
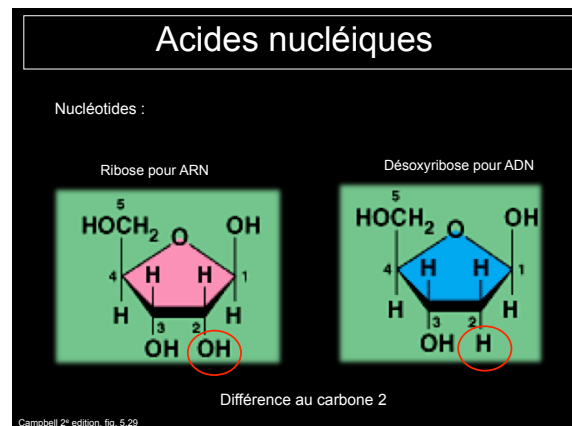
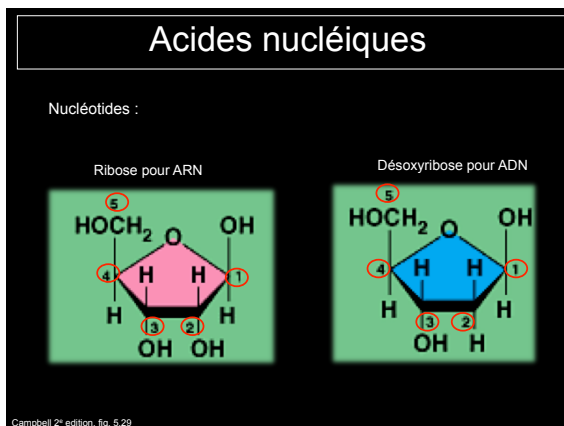
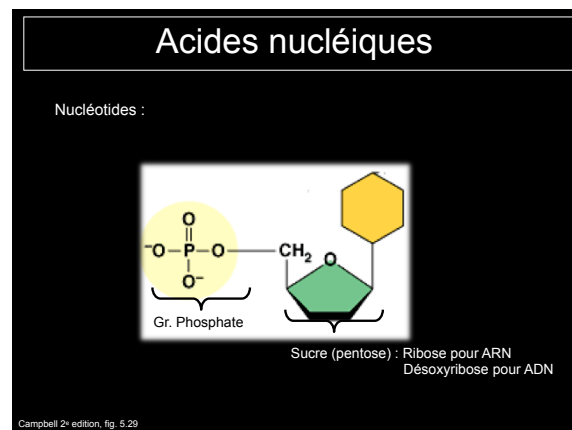
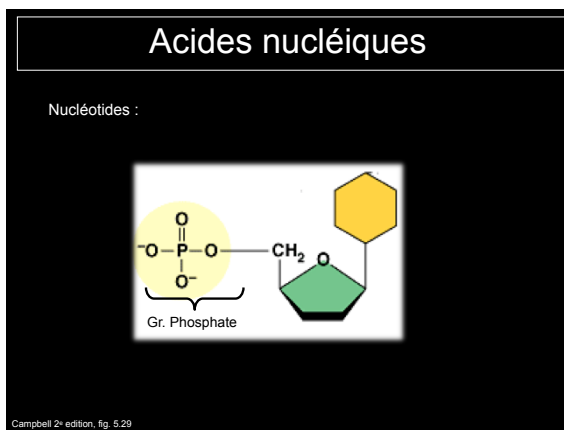
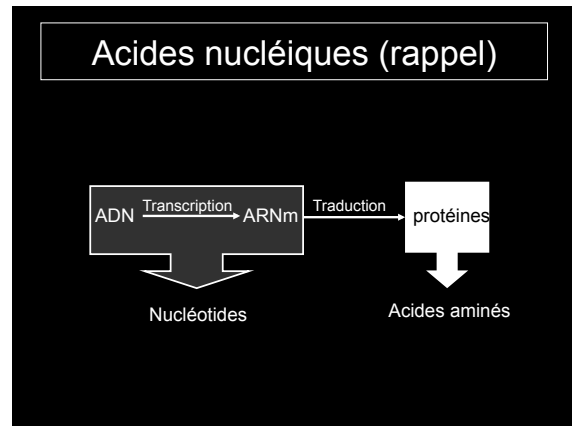


## La modification génétique et la biotechnologie



Biologie 12 chapitre 9.2  
p.293 à 321



### Acides nucléiques

Nucléotides :

