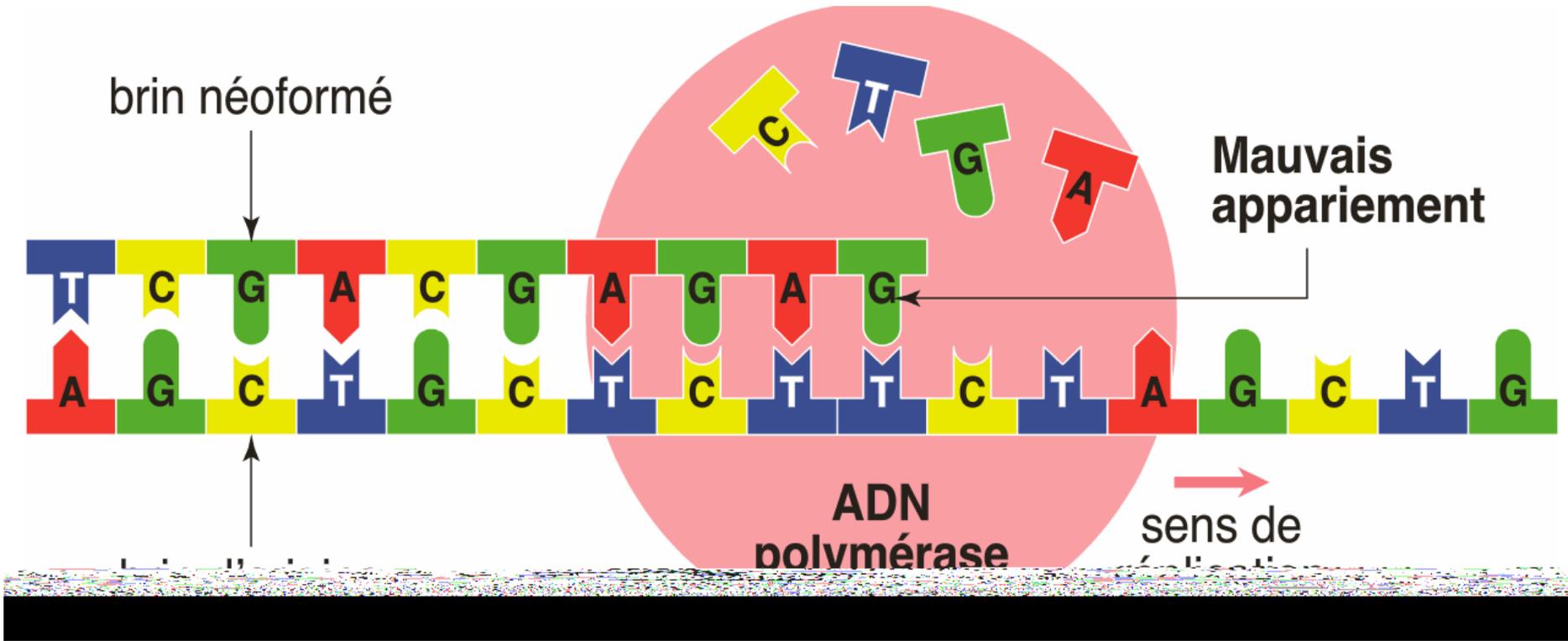


Thème : Génétique et évolution.

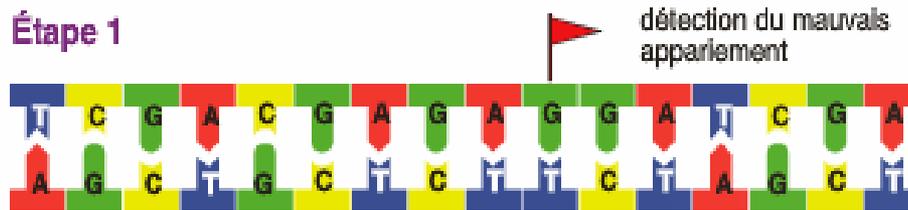
Chapitre 2 : Mécanismes de diversification des êtres vivants



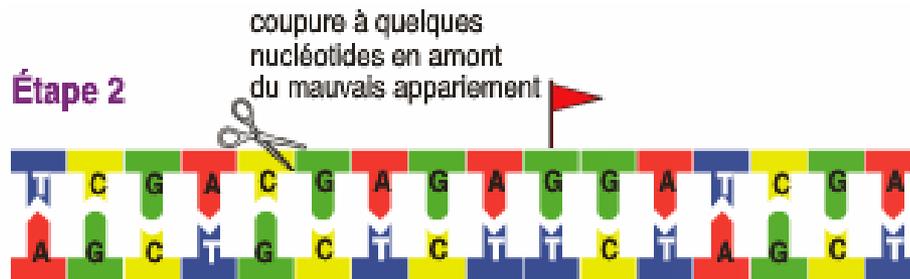
L'ADN polymérase commet 1 erreur sur 100 000 nucléotides

Les étapes de la correction d'une erreur d'appariement

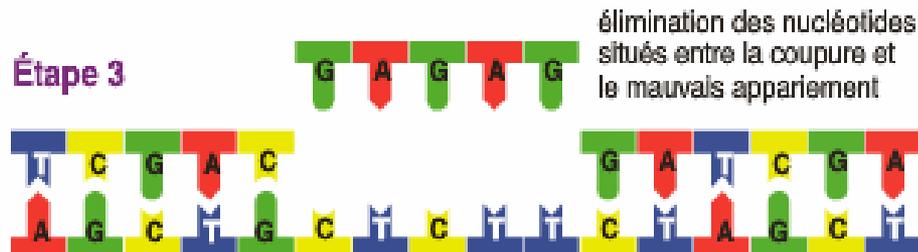
Étape 1



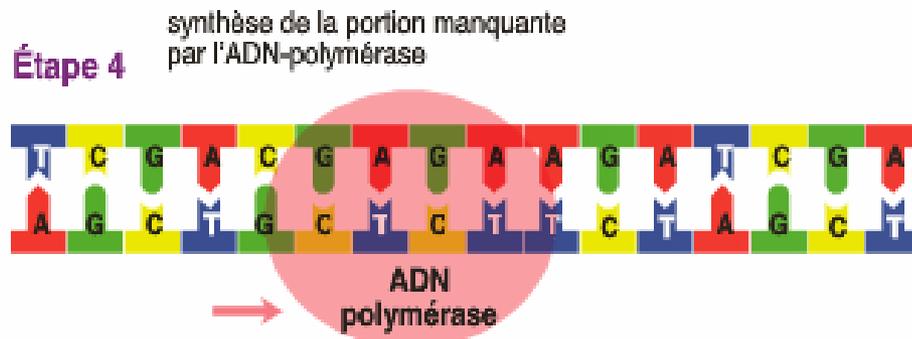
Étape 2



Étape 3



Étape 4

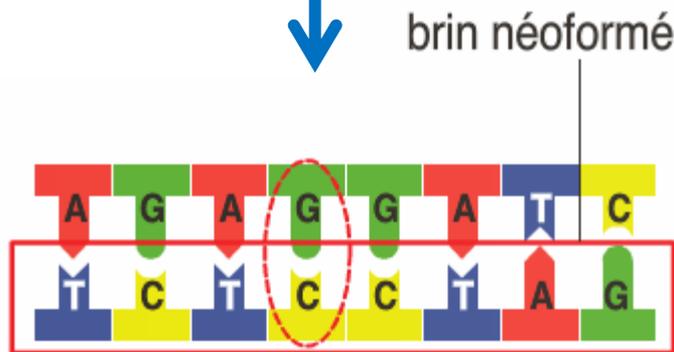


=> 99,9 % des erreurs sont corrigées

Si l'erreur d'appariement n'est pas réparée ...

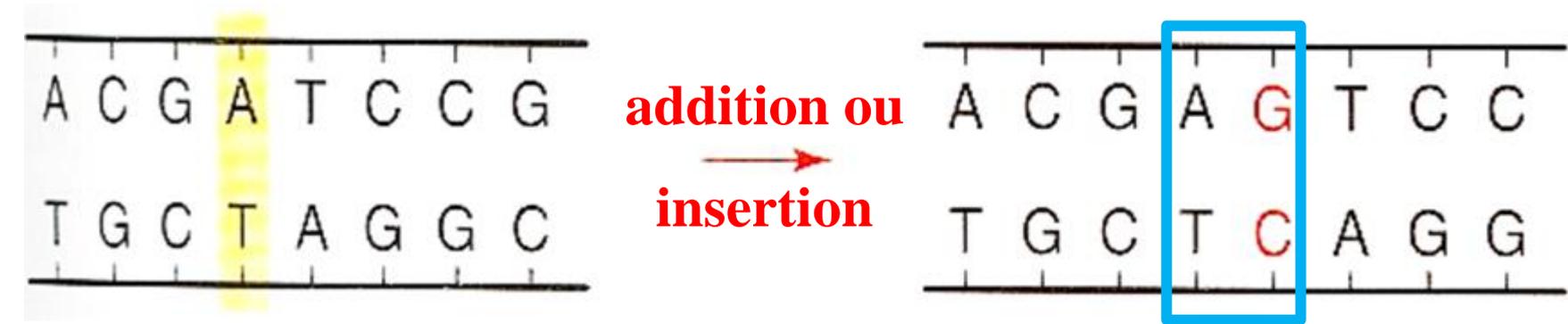
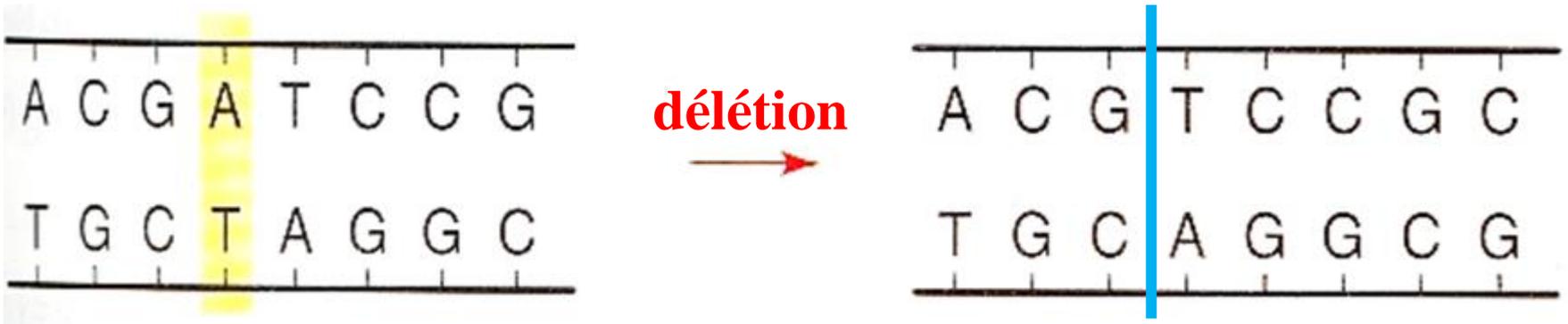
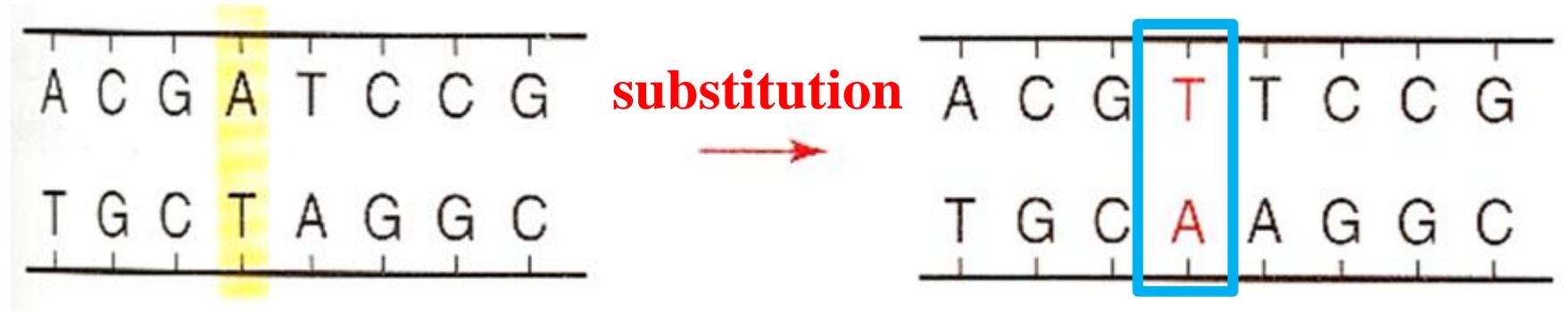


