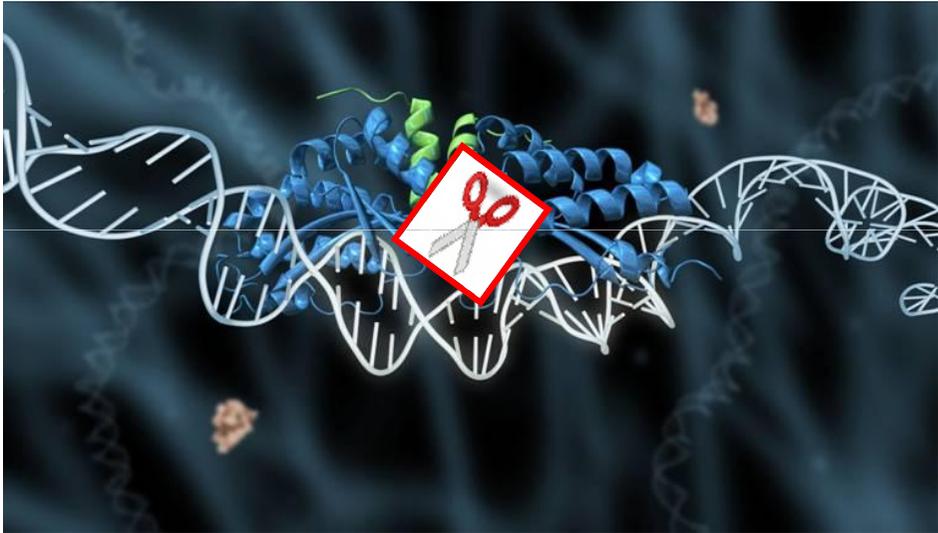


NUCLEASES

meganuclease

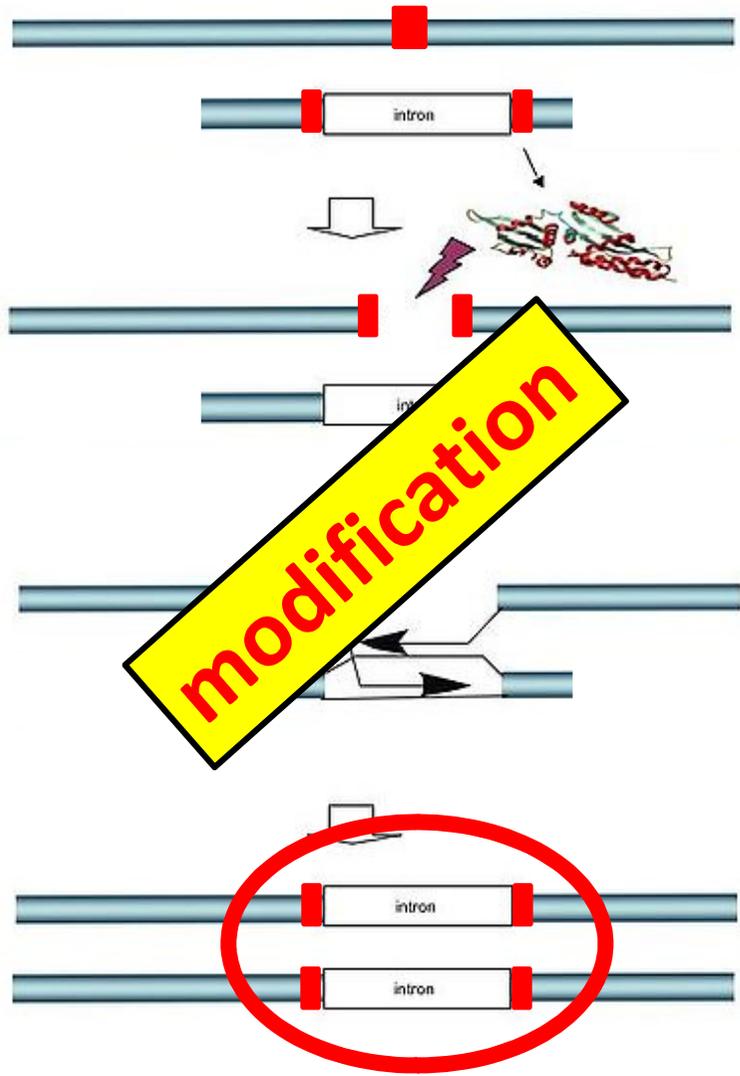


Nuclease à doigt de zinc



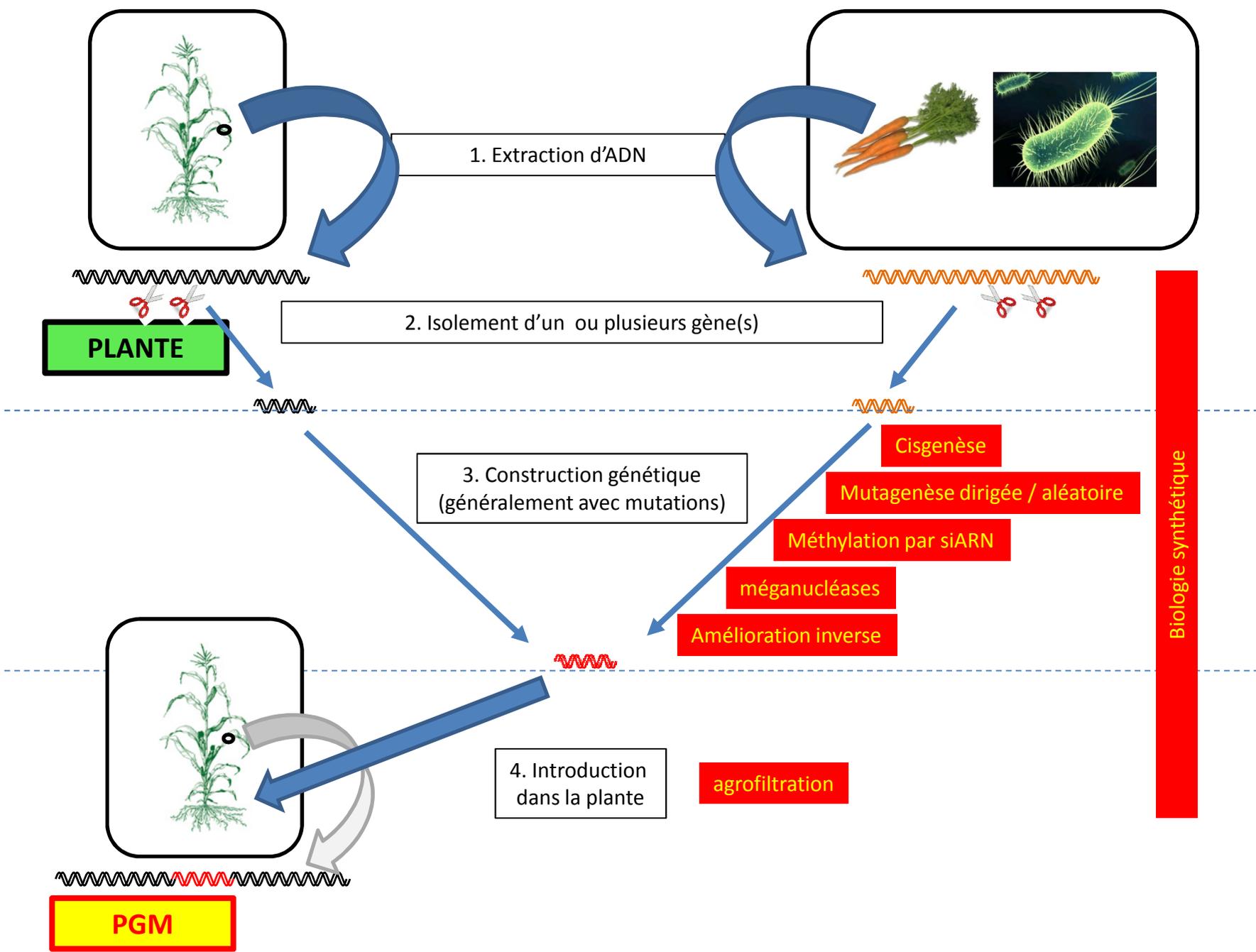
meganuclease

NUCLEASES



Techniques	Nature de la séquence utilisée	Insertion dans le génome ?	Insertion ciblée / aléatoire	Héritabilité	Opinion probable des experts européens
Transgénèse	Transgène (Promoteur + gène d'intérêt issu d'un organisme non compatible sexuellement + terminateur)	Oui	Aléatoire	Oui	OGM déjà acté
Cisgénèse	Cisgène (Promoteur + gène d'intérêt issu d'un organisme compatible sexuellement + terminateur)	Oui	Aléatoire	Oui	OGM mais exclu du champ d'application de la loi
Mutagenèse par oligonucléotides	Oligonucléotides	Oui	Ciblée	Oui	OGM ou non OGM mais exclu du champ d'application de la loi
Méthylation de l'ADN	Transgène	Oui	Aléatoire	Oui	OGM ou non OGM mais exclu du champ d'application de la loi
Amélioration inverse	Mutant "naturel" ou transgène	Oui	Aléatoire	Non	OGM / non OGM

(Nouvelles techniques de manipulation du vivant – Inf'OGM – Octobre 2011)



MUTAGENESE = création de MUTATIONS = changement du code génétique (= de la séquence de l'ADN)

Un GENE est une séquence d'ADN recopiée en ARN qui est utilisé pour synthétiser des PROTEINES

L'ADN doit être recopié à chaque division cellulaire. Copie de l'ADN => risque d'erreurs = **MUTATION**

L'information génétique est UNIVERSELLE (ex. : un gène de poisson peut être décodé par une cellule de plante)

On peut introduire un gène dans un organisme DIFFERENT = **TRANSGENESE**

On peut introduire un gène dans un organisme COMPATIBLE = **CISGENESE**

Un fragment de la séquence d'un gène introduite dans une cellule produit un FRAGMENT de l'ARN de ce gène, ce qui ETEIND l'expression de ce gène : base de la **méthylation de l'ADN par si ARN** (si = silencieux)

Réparation de l'ADN par coupure grâce aux **MEGANUCLEASES et NUCLEASES A DOIGT DE ZINC** = ciseaux à ADN «PRECIS»