Base azotée

Gr. Phosphate

Sucre (pentose) : - Ribose pour ARN  
- Désoxyribose pour ADN

### Acides nucléiques

Bases azotées :

5 différentes qui sont regroupées en

Purines

Adénine      Guanine

Pyrimidines

Cytosine    Thymine    Uracile

Campbell 2<sup>e</sup> édition, fig. 5.29

### Acides nucléiques

Bases azotées :

5 différentes qui sont regroupées en

Purines

Adénine      Guanine

Pyrimidines

Cytosine    Thymine    Uracile

↓                    ↓

Seulement    Seulement

ADN            ARN

Campbell 2<sup>e</sup> édition, fig. 5.29

### Acides nucléiques

+ ...

### Acides nucléiques

[Polymère = brin d'ARN ou d'ADN]

+ ...

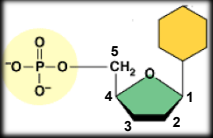
### Acides nucléiques

Dans le cas de l'ADN ...

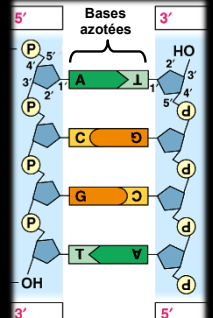
=

Double hélice

### Structure de l'ADN



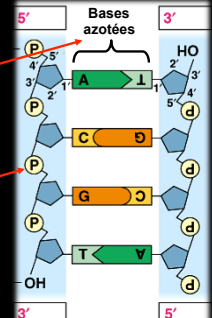
Nucléotide



### Structure de l'ADN

Bases azotées au centre

A + T  
C + G



Squelette phosphate à l'extérieur

### Ce code est UNIVERSEL

		Deuxième base					
		U	C	A	G		
U	UUU	Phe	UCU	UAU	Tyr	UGU	Cys
	UUC	UCC	UAC	UAG	UGG	UGA	Stop
	UUA	UCA	UAA	Stop	UGA	Stop	A
	UUG	UCG	UAG	Stop	UGG	Trp	G
CUU	CCU	CAU	...	CGU		U	

AAA	Lys	AGA	Arg
AUG	Met or start	AGG	G
GUU	GCU	GAU	GGU
GUC	GCC	GAC	GGC
GUA	Val	GAA	GGA
GUG	GCG	GAG	GGG

Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.


Travail: Individuel

Temps: 10 minutes

À faire: Compléter l'exercice sur la transcription et la traduction dans les notes de cours

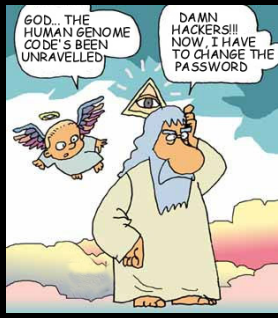
### Biotechnologie

Application des techniques qui utilisent des êtres vivants sous leur forme naturelle ou modifiée à des fins pratiques ou industrielles



<http://www.developpementdurablejournal.com/local/cache-vignettes/L335H335/artin2225-c04f5.png>

### Génome humain



GOD... THE HUMAN GENOME CODE'S BEEN UNRAVELLED

DAMN HACKERS!!! NOW, I HAVE TO CHANGE THE PASSWORD

[http://www.salisbury.edu/biology/faculty/revickson/images/Human\\_Genome.jpg](http://www.salisbury.edu/biology/faculty/revickson/images/Human_Genome.jpg)


## Génome humain

GOD... THE HUMAN GENOME GOD'S BEEN UNRAVELLED

DAMN HACKERS!!! NOW I HAVE TO CHANGE THE PASSWORD

But: Obtenir la séquence du génome humain

Nombre de gènes prévu: 100 000  
Nombre de gènes réel: 25 000

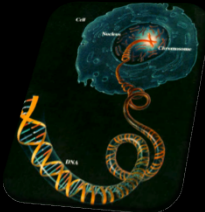


[http://www.salisbury.edu/biology/faculty/fierickson/images/Human\\_Genome.jpg](http://www.salisbury.edu/biology/faculty/fierickson/images/Human_Genome.jpg)

## Génome humain

Conséquences :