Réplication de l'ADN



Séquence mutante

=> mutation



Le devenir d'une mutation dépend de la cellule qu'elle affecte

Toutes les cellules
de l'organismes
sauf les cellules
reproductrices

La mutation
n'est pas
transmise à la
descendance



Cellules à l'origine
des gamètes (ovules
ou spermatozoïdes)

La mutation
peut être
transmise à la
descendance

**Quels autres mécanismes
créent de la diversité ?**

Thème : Génétique et évolution.

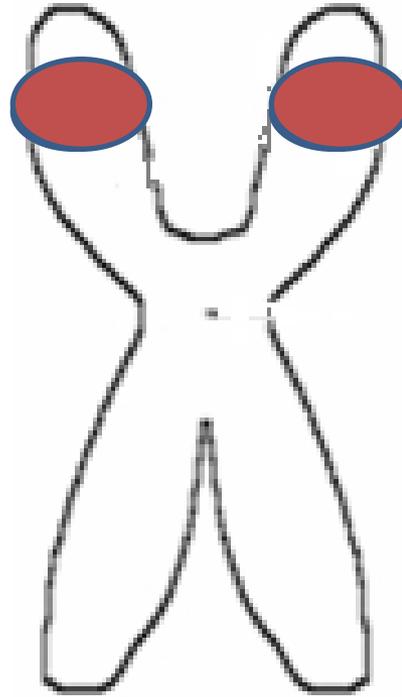
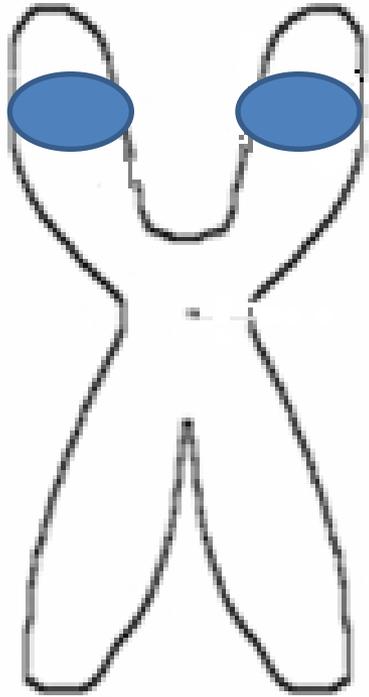
Chapitre 2 : Mécanismes de diversification des êtres vivants

I. Les mécanismes génétiques.

A. La diversité liée à la reproduction sexuée (méiose et fécondation).

1. Déterminer le génotype d'un individu.

→ Les individus peuvent être homozygotes ou hétérozygotes pour un caractère



Individu hétérozygote



Un chromosome à deux chromatides



Une paire de chromosomes homologues

Les 2 chromatides d'un même chromosome portent les **mêmes allèles**

Thème : Génétique et évolution.

Chapitre 2 : Mécanismes de diversification des êtres vivants

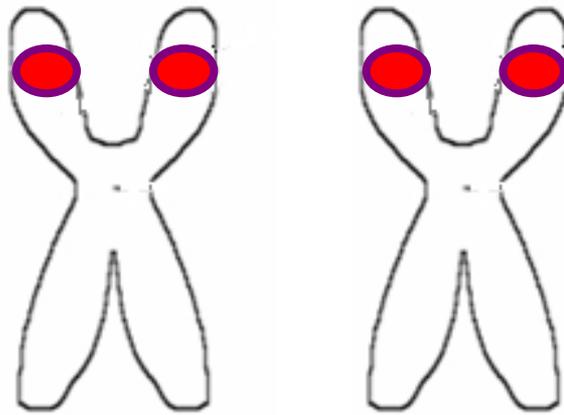
I. Les mécanismes génétiques.

A. La diversité liée à la reproduction sexuée (méiose et fécondation).

1. Déterminer le génotype d'un individu.

- Les individus peuvent être homozygotes ou hétérozygotes pour un caractère
- Relation entre le génotype et le phénotype

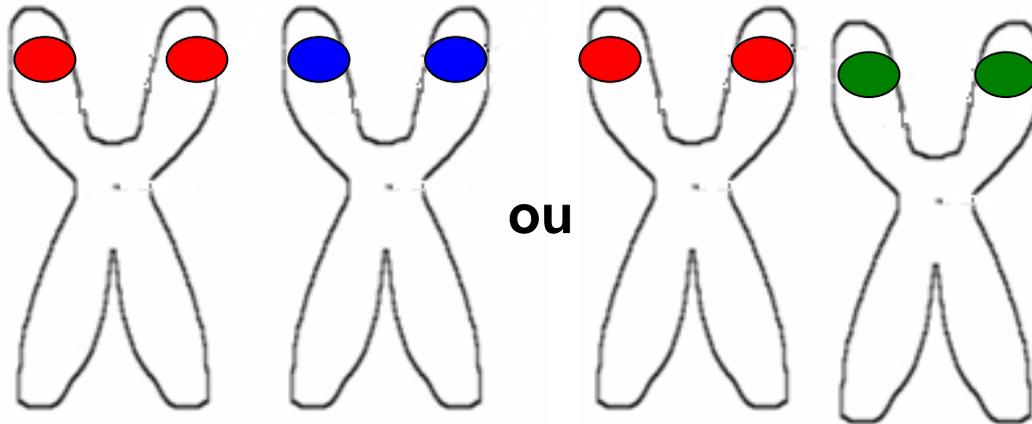
Phénotype [A]



Individu homozygote pour le gène
responsable des groupes sanguins

-  Allèle A
-  Allèle O
-  Allèle B

Dominance



codominance

Phénotype [A]

Phénotype [AB]

Individu hétérozygote pour le gène
responsable des groupes sanguins

Thème : Génétique et évolution.

Chapitre 2 : Mécanismes de diversification des êtres vivants

I. Les mécanismes génétiques.

A. La diversité liée à la reproduction sexuée (méiose et fécondation).

1. Déterminer le génotype d'un individu.

- Les individus peuvent être homozygotes ou hétérozygotes pour un caractère
- Relation entre le génotype et le phénotype
- l'observation du phénotype permet-elle de déterminer le génotype ?

Le génotype des individus de phénotype récessif



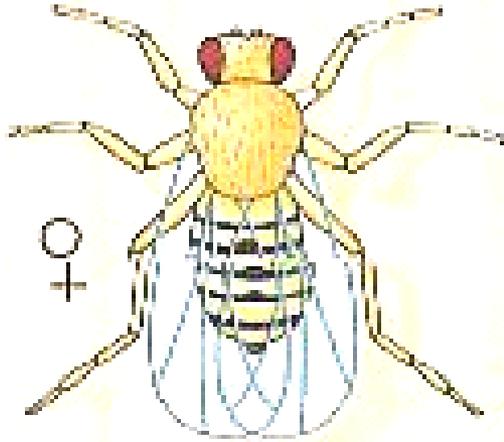
Drosophile de phénotype récessif

Phénotype [vg]

Génotype (vg//vg)

Dans le cas d'un individu diploïde de phénotype récessif, la simple observation du phénotype permet de déterminer le génotype (pour le caractère concerné)

Le génotype des individus de phénotype dominant



**Drosophile de
phénotype dominant
[vg+]**

Génotype (vg+//vg+)

Génotype (vg+//vg)

Dans le cas d'un individu diploïde de phénotype dominant, la simple observation du phénotype ne permet pas de déterminer le génotype

Thème : Génétique et évolution.

Chapitre 2 : Mécanismes de diversification des êtres vivants

I. Les mécanismes génétiques.

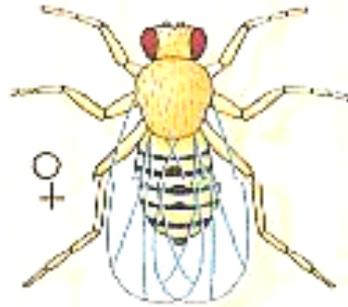
A. La diversité liée à la reproduction sexuée (méiose et fécondation).

1. Déterminer le génotype d'un individu.

- Les individus peuvent être homozygotes ou hétérozygotes pour un caractère
- Relation entre le génotype et le phénotype
- l'observation du génotype permet-elle de déterminer le phénotype ?
- Comment connaître le génotype d'un individu de phénotype dominant ?