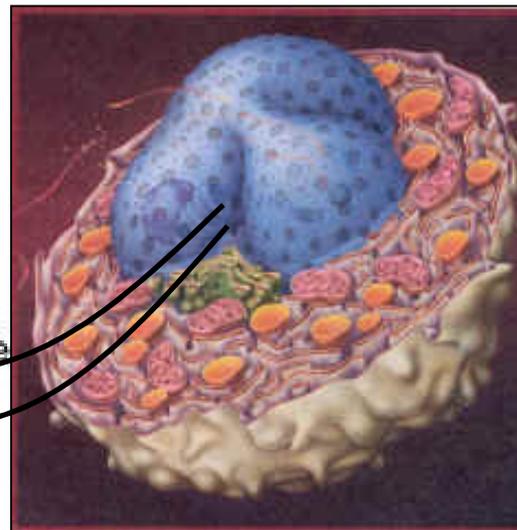
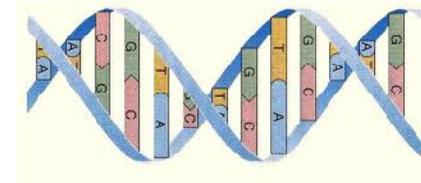
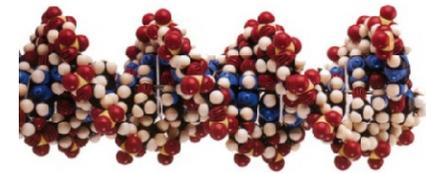
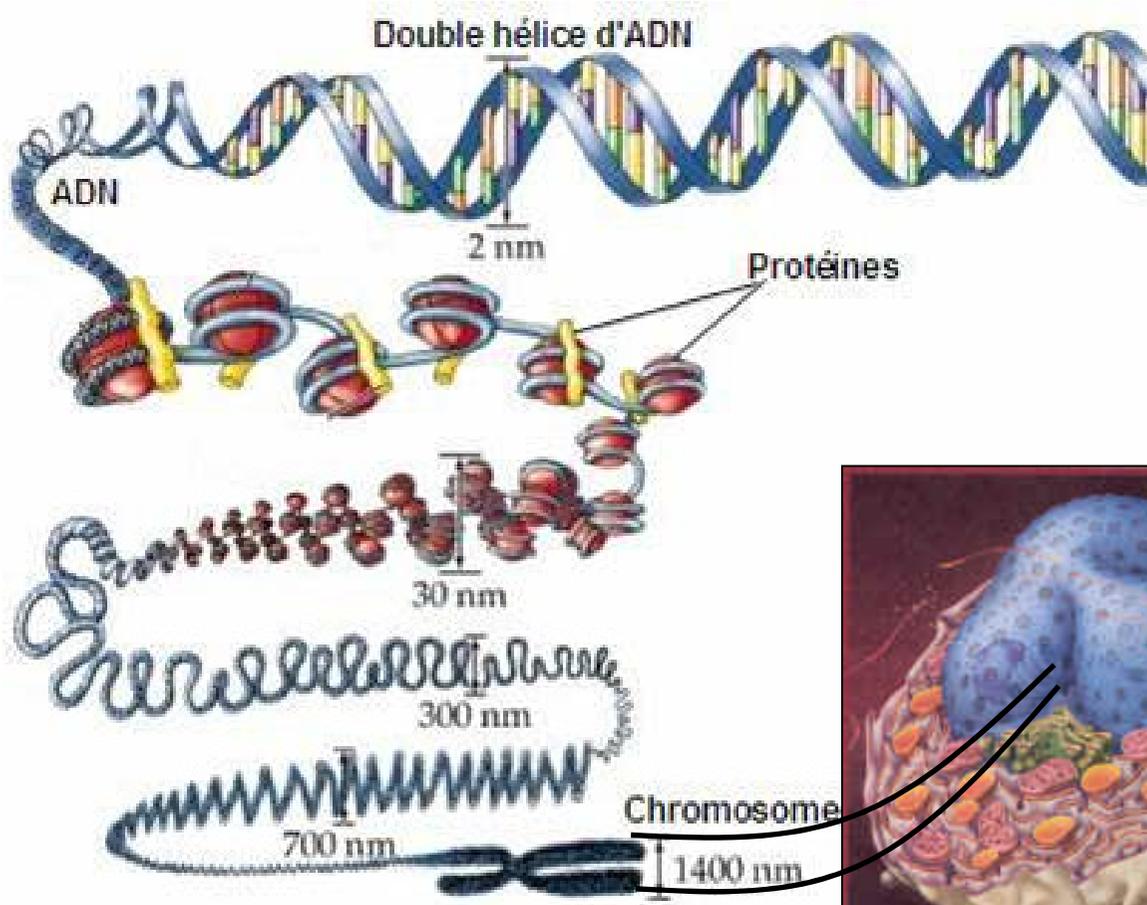
On peut introduire une construction génétique dans le génome d'Agrobacterium tumefaciens qui infecte une plante : Base de l'**AGROFILTRATION** (méthode d'INTRODUCTION de gènes dans une plante)

les substances produites peuvent circuler dans toute la plante => passage du **porte greffe à la greffe**