- 1- Technologies de séquençage furent améliorées

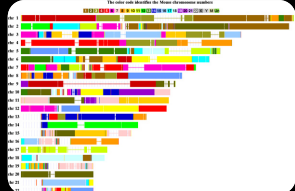


<http://www.kim.org/images/Human%20Genome%20Project.jpg>

## Génome humain

Conséquences :

- 1- Technologies de séquençage furent améliorées
- 2- Meilleure compréhension de certaines séquences

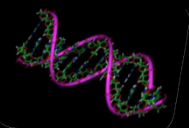


[http://www.cbse.ucc.edu/research/genes/mouse\\_array.jpg](http://www.cbse.ucc.edu/research/genes/mouse_array.jpg)

## Génome humain

Conséquences :

- 1- Technologies de séquençage furent améliorées
- 2- Meilleure compréhension de certaines séquences
- 3- Émergence de nouvelles sciences (bioinformatique et pharmacogénomique)

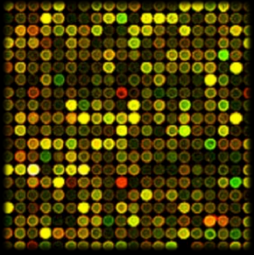


<http://www.pasteur-illie.fr/fr/recherche/744/images/dna2.jpg>

## Génome humain

Comment ?

Microréseaux d'ADN



<http://www.bio.davidson.edu/COURSES/genomics2005/Durnbaugh/microarray.jpg>

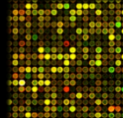
## Génome humain

Comment ?

Microréseaux d'ADN

Support avec séquences d'ADN connues (sondes)

- 1- Couper le fragment d'ADN inconnu (enzymes de restriction)



<http://www.bio.davidson.edu/COURSES/genomics2005/Durnbaugh/microarray.jpg>

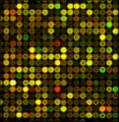
## Génome humain

**Comment ?** Microréseaux d'ADN

Support avec séquences d'ADN connues (sondes)

1- Couper le fragment d'ADN inconnu (enzymes de restriction)

...ATTAAACGCCATATCGGGCCTTCGAGCTTAAAGGCCTTT...



http://www.bio.davidson.edu/COURSES/genomics2005/Dumbaugh/microarray.jpg


**Comment:**

1- Enzyme de restriction

⇒ Reconnaît une séquence d'ADN **spécifique**  
= **Site de restriction**

5' — GAATTC — 3'

3' — CTTAAG — 5'



http://www.gene-abc.ch/lex/images/pics2/restrict\_ani.gif

## Transfert de gène (clonage)

**Comment:**

Site de restriction

5' — GAATTC — 3'

3' — CTTAAG — 5'

Ex: Enzyme reconnaît séquence 5' GAATTC 3' et coupe entre G et A

G

CTTAA

AATTC

G

Travail: **Individuel**

Temps: **15 minutes**

À faire: **Compléter l'exercice sur les enzymes de restriction p.5**

Lors d'une expérience, vous mettez en contact l'ADN suivant avec un mélange des enzymes *AlcI*, *Bfal* et *XbaI*. Quels fragments d'ADN obtiendrez-vous ? (N.B. : N'oubliez pas d'indiquer les extrémités 5' et 3')

5' TAGATTATCCCGCCCTTAAATCTAGAATCTAGACCCTAGCG 3'

3' ATGATCTAATAGGGGCGGAAATTTAGATCTTAGATCTGGGATCCG 5'

*Handwritten notes:*

5' T 3' 5' CTAGAC 3'

3' AGATCS 3' TCCGG 5'

5' CTAGATTA TCC 3' 5' CCTAGCG 3'

3' TAATAGGCS 3' 3' ATCGCS 5'

5' CC 3' 5' CCTTAAAT 3'

3' GGG 3' 3' AAATTA GATCS 5'

5' CTAGAAT 3'

3' TTAGATCS 5'

MHPitre 6

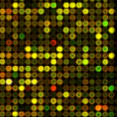
## Génome humain

**Comment ?** Microréseaux d'ADN

Support avec séquences d'ADN connues (sondes)

1- Couper le fragment d'ADN inconnu (enzymes de restriction)

...ATTAAACGCCATATCGGGCCTTCGAGCTTAAAGGCCTTT...



http://www.bio.davidson.edu/COURSES/genomics2005/Dumbaugh/microarray.jpg

## Génome humain

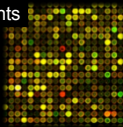
Comment ?      Microréseaux d'ADN

Support avec séquences d'ADN connues (sondes)

1- Couper le fragment d'ADN inconnu (enzymes de restriction)

...ATTAAACGCCATATCGGGCCTTCGAGCTTAAAGGCCTTT...