Croisement test

Drosophile de
phénotype dominant
[vg+] dont on ne connaît
pas le génotype



×



Drosophile de
phénotype récessif
[vg] dont on connaît
le génotype

Génotype (vg +// vg)+)

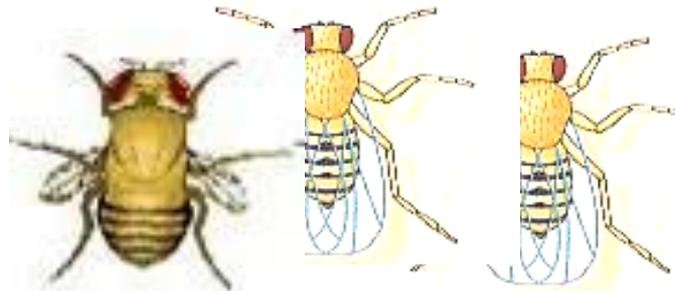
Génotype (vg// vg)

Gamètes (vg+)

2 phénotypes

**Gamètes (vg+)
et gamètes (vg)**

Gamètes (vg)



[vg] [vg+] [vg+]

Génotype (vg // vg) Génotype (vg +// vg) Génotype (vg +// vg)

Thème : Génétique et évolution.

Chapitre 2 : Mécanismes de diversification des êtres vivants

I. Les mécanismes génétiques.

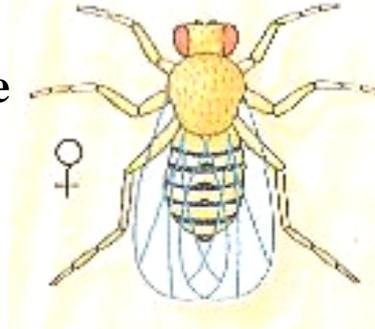
A. La diversité liée à la reproduction sexuée (méiose et fécondation).

1. Déterminer le génotype d'un individu.

2. Diversité liée au brassage inter-chromosomique.

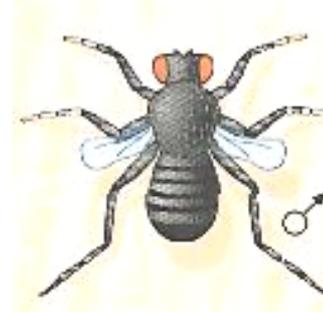
Analyse de résultats de croisements effectués chez la drosophile.
(Pour des caractères codés par des gènes situés sur 2 chromosomes différents = gènes indépendants)

Femelle de lignée pure



(Vg+//Vg+; eb+//eb+)

×



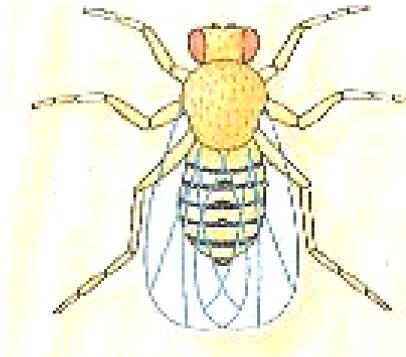
mâle de lignée pure

(Vg//Vg ; eb//eb)



100 %

Hétérozygote



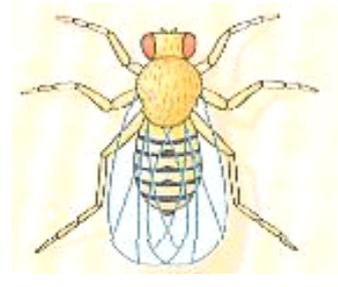
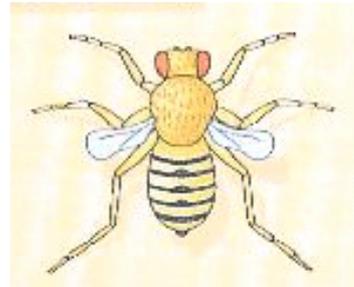
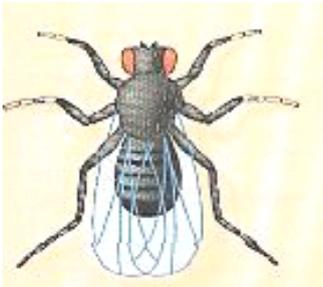
F1

(Vg+//Vg ; eb+//eb)

Test-cross



L'hybride de la F1 a produit 4 types de gamètes en proportion équiprobable => la séparation des chromosomes homologues est aléatoire et indépendante pour chaque paire



(Vg+//Vg ; eb//eb)

(Vg//Vg ; eb//eb)

(Vg//Vg ; eb+//eb)

(Vg+//Vg ; eb+//eb)

[vg+;eb]

[vg;eb]

[vg;eb+]

[vg+;eb+]

25 %

25 %

25 %

25 %

Thème : Génétique et évolution.

Chapitre 2 : Mécanismes de diversification des êtres vivants

I. Les mécanismes génétiques.

A. La diversité liée à la reproduction sexuée (méiose et fécondation).

1. Intérêt des croisements tests dans l'étude des brassages génétiques.

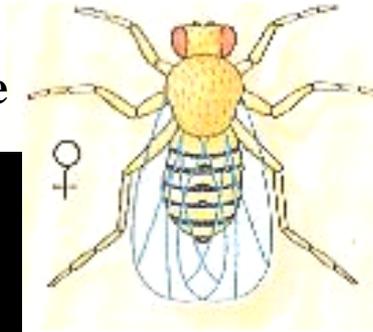
2. Diversité liée au brassage inter-chromosomique.

3. Diversité liée au brassage intra-chromosomique.

Analyse de résultats de croisements effectués chez la drosophile.
(Pour des caractères codés par des gènes situés sur le même chromosome = gènes liés)

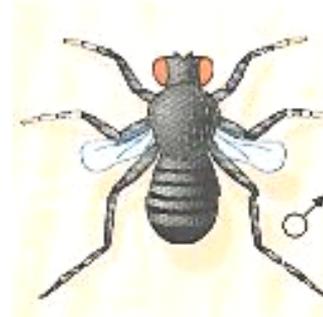
Femelle de lignée pure

$Vg+//Vg+$
 $n+//n+$



$[vg+, n+]$

×



mâle de lignée pure

$Vg//Vg$
 $n//n$

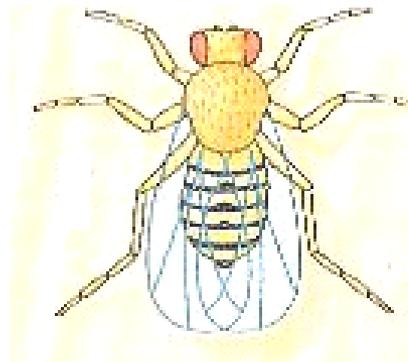
$[vg, n]$



100 %

$Vg+//Vg$
 $n+//n$

Hétérozygote



$[vg+, n+]$

F1

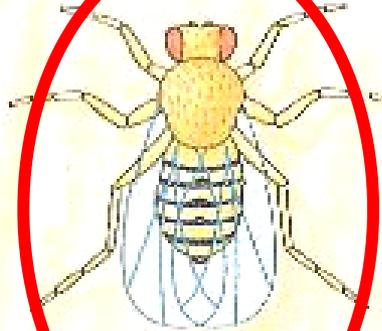
80% de phénotypes parentaux

20% de phénotypes recombinés

F1

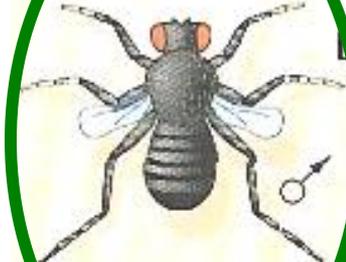
Vg^{+}/Vg
 n^{+}/n

Hétérozygote



$[vg^{+},n^{+}]$

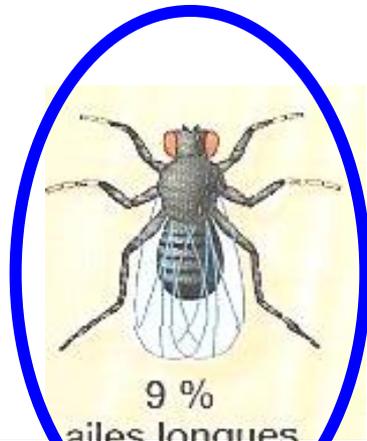
×



Drosophila homozygote
ail

Vg/Vg
 n/n

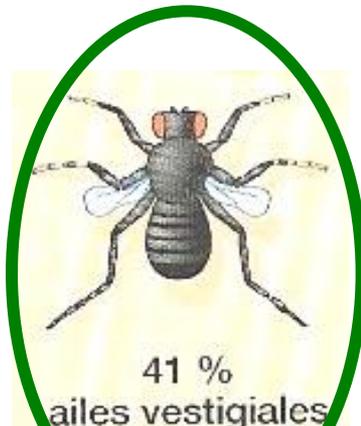
Quatre phénotypes



9 %

ailles longues

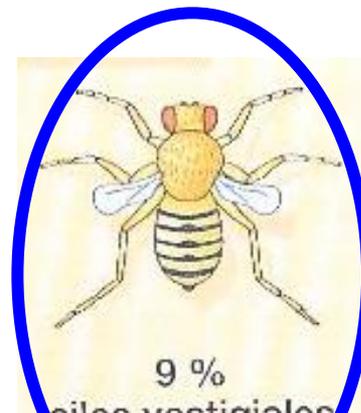
$[Vg^{+},n]$



41 %

ailles vestigiales

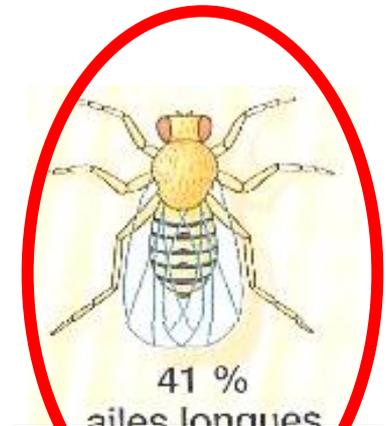
$[Vg,n]$



9 %

ailles vestigiales

$[Vg,n]$



41 %

ailles longues

$[Vg^{+},n^{+}]$

Prophase de la 1^{ère} division méiotique

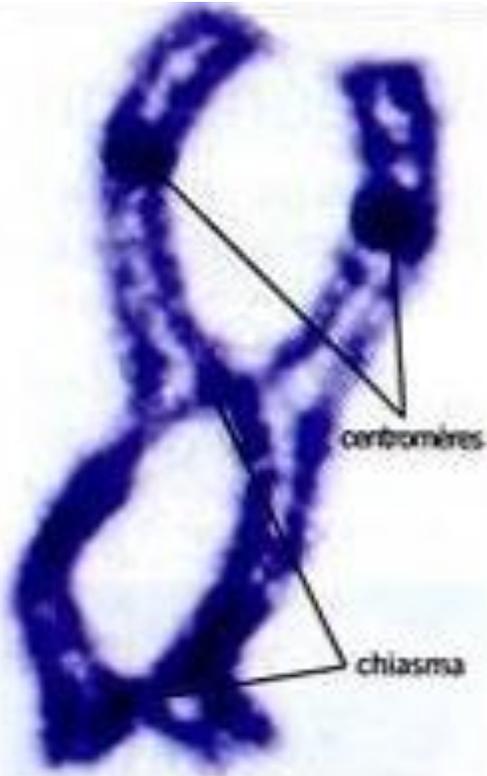
**Appariement des
chromosomes
homologues**



