

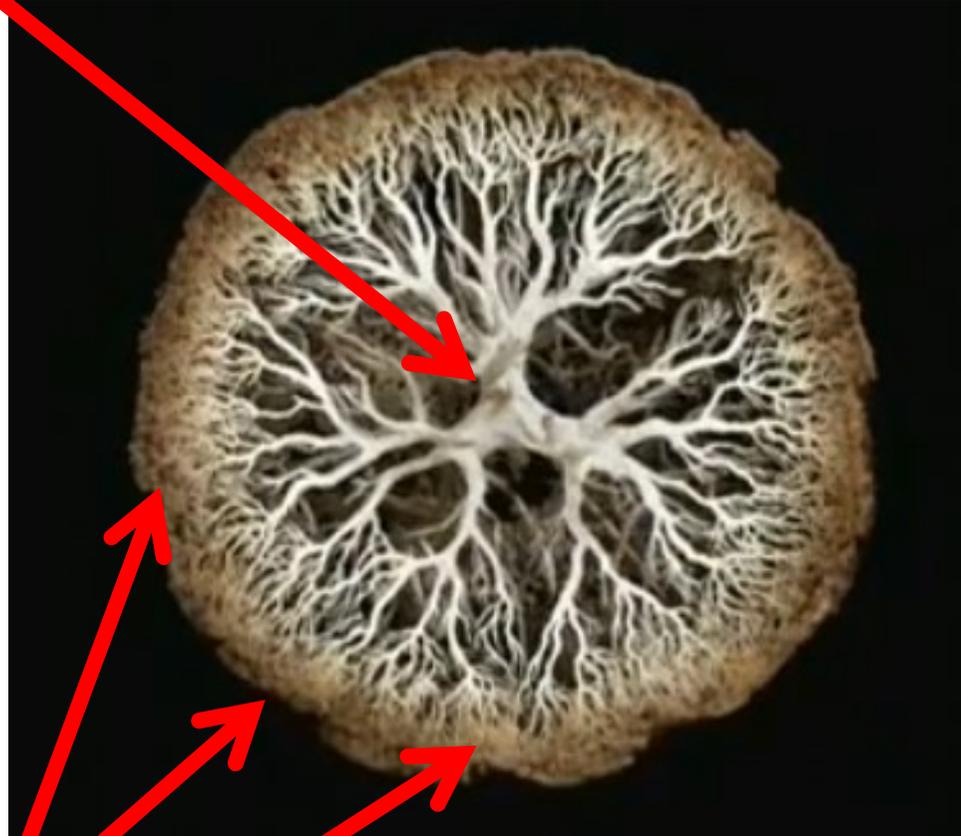
TS

# ***Thème I: Génétique et évolution***



# L'arbre du vivant

**Un ancêtre commun**

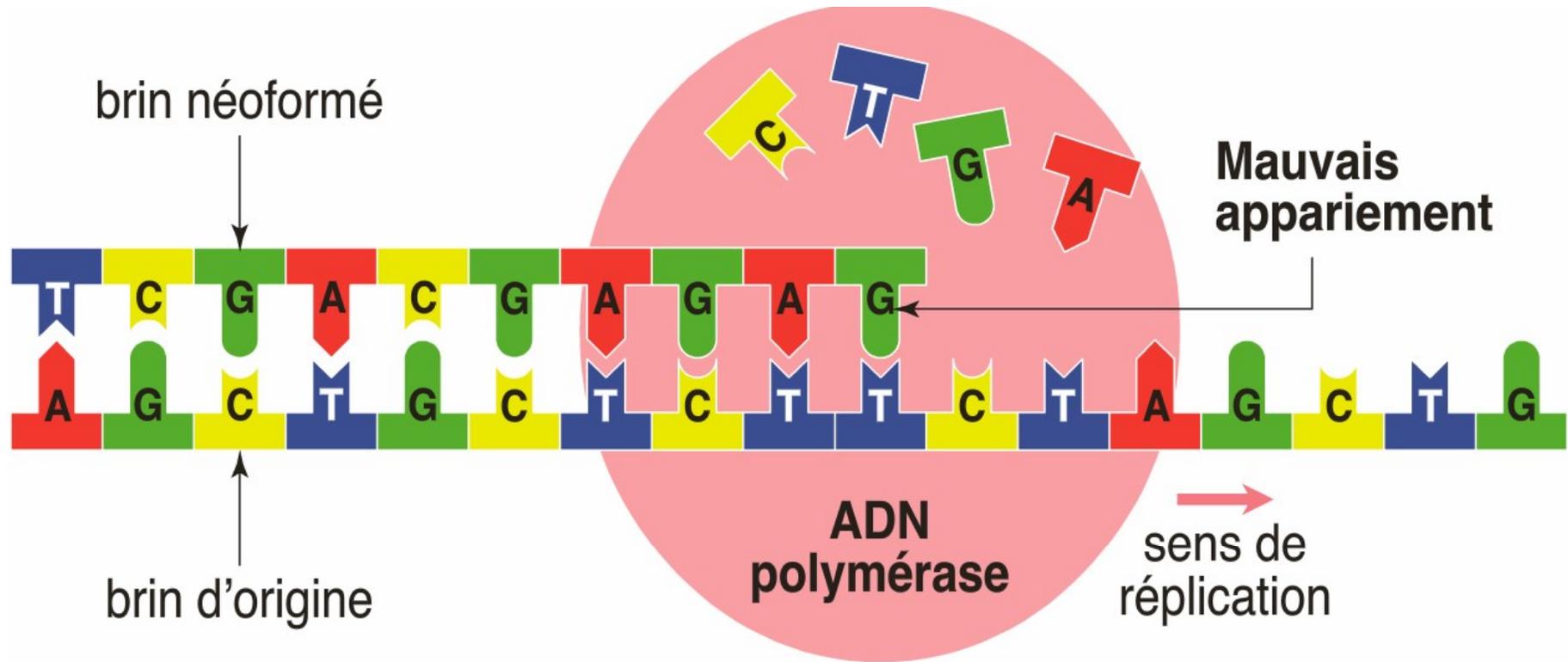


**Plusieurs millions  
d'espèces actuelles  
ou passées.**

Quels sont les mécanismes  
générateurs de diversité au sein  
du vivant ?

# **Thème : Génétique et évolution.**

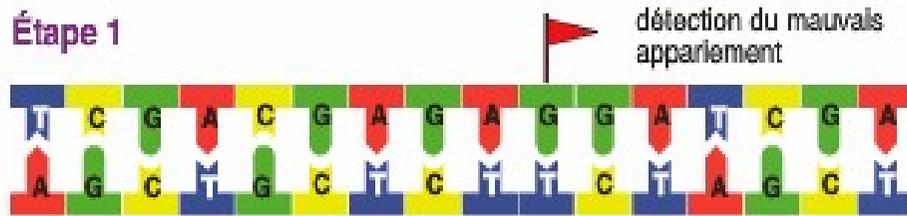