2- Ajouter une étiquette fluorescente aux fragments



http://www.bio.davidson.edu/COURSES/genomics/2005/Dumbaugh/microarray.jpg

## Génome humain

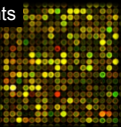
Comment ?      Microréseaux d'ADN

Support avec séquences d'ADN connues (sondes)

1- Couper le fragment d'ADN inconnu (enzymes de restriction)

...ATTAAACGCCATATCGGGCCTTCGAGCTTAAAGGCCTTT...

2- Ajouter une étiquette fluorescente aux fragments



http://www.bio.davidson.edu/COURSES/genomics/2005/Dumbaugh/microarray.jpg

## Génome humain

Comment ?      Microréseaux d'ADN

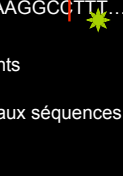
Support avec séquences d'ADN connues (sondes)

1- Couper le fragment d'ADN inconnu (enzymes de restriction)

...ATTAAACGCCATATCGGGCCTTCGAGCTTAAAGGCCTTT...

2- Ajouter une étiquette fluorescente aux fragments

3- Déposer les fragments sur la plaque (se lient aux séquences complémentaires)




http://www.bio.davidson.edu/COURSES/genomics/2005/Dumbaugh/microarray.jpg

## Génome humain

Comment ?      Microréseaux d'ADN

4- Rincer et analyser les résultats à l'aide d'un ordinateur



http://www.chiodellavedova.com/wp-content/uploads/2007/11/microarray.pdf

Travail: Équipe de deux

Temps: 20 minutes

À faire: Compléter l'exercice sur le séquençage du génome humain p.6

CGTGC		CCGTA	
AGACT		AGCTC	
AAGCT		AATAA	
GCTCC		AAGCT	
TAGCT		TAAGC	
CGAAT		TCCGA	

## Réponse

ATTCGAGG

## CSI : Les techniques utilisées

- L'amplification en chaîne par polymérase (ACP)
  - Copier et amplifier de minuscule quantités d'ADN
- L'électrophorèse sur gel
  - Déplacement des fragments en fonction de leur taille

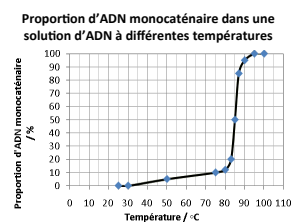
## L'amplification en chaîne (ACP)

- Connue aussi sous le nom anglais *Polymerase Chain Reaction (PCR)*
- Permet de multiplier, *in vitro*, une séquence d'ADN en milliers de copies.
  - Très utile en identification judiciaire où l'échantillon d'ADN est souvent restreint.

- L'amplification consiste à répéter plusieurs fois un cycle de manipulation robotisée qui multiplie par deux le nombre de copies d'ADN.
- Est une solution de :
  - ADN à amplifier
  - Enzyme ADN polymérase supportant les hautes températures
  - Nucléotides (ATGC)
  - Amorces spécifiques

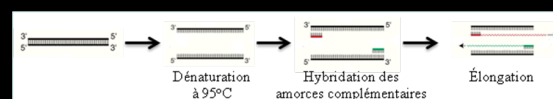
- Étapes du cycle :
  - Dénaturation de l'ADN
    - Séparation des brins en chauffant la solution

Le principe de l'amplification en chaîne repose sur la facilité de l'ADN de passer de l'état bicaténaire à l'état monocaténaire selon la température comme on peut le voir dans le graphique.



- Étapes du cycle :
  - Hybridation
    - Des amorces complémentaires s'associent aux brins monocaténaires.

- Élongation
  - Les nouveaux brins d'ADN sont créés par l'ADN polymérase qui ajoute les nucléotides complémentaires.