Chiasmata

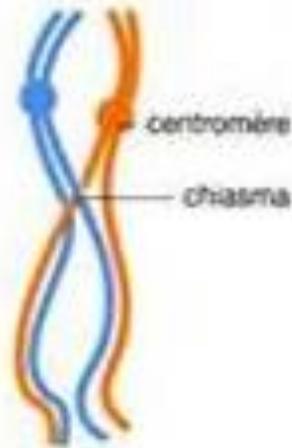


Mécanisme du crossing over (ou enjambement)



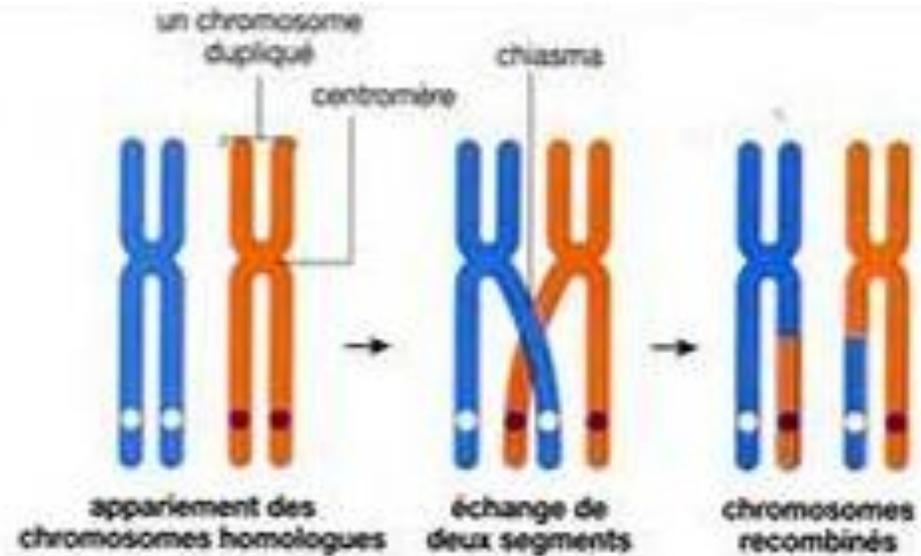
centromères

chiasma



centromère

chiasma



un chromosome dupliqué

centromère

chiasma

appariement des chromosomes homologues

échange de deux segments

chromosomes recombinés

Echange de fragments de chromatides entre les 2 chromosomes homologues

Crossing over

Deux chromosomes homologues appariés au cours de la prophase I de la méiose

Thème : Génétique et évolution.

Chapitre 2 : Mécanismes de diversification des êtres vivants

I. Les mécanismes génétiques.

A. La diversité liée à la reproduction sexuée (méiose et fécondation).

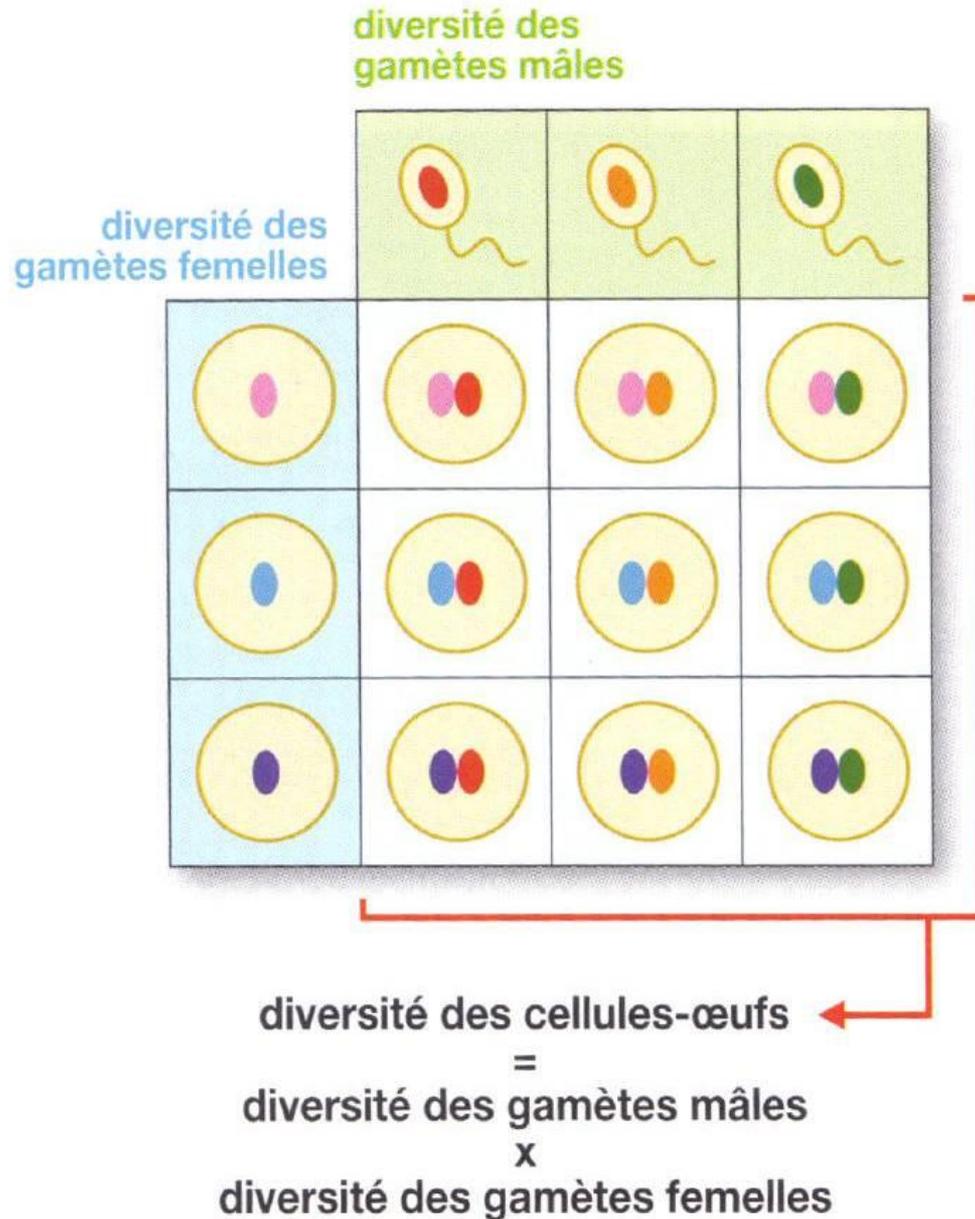
1. Intérêt des croisements tests dans l'étude des brassages génétiques.

2. Diversité liée au brassage inter-chromosomique.

3. Diversité liée au brassage intra-chromosomique.

4. Diversité liée à la fécondation.

La fécondation amplifie le brassage génétique



Thème : Génétique et évolution.

Chapitre 2 : Mécanismes de diversification des êtres vivants

I. Les mécanismes génétiques.

A. La diversité liée à la reproduction sexuée (méiose et fécondation).

1. Intérêt des croisements tests dans l'étude des brassages génétiques.
2. Diversité liée au brassage inter-chromosomique.
3. Diversité liée au brassage intra-chromosomique.
4. Un brassage lié à la fécondation.

B. Conséquences d'anomalies au cours de la méiose.

1. Des anomalies du caryotype.

Trisomie 21



Un enfant sur 700



D'autres anomalies chromosomiques

Trisomie 18 X

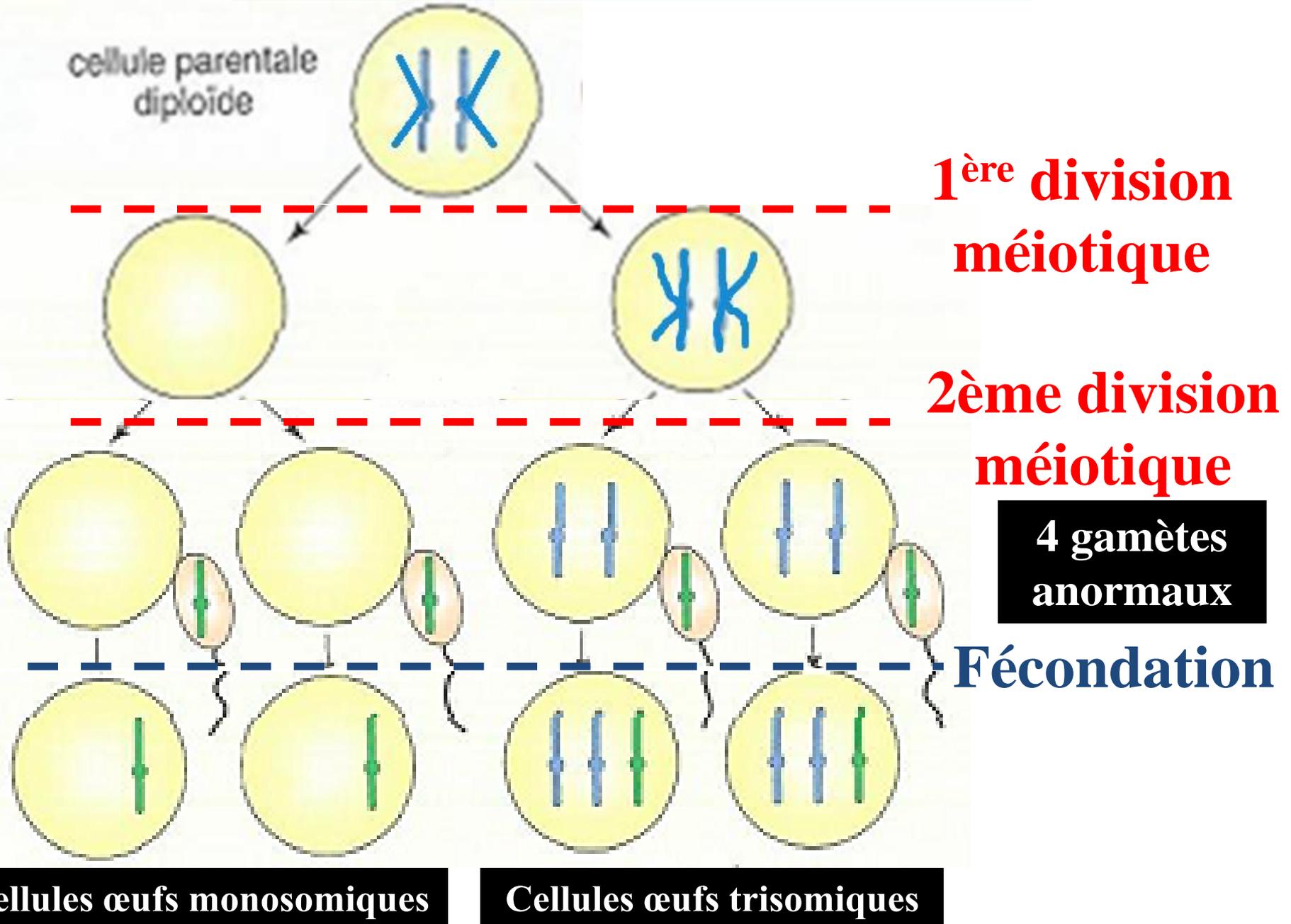
1/800

- Anomalies du crâne, de la face, des pieds , des mains
- malformations vasculaires (cœur, rein)
- évolution toujours mortelle avant l'âge d'1an

- Femme de petite taille, stérile
- absence de caractères sexuels secondaires
- Intelligence normal
- Développement intellectuel le + souvent normal



Origine des anomalies chromosomiques



Thème : Génétique et évolution.