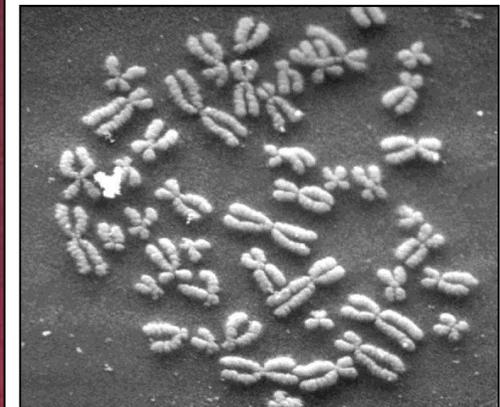
Techniques	Nature de la séquence utilisée	Insertion dans le génome ?	Insertion ciblée / aléatoire	Héritabilité	Opinion probable des experts européens
Transgénèse	Transgène (Promoteur + gène d'intérêt issu d'un organisme non compatible sexuellement + terminateur)	Oui	Aléatoire	Oui	OGM déjà acté
Cisgénèse	Cisgène (Promoteur + gène d'intérêt issu d'un organisme compatible sexuellement + terminateur)	Oui	Aléatoire	Oui	OGM mais exclu du champ d'application de la loi
Mutagenèse par oligonucléotides	Oligonucléotides	Oui	Ciblée	Oui	OGM ou non OGM mais exclu du champ d'application de la loi
Mutagenèse par Méganucléase	Oligonucléotides	Oui	Ciblée	Oui	
Mutagenèse par nucléase à doigt de zinc	Oligonucléotides ou gène complet	Oui	Ciblée	Oui	OGM mais exclu du champ d'application de la loi (sauf si un gène complet est inséré)
Méthylation de l'ADN	Transgène	Oui	Aléatoire	Oui	OGM ou non OGM mais exclu du champ d'application de la loi
Greffe (porte greffe GM)	Transgène / cisgène	Oui	Aléatoire	Non	Plante GM / Fruits, semences non GM (si greffon non GM)
Greffe (greffon GM)	Transgène / cisgène	Oui	Aléatoire	Oui	Plante GM
Agro-infiltration	Transgène dans une construction indépendante du génome	Non (sauf si ADN viral + transgène)	Pas d'insertion	Non	OGM / non OGM
Amélioration inverse	Mutant "naturel" ou transgène	Oui	Aléatoire	Non	OGM / non OGM

(Nouvelles techniques de manipulation du vivant – Inf'OGM – Octobre 2011)

I. l'ADN : une longue molécule en forme d'hélice...



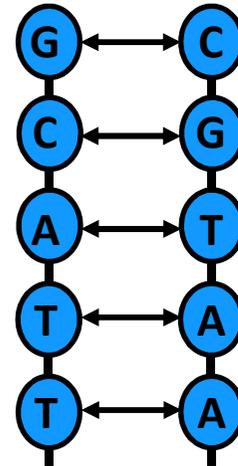
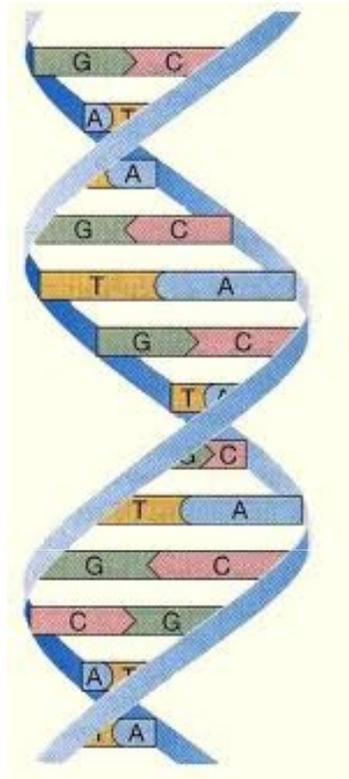
Une cellule...



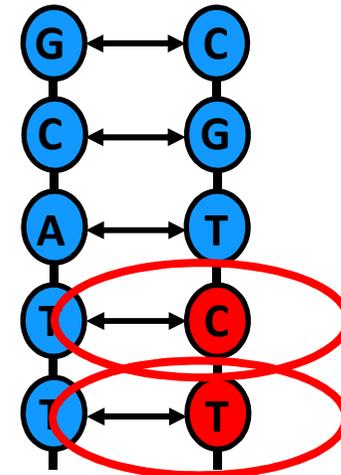
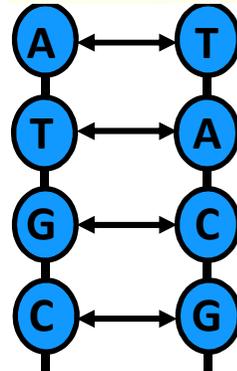
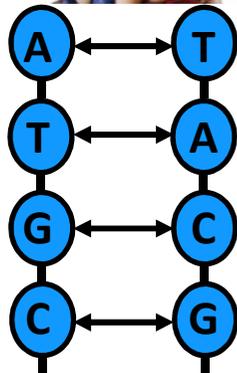
... et ses chromosomes