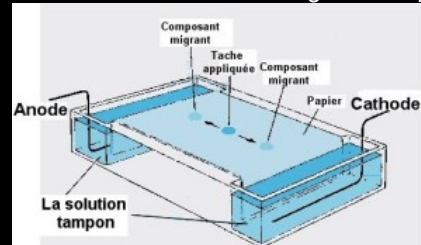
Travail: Équipe de deux

Temps: 5 minutes

À faire: Compléter les questions sur l'ACP p.7

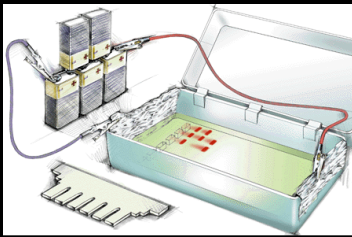
## L'électrophorèse

- Permet de séparer des molécules en fonction de leur taille et charge électrique.



## L'électrophorèse

- Permet de séparer des molécules en fonction de leur taille si de même charge électrique.
- L'ADN étant chargé négativement elle migre vers l'anode.

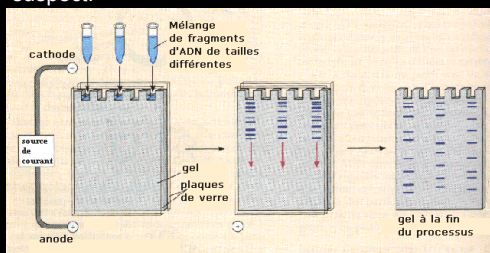


## Activité RFLP

- En équipe de deux, compléter l'activité.
- 20 minutes

## L'électrophorèse

- Permet la formation de profil d'Adn.
  - Utile lors de test de paternité ou d'identification de suspect.



## L'empreinte Génétique

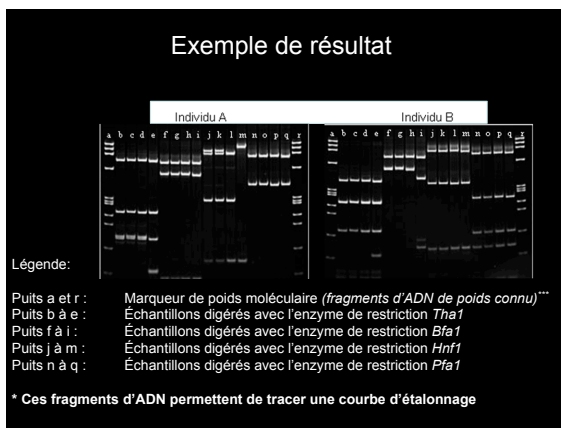
- Signature génétique « spécifique à chaque individu » et visualisé sous forme de bandes d'ADN sur un gel d'électrophorèse.

- Servent à discriminer ou incriminer « des êtres » pour des raisons d'ordre criminel ou de paternité.
- Servent aussi à la collecte de données sur le polymorphisme d'une population (Bassin/fréquence allélique)



- L'ADN est exactement le même dans toutes les cellules de notre corps, mais unique à chaque individu (à l'exception de jumeau identique)
- En moyenne, pour chaque 1 000 nucléotides il existe un site de variation.
- Le nombre de répétition variant d'un individu à l'autre, cela entraîne des variations dans la taille des fragments et donc une variation dans le déplacement sur électrophorèse.

- Ainsi l'analyse de plusieurs sites de polymorphisme permet de constituer un profil génétique complet et pratiquement unique.
- Bien qu'il existe de très nombreux sites polymorphiques, seulement un trentaine d'entre eux sont utilisés en laboratoire.
- Une analyse de l'ADN par la coupure de celle-ci aux sites polymorphiques est appelée :
  - Restriction polymorphique de la longueur des fragments
  - *Restriction fragment length polymorphisms (RFLP)*



### Les avantages de l'ADN pour identification

- Grande variabilité (unicité à un individu)
- Identique dans toutes les cellules
- Donc possibilité d'en extraire à partir de :
  - Sang
  - Salive
  - Sperme / Sécrétion vaginales
  - Cheveux
  - Urine
  - Peau
  - Dents, etc.
- Molécule relativement stable et résistant aux effets de l'environnement.
  - Permet donc d'analyser aussi bien un prélèvement frais qu'un prélèvement séché ou congelé depuis plusieurs années.