Chapitre 2 : Mécanismes de diversification des êtres vivants

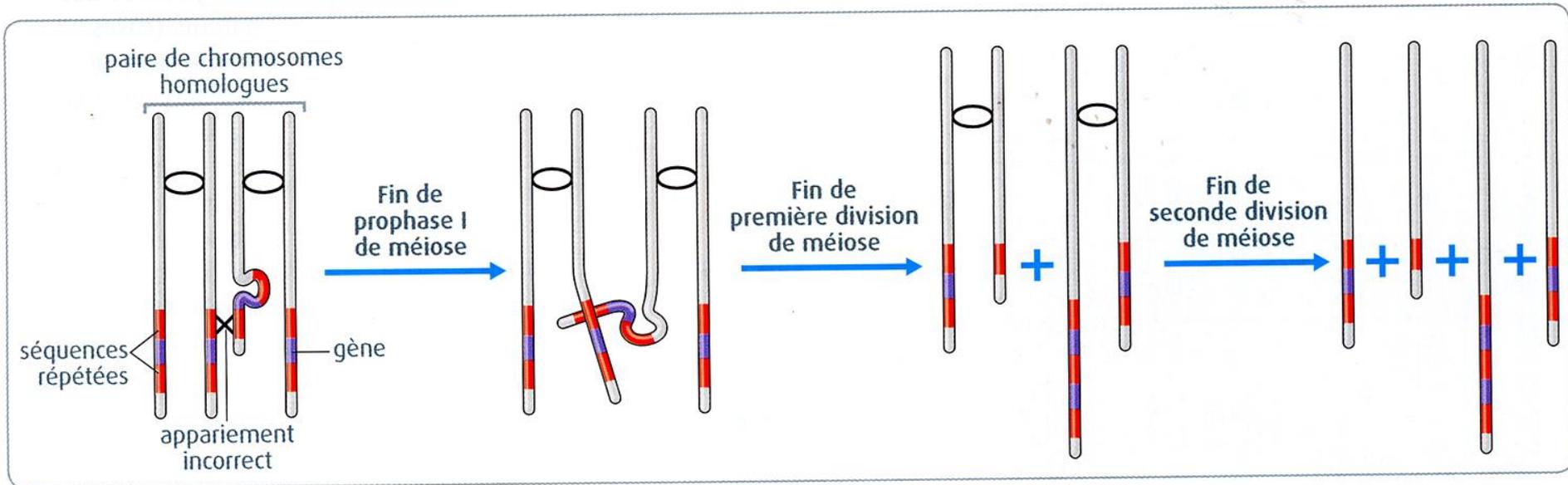
I. Les mécanismes génétiques.

A. La diversité liée à la reproduction sexuée (méiose et fécondation).

1. Intérêt des croisements tests dans l'étude des brassages génétiques.
2. Diversité liée au brassage inter-chromosomique.
3. Diversité liée au brassage intra-chromosomique.
4. Un brassage lié à la fécondation.

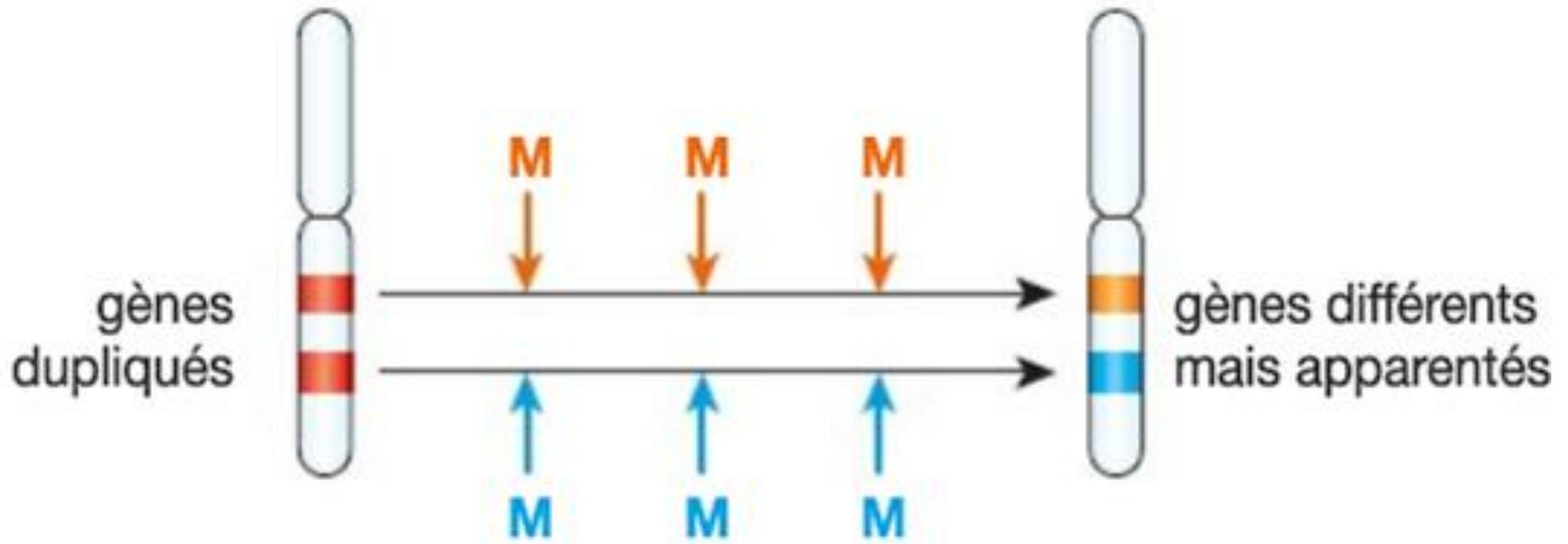
B. Conséquences d'anomalies au cours de la méiose.

1. Des anomalies du caryotype.
2. Un enrichissement du génome.



1 Les crossing-over inégaux. Dans certaines conditions, en prophase I de méiose, un appariement incorrect peut survenir, à l'origine d'un crossing-over qualifié d'inégal.

Formation d'une famille multigénique



M = mutations ponctuelles

Exemple des opsines

chromosome 7

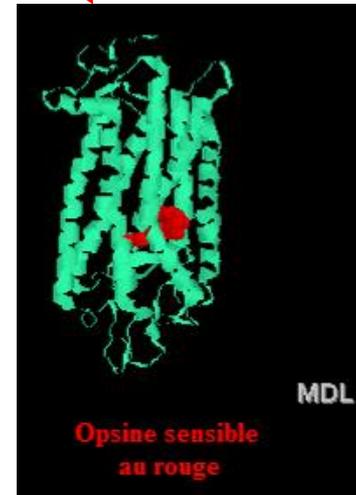
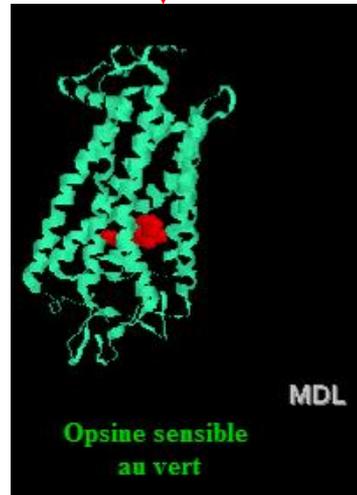
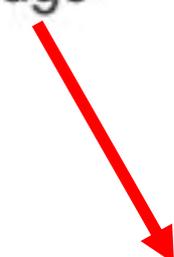
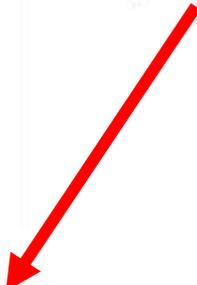
chromosome X



gène de l'opsine bleue

gène de l'opsine verte

gène de l'opsine rouge



→ Expression des gènes

Comparaison des séquences d'acides aminés des opsines et de la rhodopsine

				35				40				45				50				55				60				65				70				75									
opsine-bleue	F	K	N	I	S	S	V	G	-	-	P	W	D	G	P	Q	Y	H	I	A	P	V	W	A	F	Y	L	Q	A	A	F	M	G	T	V	F	L	I	G	F	P	L	N	A	M
rhodopsine	F	S	N	A	T	G	V	V	R	S	P	F	E	Y	P	Q	Y	Y	L	A	E	P	W	Q	F	S	M	L	A	A	Y	M	F	L	L	I	V	L	G	F	P	I	N	F	L
opsine-rouge	Y	T	N	S	N	S	T	R	G	-	P	F	E	G	P	N	Y	H	I	A	P	R	W	V	Y	H	L	T	S	V	W	M	I	F	V	V	T	A	S	V	F	T	N	G	L
opsine-verte	Y	T	N	S	N	S	T	R	G	-	P	F	E	G	P	N	Y	H	I	A	P	R	W	V	Y	H	L	T	S	V	W	M	I	F	V	V	I	A	S	V	F	T	N	G	L