... divisée en chromosomes

III. l'ADN : une double hélice de 4 «lettres»...



...que l'on peut facilement recopier

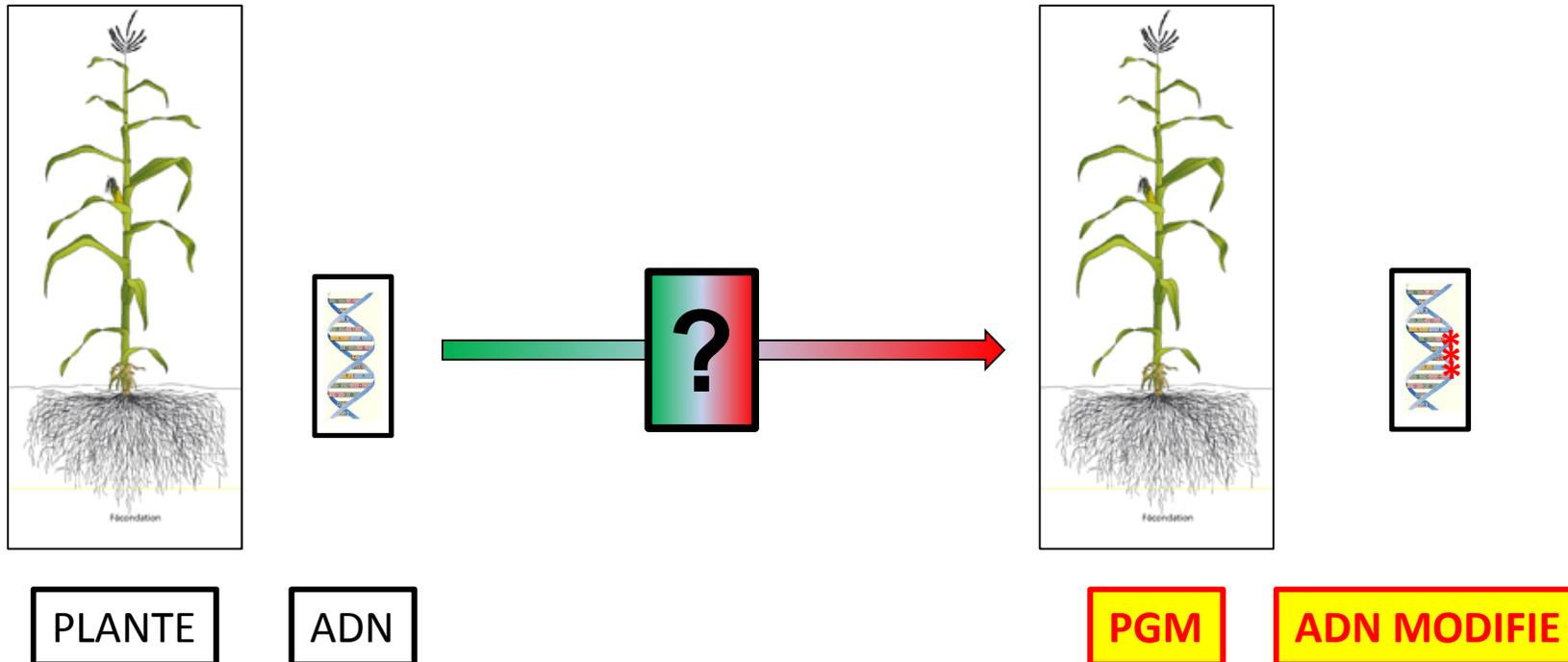


MUTATION

MUTATION

...en faisant parfois des ERREURS = MUTATIONS

IV. ADN et PGM



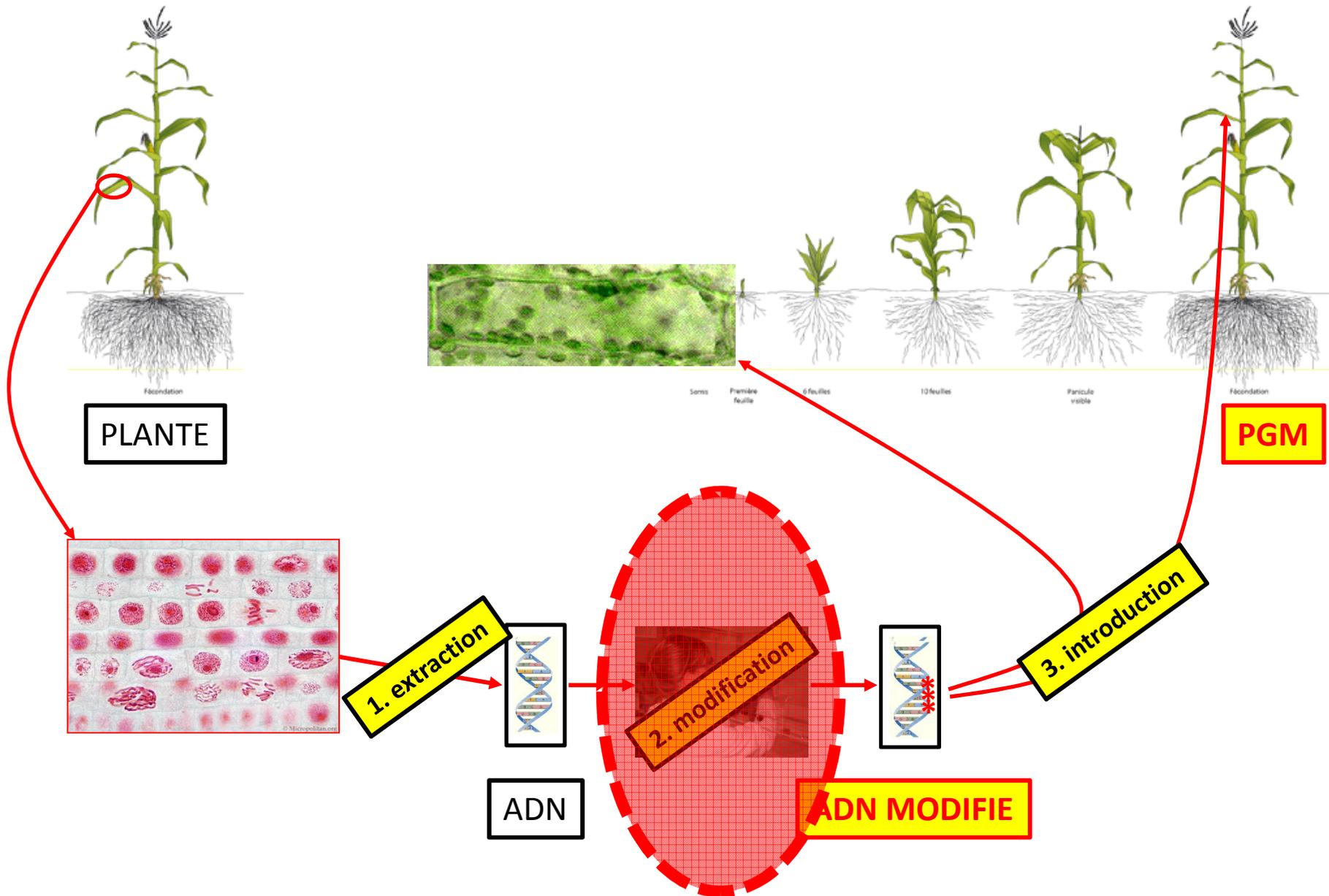
Définition du Conseil des Communautés Européennes :

un organisme, à l'exception des êtres humains, dont le **matériel génétique a été modifié** d'une manière qui ne s'effectue **pas naturellement par multiplication** et/ou par **recombinaison naturelle**