### Activité profilage d'ADN

- Individuellement, compléter l'activité.
- 10 minutes

### Exercices

- Révision de section
  - Biologie 12 p.302



### Transfert de gène (clonage)

Clone: Organisme génétiquement identique à un autre

http://biotechinfo.free.fr/images/magact/clonage.jpg

### Transfert de gène (clonage)

**Buts:**

- 1- Fabriquer beaucoup de copies d'un gène particulier
- 2- Produire une protéine en grande quantité

http://www.lefermenteurabioreaction.com/files/image/qiagen-hiperfect.jpg

### Transfert de gène (clonage)

**À savoir :**

Plasmide

ADN circulaire distinct du chromosome bactérien et capable de se répliquer

### Transfert de gène (clonage)

**Comment:**

- 1- Enzyme de restriction (*couper le gène d'intérêt et le plasmide*)

⇒ Reconnaît une séquence d'ADN **spécifique**  
= **Site de restriction**

5' GAATTC 3'  
3' CTTAAG 5'

http://www.gene-abc.ch/lex/images/pic2/restrict\_ani.gif

### Transfert de gène (clonage)

**Comment:**

Site de restriction

Ex: Enzyme reconnaît séquence 5' GAATTC 3' et coupe entre G et A

### Transfert de gène (clonage)

**Comment:**

- 1- Enzyme de restriction (*couper le gène d'intérêt et le plasmide*)
- 2- Lier le gène dans le plasmide (ADN ligase)

### Transfert de gène (clonage)

**Comment:**

- 1- Enzyme de restriction (*couper le gène d'intérêt et le plasmide*)
- 2- Lier le gène

Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

### Transfert de gène (clonage)

**Comment:**

- 1- Enzyme de restriction (*couper le gène d'intérêt et le plasmide*)
- 2- Lier le gène dans le plasmide (ADN ligase)

### Transfert de gène (clonage)

**Comment:**

- 1- Enzyme de restriction (*couper le gène d'intérêt et le plasmide*)
- 2- Lier le gène dans le plasmide (ADN ligase)
- 3- Réintroduire le plasmide recombiné dans la bactérie

### Transfert de gène (clonage)

**Comment:**

- 1- Enzyme de restriction (*couper le gène d'intérêt et le plasmide*)
- 2- Lier le gène dans le plasmide (ADN ligase)
- 3- Réintroduire le plasmide recombiné dans la bactérie

### Transfert de gène (clonage)

**Comment:**

- 1- Enzyme de restriction (*couper le gène d'intérêt et le plasmide*)
- 2- Lier le gène dans le plasmide (ADN ligase)
- 3- Réintroduire le plasmide recombiné dans la bactérie
- 4- Étaler les bactéries sur des géloses nutritives et incubation

## Transfert (clonage)

**Comment:**

- 1- Enzyme de restriction
- 2- Lier le gène
- 3- Réintroduire
- 4- Étaler les bactéries

Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

## OGM...qu'en savez-vous ?

[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/67/Rabbit\\_Grasshoper\\_Mutant-01611-nevit.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/67/Rabbit_Grasshoper_Mutant-01611-nevit.jpg)

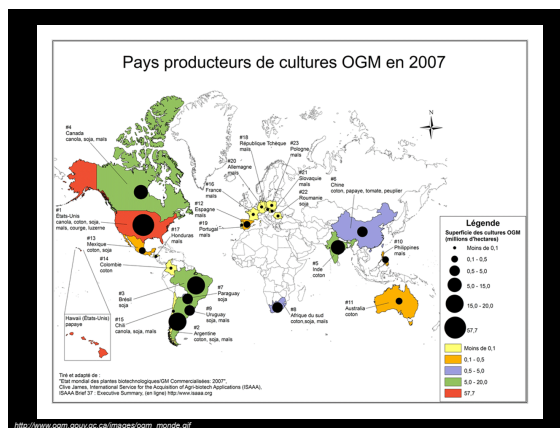
## OGM...qu'en savez-vous ?

Quel pays était le plus grand producteur d'OGM en 2007 ?

- a) Canada
- b) Chine
- c) États-Unis
- d) Argentine

**Réponse: États-Unis** avec 51% de la superficie mondiale

[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/67/Rabbit\\_Grasshoper\\_Mutant-01611-nevit.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/67/Rabbit_Grasshoper_Mutant-01611-nevit.jpg)



## OGM...qu'en savez-vous ?

Vrai ou Faux.

L'insuline utilisée pour traiter le diabète est produite par des bactéries génétiquement modifiées ?

**Réponse: Vrai**

[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/67/Rabbit\\_Grasshoper\\_Mutant-01611-nevit.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/67/Rabbit_Grasshoper_Mutant-01611-nevit.jpg)

## OGM...qu'en savez-vous ?

Le soja, le canola et le maïs génétiquement modifiés sont approuvés au Canada. Depuis quand ?