Famille multigénique

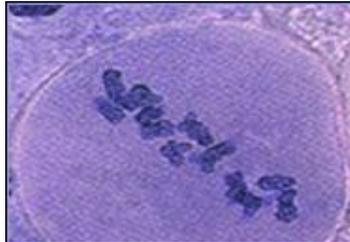
	opsine-bleue	rhodopsine	opsine-rouge	opsine-verte
opsine-bleue	0	53.8	58.2	57
rhodopsine		0	57.3	56.1
opsine-rouge			0	4.39
opsine-verte				0

57 ← % de différences

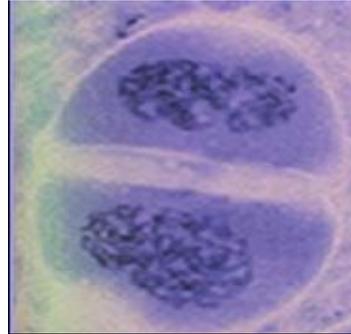
Demi matrice des distances



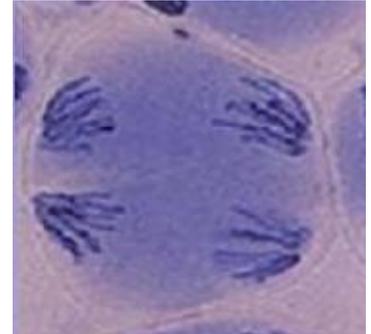
Anaphase 1



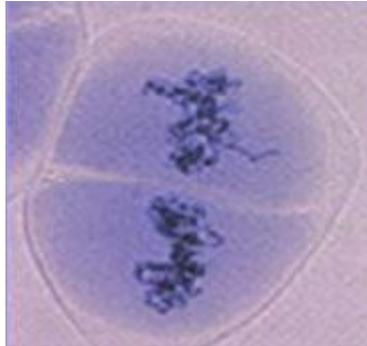
Métaphase 1



Télaphase 1



Anaphase 2



métaphase 2



prophase 1



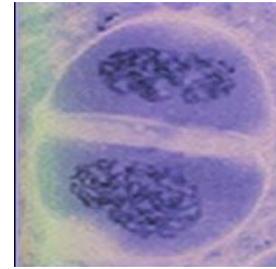
24-2



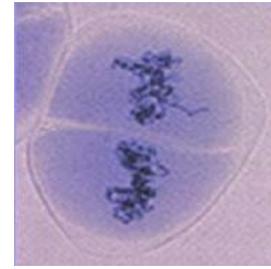
24-2



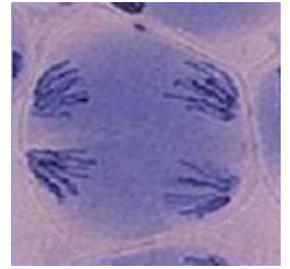
24-2



12-2



12-2



24-1

Croisement n°1 :	P1	P2
[]	[B]	[N]
()	(B//B)	(N//N)
Méiose, gamètes	(B/)	(n/)
F1	[Bleu] : (B//N) B et N codominants	

Croisement n°2 :	F1	HR	
[]	[Bleu]	[B]	
()	(B//N)	(B//B)	
Méiose, gamètes	(B/), (N/)	(B/)	
Echiquier de croisement	HR/F1	(B/)	(N/)
	(B/)	(B//B)	(N//B)
	[]	[B] 50%	[bleu] 50%

Conclusion : Corrélation entre la théorie et l'observation des phénotypes, l'hypothèse est vérifiée, le caractère couleur des poulets est gouverné par un seul gène

Sélection d'un caractère de résistance chez la tomate

8 Sélection d'un caractère de résistance chez la tomate

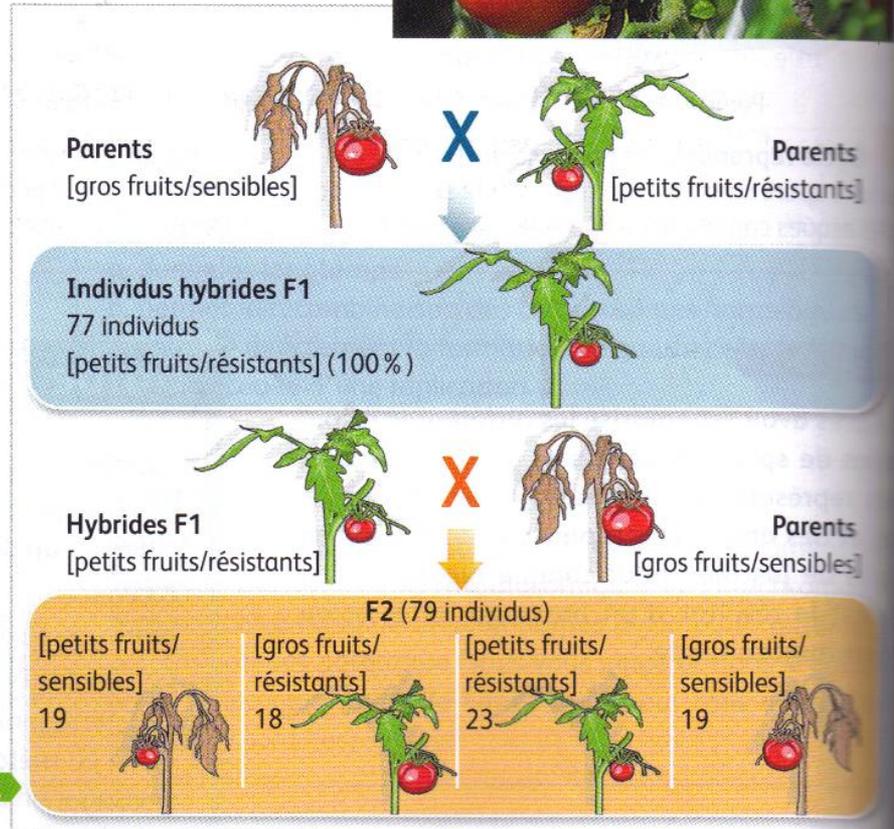
- ▶ Certains plants de tomates produisent de gros fruits, mais sont sensibles à un champignon parasite, *Fusarium oxysporum*, qui affecte les tiges, puis aboutit au dessèchement de l'ensemble du végétal (caractère f).
- ▶ D'autres plants de tomates, produisent des fruits plus petits, mais sont résistants à la maladie (caractère g).
- ▶ Des ingénieurs agronomes cherchent à obtenir une variété résistante à gros fruits. En partant de lignées pures, ils effectuent deux croisements successifs.

QUESTIONS

- 1 Déterminez les allèles dominants et récessifs d'après le phénotype présent en F1. Écrivez les génotypes correspondant aux différents phénotypes, et réécrivez les phénotypes, avec les conventions d'écriture (ex. (f//f+) [f+]).
- 2 Indiquez le nom du second croisement.
- 3 Calculez les pourcentages de chaque phénotype en F2 et justifiez si ces deux gènes sont liés ou indépendants.
- 4 Expliquez comment les chercheurs vont mettre au point la variété recherchée.

Croisements de tomates 2
(caractères grosseur du fruit, résistance au *Fusarium*).

Plant touché 1
par *Fusarium*.



Nomenclature des gènes

► Certains plants de tomates produisent de gros fruits, mais sont sensibles à un champignon parasite, *Fusarium oxysporum*, qui affecte les tiges, puis aboutit au dessèchement de l'ensemble du végétal (caractère f).

► D'autres plants de tomates, produisent des fruits plus petits, mais sont résistants à la maladie (caractère g).

► Des ingénieurs agronomes cherchent à obtenir une variété résistante à gros fruits. En partant de lignées pures, ils effectuent deux croisements successifs.

Caractère f
→ **Gène f**

Caractère g
→ **Gène g**

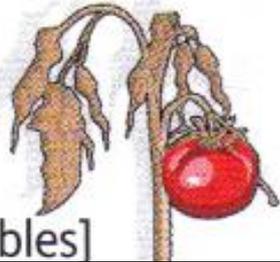
Détermination des dominances et récessivités

Caractère f → Gène f pour la résistance/sensibilité

Caractère g → Gène g pour la taille du fruit

Parents

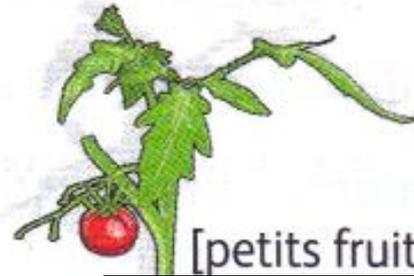
[gros fruits/sensibles]



X

Parents

[petits fruits/résistants]



Parents P1 : (g//g) et (f//f)

Parents P2 : (g+//g+) et (f+//f+)

Individus hybrides F1

77 individus

[petits fruits/résistants] (100%)

1

Hybrides f1 :
(g+//g) et (f+//f)

Allèle g+ : fruit petit dominant, donc allèle g : gros fruit récessif

Allèle f+ : résistant dominant, donc allèle f : sensible au *Fusarium*

Sélection d'un caractère de résistance chez la tomate

8 Sélection d'un caractère de résistance chez la tomate

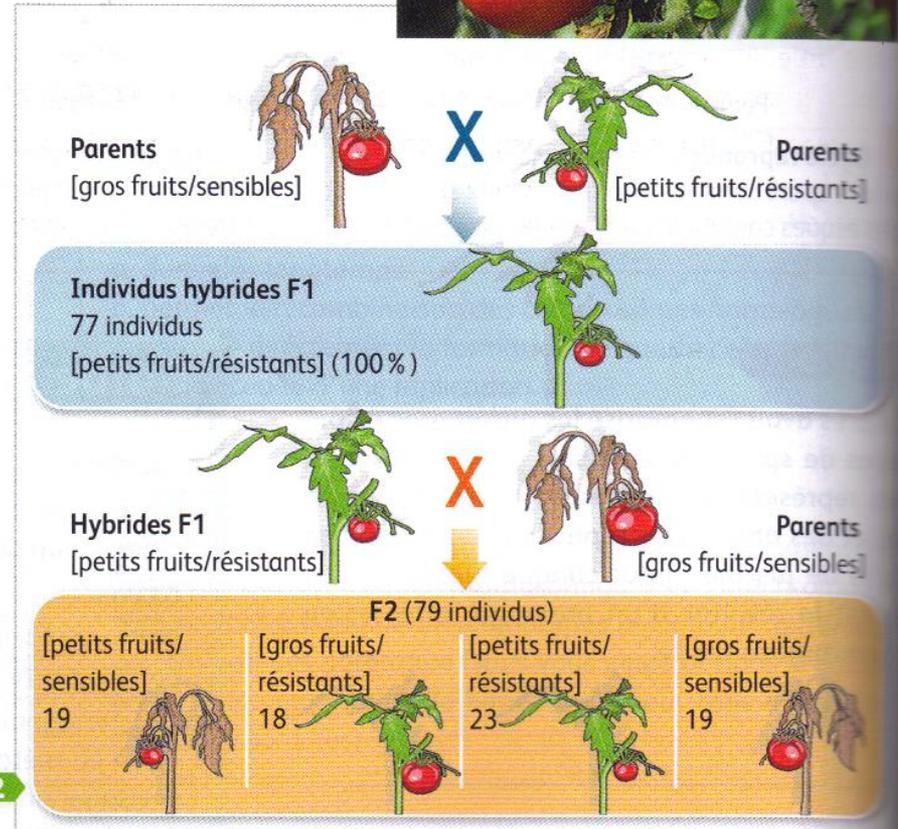
- ▶ Certains plants de tomates produisent de gros fruits, mais sont sensibles à un champignon parasite, *Fusarium oxysporum*, qui affecte les tiges, puis aboutit au dessèchement de l'ensemble du végétal (caractère f).
- ▶ D'autres plants de tomates, produisent des fruits plus petits, mais sont résistants à la maladie (caractère g).
- ▶ Des ingénieurs agronomes cherchent à obtenir une variété résistante à gros fruits. En partant de lignées pures, ils effectuent deux croisements successifs.