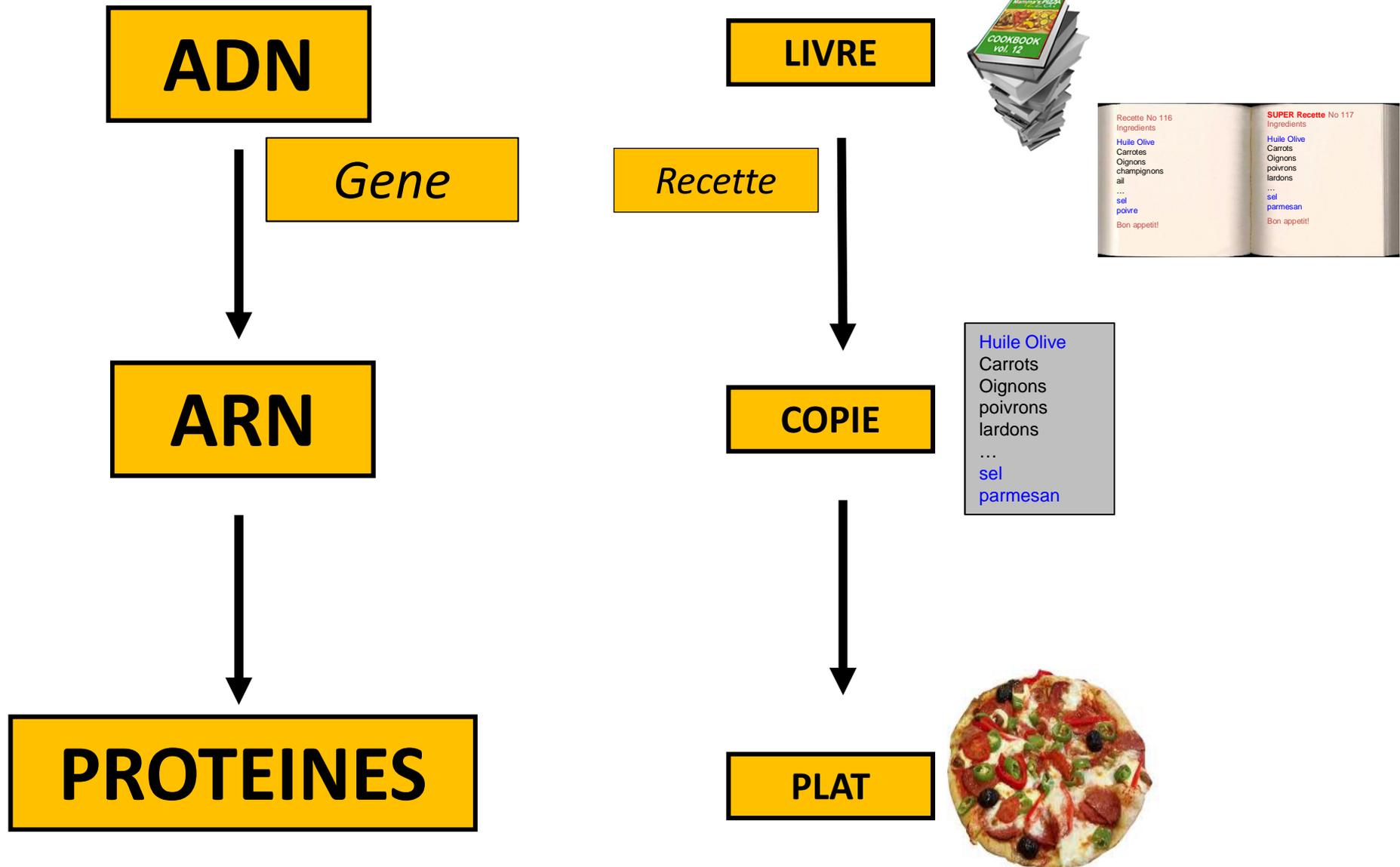
Définition du biologiste

être vivant (animal, végétal ou micro-organisme) dont l'homme a modifié le patrimoine génétique.

IV. MODIFICATION (de l'ADN) – acte I



VI. Le dogme de la biologie moléculaire



I. l'**ADN** : plan de développement des êtres vivants

II. **Mutation** : **erreurs** dans l'ADN

III. L'ADN : un alphabet composé de **A, T, G** et **C**

IV. **OGM** : **ADN modifié**

- **L'ADN** est 1. extrait, 2. manipulé, 3. réintroduit
 - **l'organisme** est traité (stress physique ou chimique)
- 

V. l'**ADN** : copié en **ARN** ; ARN utilisé pour fabriquer les **protéines**

VI. Un **GENE** est une région de l'ADN utilisé pour fabriquer une protéine

La **lecture** d'un gène est **contrôlée** (entre autres) par son **promoteur**

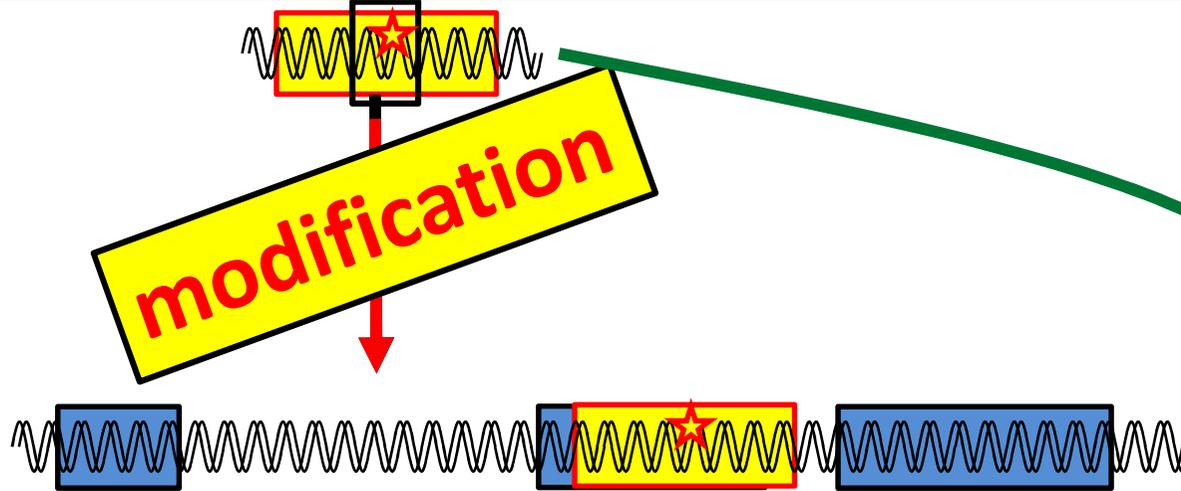
VI. But de la mutagenèse sur les gènes :

- **ajouter**
- **éteindre**
- **modifier**
- **produire plus**

INTRODUCTION «CIBLEE»