- a) Les années 1980
- b) Les années 1990
- c) En 2003
- d) Faux, ils ne sont pas approuvés au Canada

**Réponse: les années 1990**

[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/67/Rabbit\\_Grasshoper\\_Mutant-01611-nevit.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/67/Rabbit_Grasshoper_Mutant-01611-nevit.jpg)

## OGM...qu'en savez-vous ?

En quelle année les fraises GM (ajout d'un gène de poisson afin de résister au gel) furent-elles approuvées au Canada?

- a) Les années 1980
- b) Les années 1990
- c) En 2003
- d) Faux, elles ne sont pas approuvées au Canada

**Réponse: Faux...**




[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/67/Rabbit\\_Grasshoper\\_Mutant-01611-neist.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/67/Rabbit_Grasshoper_Mutant-01611-neist.jpg)

## Les OGM dans les aliments



## Exemples d'OGM



<http://terresacree.org/images/ogm/sb3/sb30.jpg>

## Exemples d'OGM

Tomates résistantes au sel



[http://paparobesstarget.files.wordpress.com/2007/10/pachd\\_tomates.jpg](http://paparobesstarget.files.wordpress.com/2007/10/pachd_tomates.jpg)

## Exemples d'OGM

Tomates résistantes au sel

Riz produisant de la bêta-carotène




<http://www.linternaute.com/science/environnement/dossiers/06/0602-bons-ogm-riz-dore.jpg>

## Exemples d'OGM

Tomates résistantes au sel

Riz produisant de la bêta-carotène

Résistance aux herbicides de certaines plantes



<http://tempsreel.nouvelobs.com/file/284688.jpg>

## Les OGM...qu'en pensez-vous ?

BOUFFER DU MAÏS TRANSGÉNIQUE  
EST-CE DANGEREUX ?

(RÔLE)


À faire: Lire le texte sur les OGM dans vos notes de cours



<http://fedlablout.org/images/fedlablout.org/ogm-ogm.jpg>

## Clonage

Naturel




[http://www.aneimone-clown.fr/photos/haeciae\\_actives.jpg](http://www.aneimone-clown.fr/photos/haeciae_actives.jpg)

## Clonage

Naturel

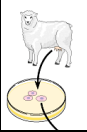
Artificiel...

Utiliser une cellule somatique d'un organisme pour fabriquer un autre individu qui lui est génétiquement identique

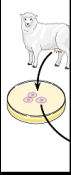


[http://www.radio-canada.ca/jeunesse/explorateur/img/reportage/clonage\\_g.jpg](http://www.radio-canada.ca/jeunesse/explorateur/img/reportage/clonage_g.jpg)