QUESTIONS

- 1 Déterminez les allèles dominants et récessifs d'après le phénotype présent en F1. Écrivez les génotypes correspondant aux différents phénotypes, et réécrivez les phénotypes, avec les conventions d'écriture (ex. (f//f+) [f+]).
- 2 Indiquez le nom du second croisement.
- 3 Calculez les pourcentages de chaque phénotype en F2 et justifiez si ces deux gènes sont liés ou indépendants.
- 4 Expliquez comment les chercheurs vont mettre au point la variété recherchée.

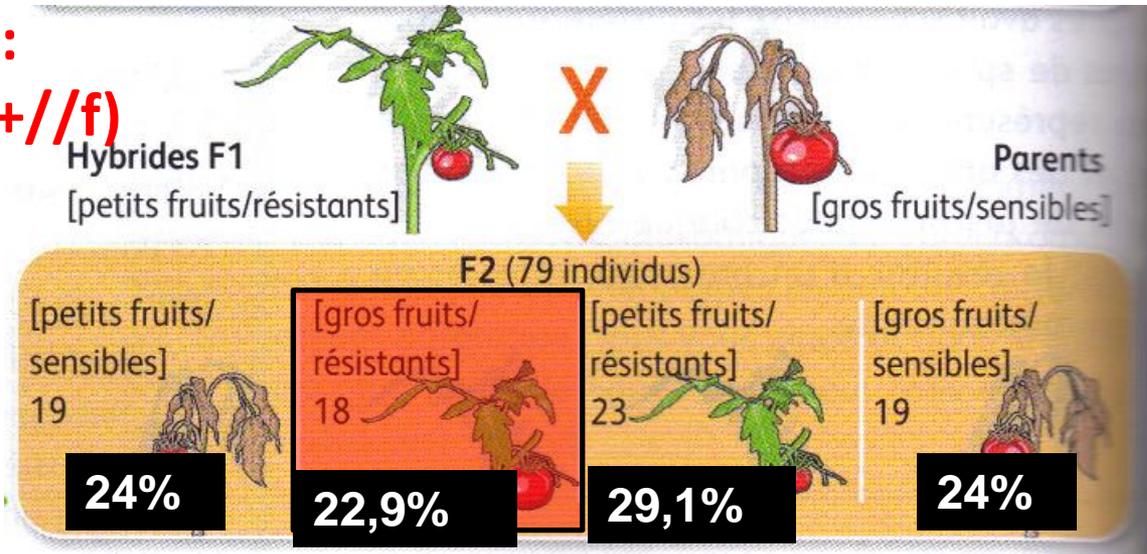
Croisements de tomates 2
(caractères grosseur du fruit, résistance au *Fusarium*).

Plant touché 1
par *Fusarium*.



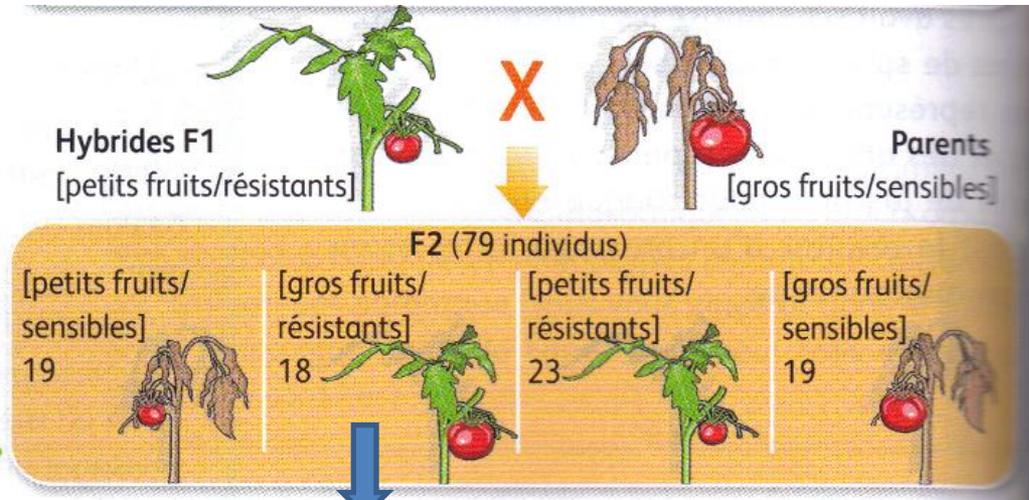
Second croisement

Hybrides F1 :
(g+//g) et (f+//f)
[g+ ; f+]



Gamètes P1 \ Gamètes F1	(g/) et (f/)	phénotype
(g+/) et (f/)	(g+//g) et (f//f)	[g+ ; f]
(g/) et (f+)	(g//g) et (f+//f)	[g ; f+]
(g+/) et (f+)	(g+//g) et (f+//f)	[g+ ; f+]
(g/) et (f/)	(g//g) et (f//f)	[g ; f]

Obtention d'une lignée pure [g ; f+]



(g//g) et (f+//f)

Problème : obtenir (g//g) et (f+//f+)

On croise F2 x F2

Gamètes F2	(g/) et (f/)	(g/) et (f+//)	
(g/) et (f/)	(g//g) et (f//f) [g ; f]	(g//g) et (f//f+) [g ; f+]	En F3 : 50% [g ; f] 50% [g ; f+] À distinguer par un test-cross
(g/) et (f+//)	(g//g) et (f+//f) [g ; f+]	(g//g) et (f+//f+) [g ; f+]	

Thème : Génétique et évolution.

Chapitre 2 : Mécanismes de diversification des êtres vivants

I. Les mécanismes génétiques.

A. La diversité liée à la reproduction sexuée (méiose et fécondation).

B. Conséquences d'anomalies au cours de la méiose.

1. Des anomalies du caryotype.

2. Un enrichissement du génome.

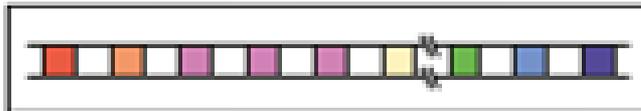
C. Des modifications de l'expression de certains gènes.

1. Les gènes du développement.

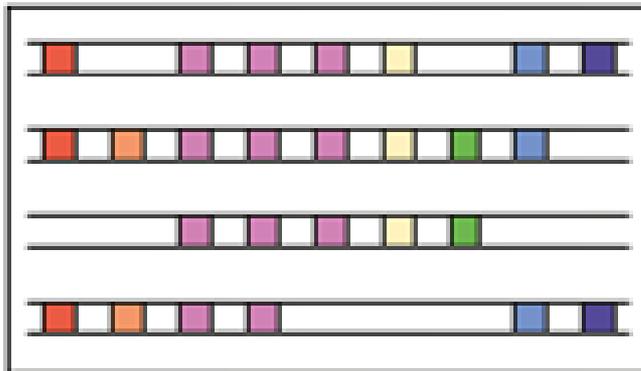
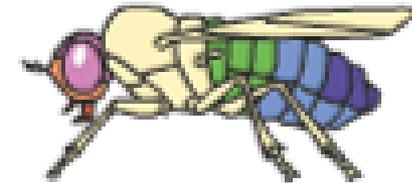
Organisation des complexes de gènes homéotiques et leurs domaines d'expression chez trois animaux

Disposition des gènes sur les chromosomes

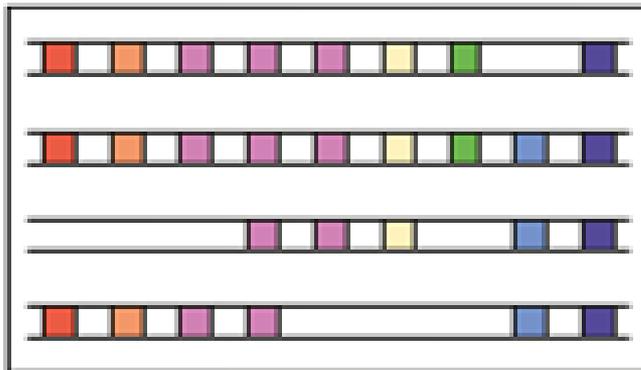
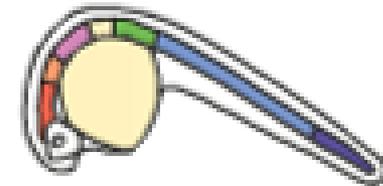
Régions où les gènes s'expriment