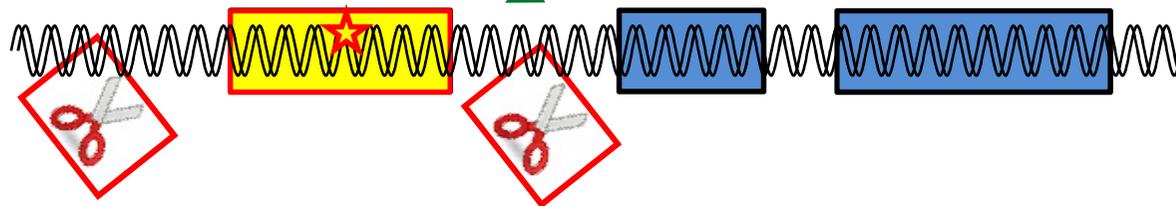


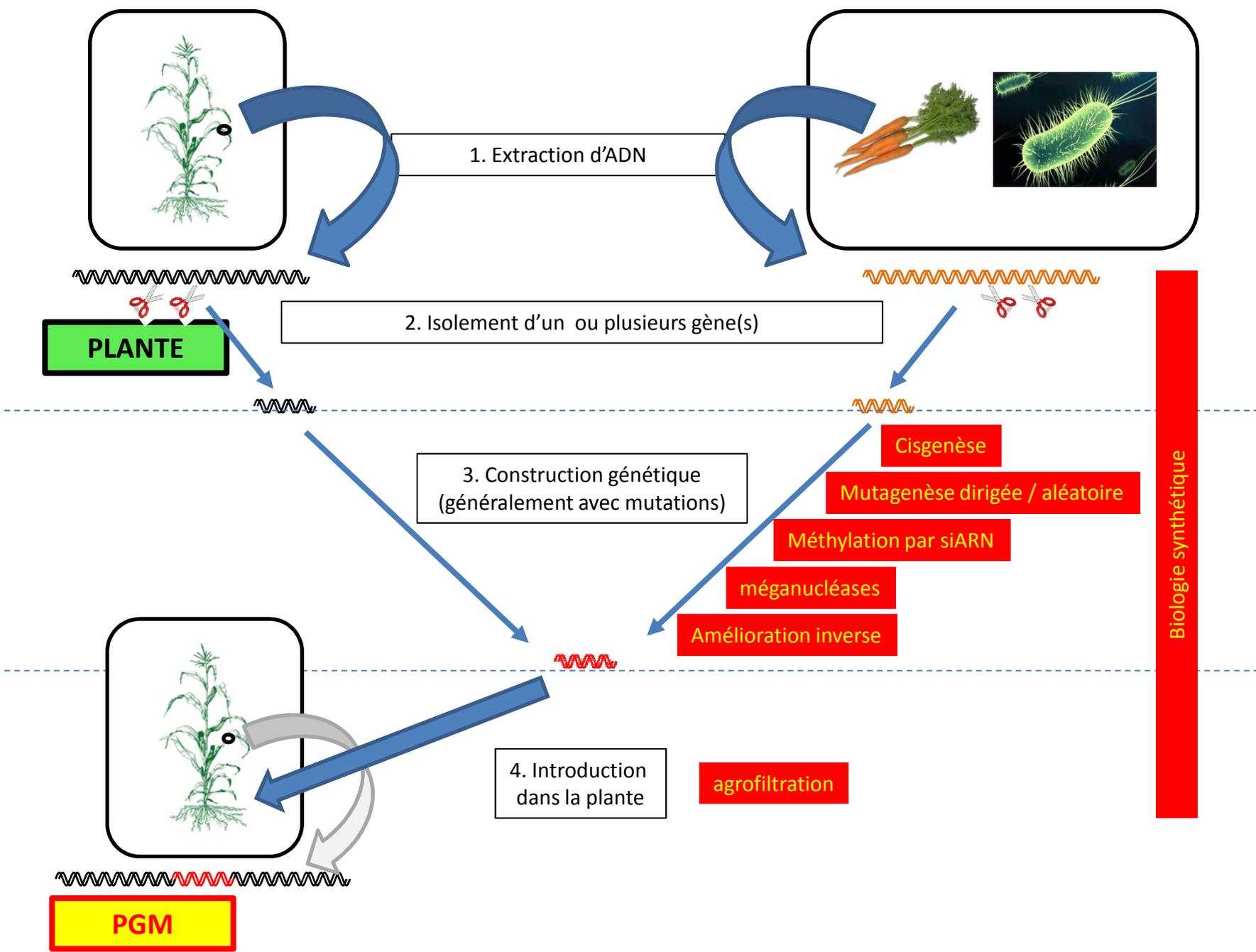
modification



NUCLEASE à DOIGT DE ZINC

MEGANUCLEASE





MUTAGENESE = création de MUTATIONS = changement du code génétique (= de la séquence de l'ADN)

Un GENE est une séquence d'ADN recopiée en ARN qui est utilisé pour synthétiser des PROTEINES

L'ADN doit être recopié à chaque division cellulaire. Copie de l'ADN => risque d'erreurs = **MUTATION**

L'information génétique est UNIVERSELLE (ex. : un gène de poisson peut être décodé par une cellule de plante)

On peut introduire un gène dans un organisme DIFFERENT = **TRANSGENESE**

On peut introduire un gène dans un organisme COMPATIBLE = **CISGENESE**

Un fragment de la séquence d'un gène introduite dans une cellule produit un FRAGMENT de l'ARN de ce gène, ce qui ETEIND l'expression de ce gène : base de la **méthylation de l'ADN par si ARN** (si = silencieux)

Réparation de l'ADN par coupure grâce aux **MEGANUCLEASES et NUCLEASES A DOIGT DE ZINC** = ciseaux à ADN «PRECIS»

On peut introduire une construction génétique dans le génome d'Agrobacterium tumefaciens qui infecte une plante : Base de l'**AGROFILTRATION** (méthode d'INTRODUCTION de gènes dans une plante)

les substances produites peuvent circuler dans toute la plante => passage du **porte greffe à la greffe**