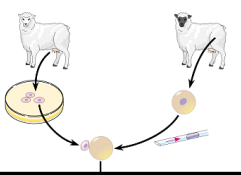
Brebis donneuse de cellules mammaires



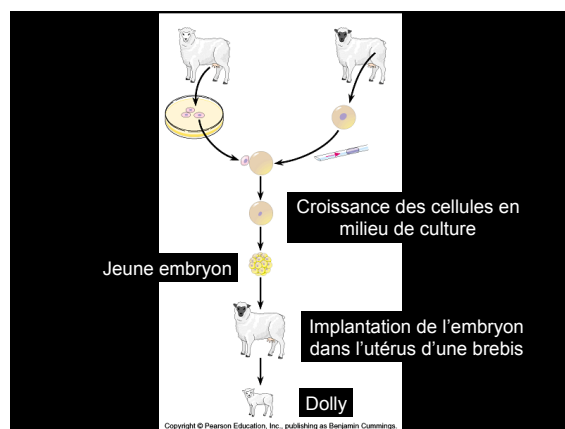
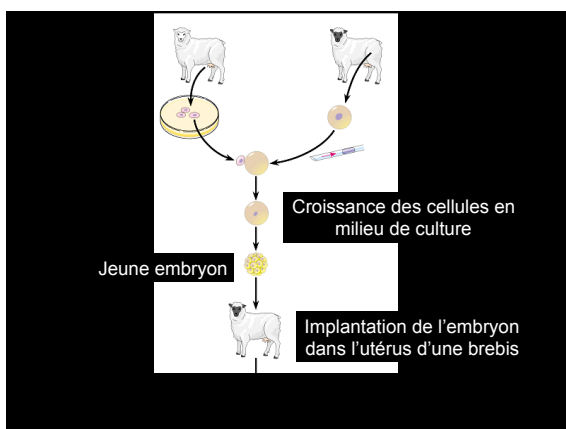
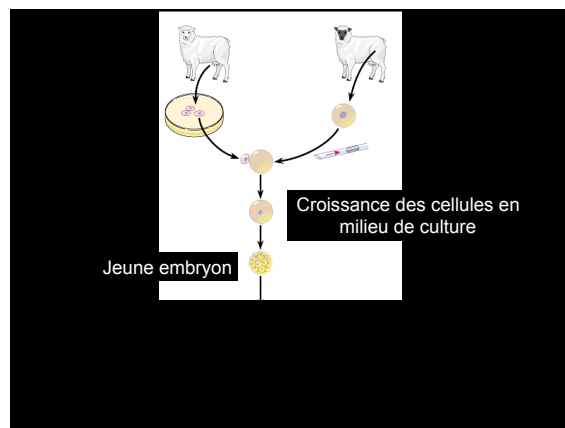
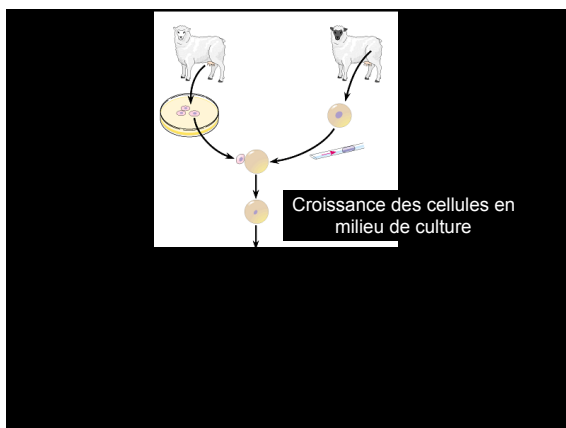
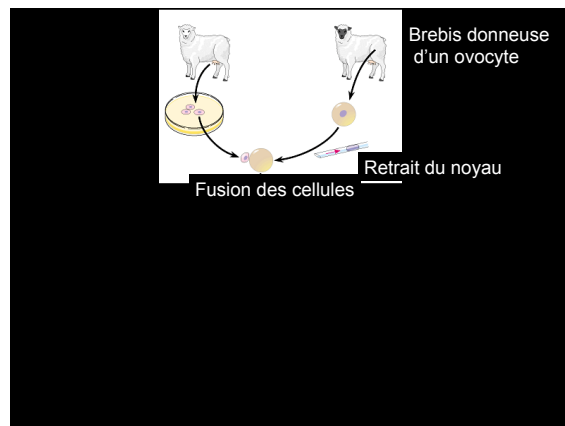
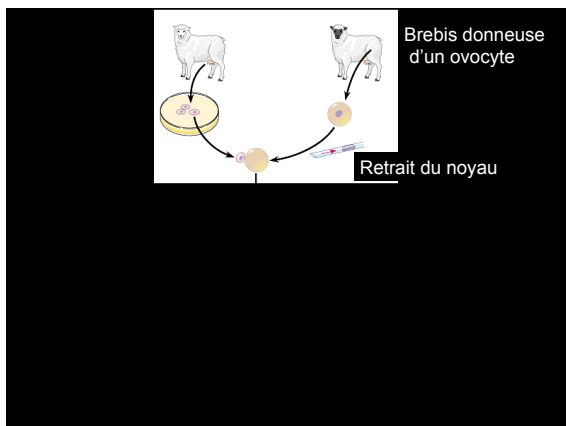
Brebis donneuse de cellules mammaires



Culture des cellules mammaires dans un milieu pauvre en nutriments; arrêt du cycle cellulaire et dédifférenciation du noyau



Brebis donneuse d'un ovocyte



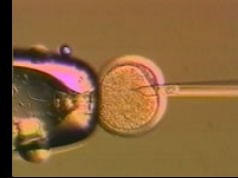
## Clonage thérapeutique

Création d'un embryon en vue d'obtenir des cellules souches embryonnaires qui seront utilisées à des fins médicales



## Clonage thérapeutique

REPORTAGE



Découverte 18 avril 2004

## Exercices

- Révision de section  
– Biologie 12 p.318