drosophile

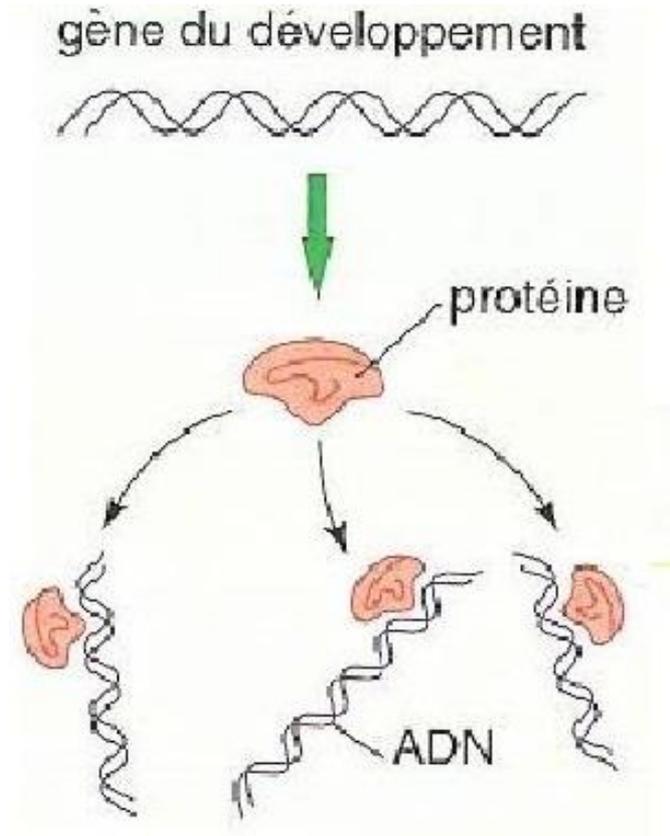
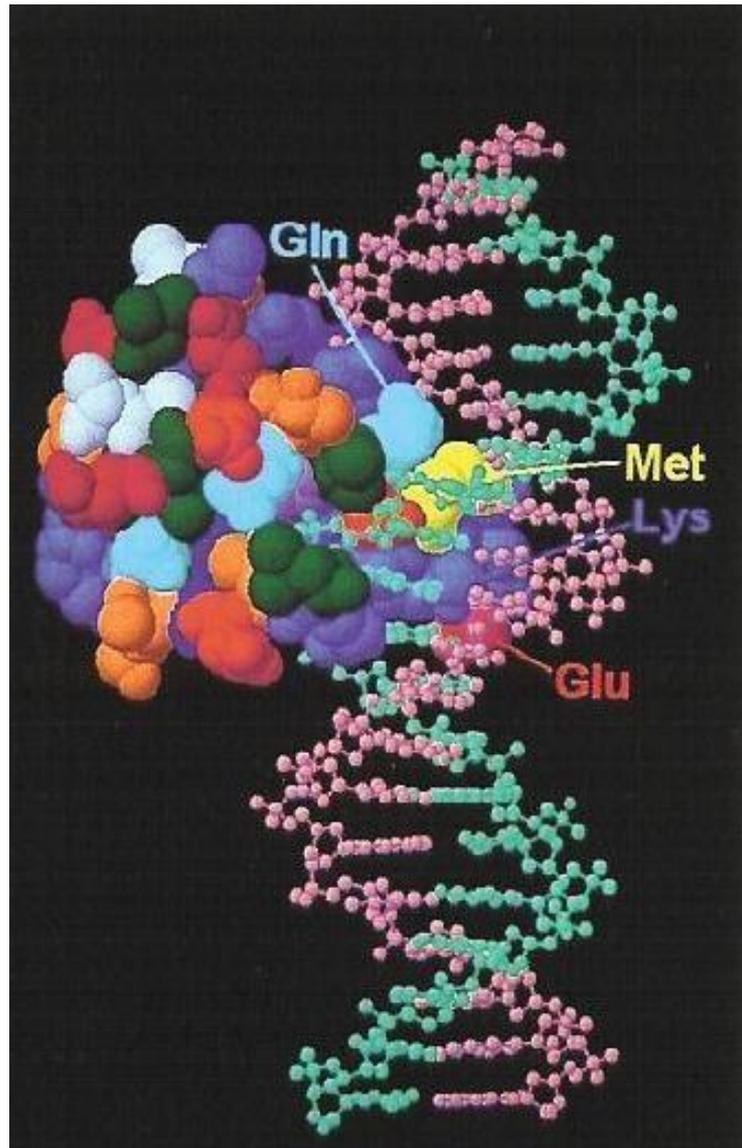


poisson zèbre (embryon)



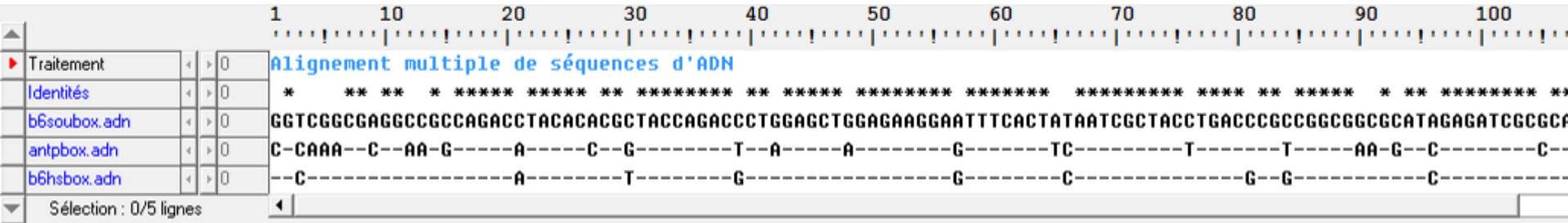
souris (embryon)





=> Activation ou inhibition de milliers de gènes

Comparaison du gène responsable de la formation de l'œil chez différentes espèces

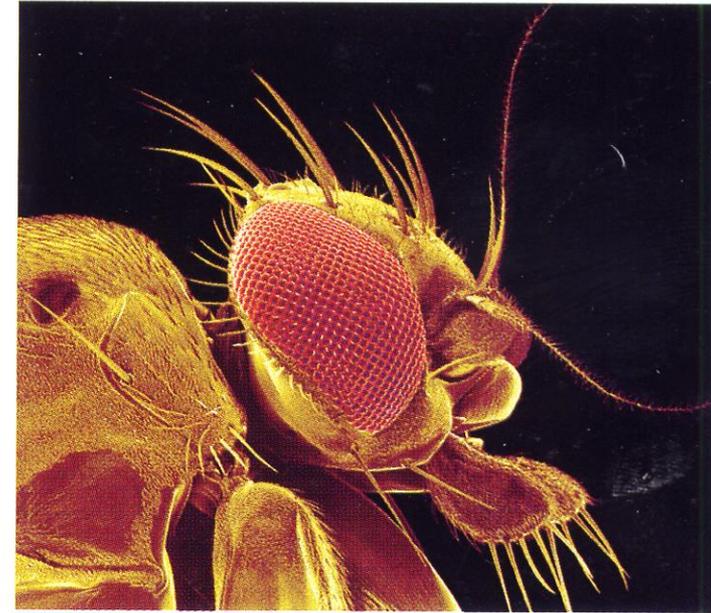
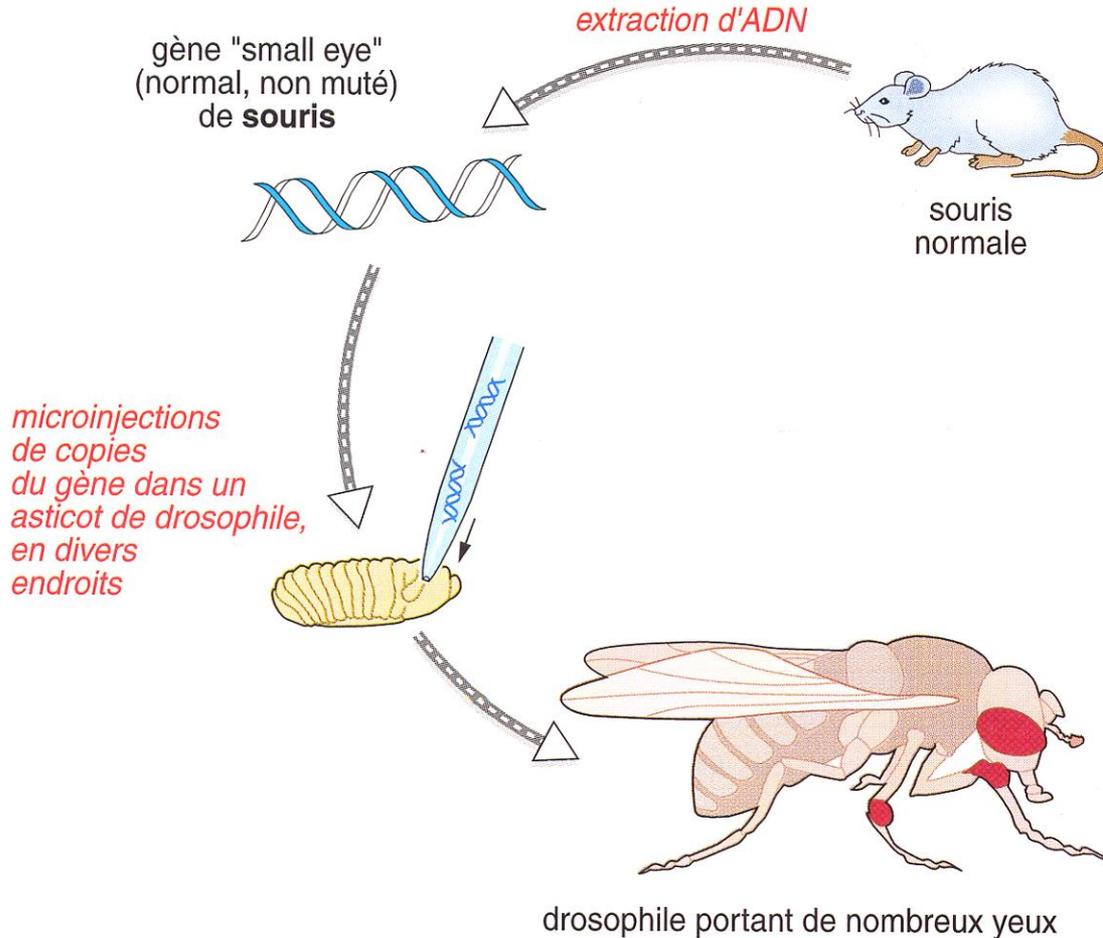


	souris	drosophile	homme
Souris	100 %	81,7 %	92,2 %
drosophile		100 %	83,3 %
homme			100 %

Forte homologie de séquence (> 20 %)

Ces gènes dérivent d'un gène ancestral commun

Résultat d'une expérience de transgénèse



L'œil de drosophile est un organe complexe. C'est un œil d'insecte, très différent de celui des mammifères ; il est qualifié de « composé » car constitué de multiples facettes. On estime qu'au moins 2 500 gènes différents interviennent pour diriger la fabrication par les

Le gène « architecte » de la souris a activé les 2500 gènes « ouvriers » qui permettent la formation d'un œil de drosophile

Thème : Génétique et évolution.

Chapitre 2 : Mécanismes de diversification des êtres vivants

I. Les mécanismes génétiques.

A. La diversité liée à la reproduction sexuée (méiose et fécondation).

B. Conséquences d'anomalies au cours de la méiose.

1. Des anomalies du caryotype.

2. Un enrichissement du génome.

C. Des modifications de l'expression des gènes.

1. Les gènes du développement.

2. Modifications de l'expression des gènes du développement.