## **Chapitre 2 : Mécanismes de diversification des êtres vivants**



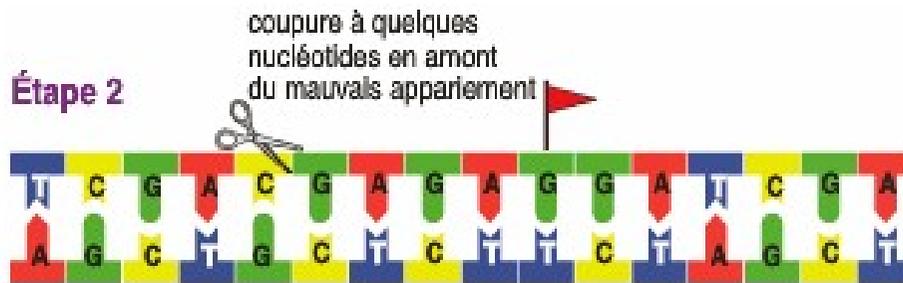
**L'ADN polymérase commet 1 erreur sur 100 000 nucléotides**

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

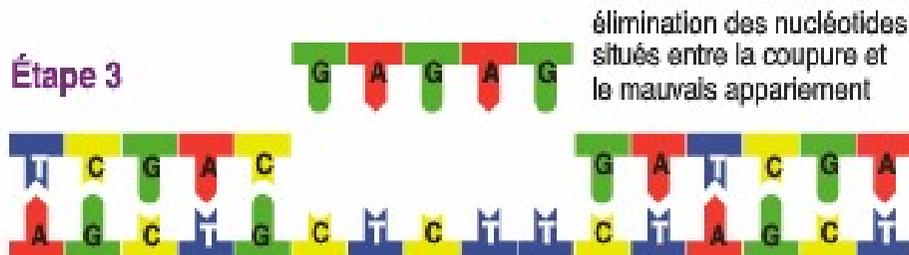
Étape 1



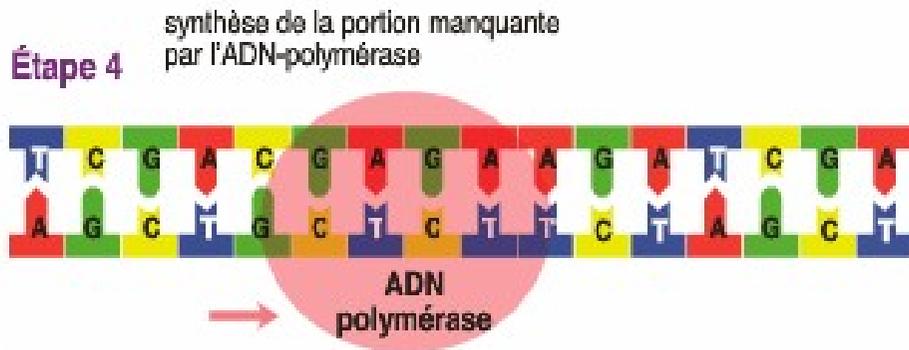
Étape 2



Étape 3

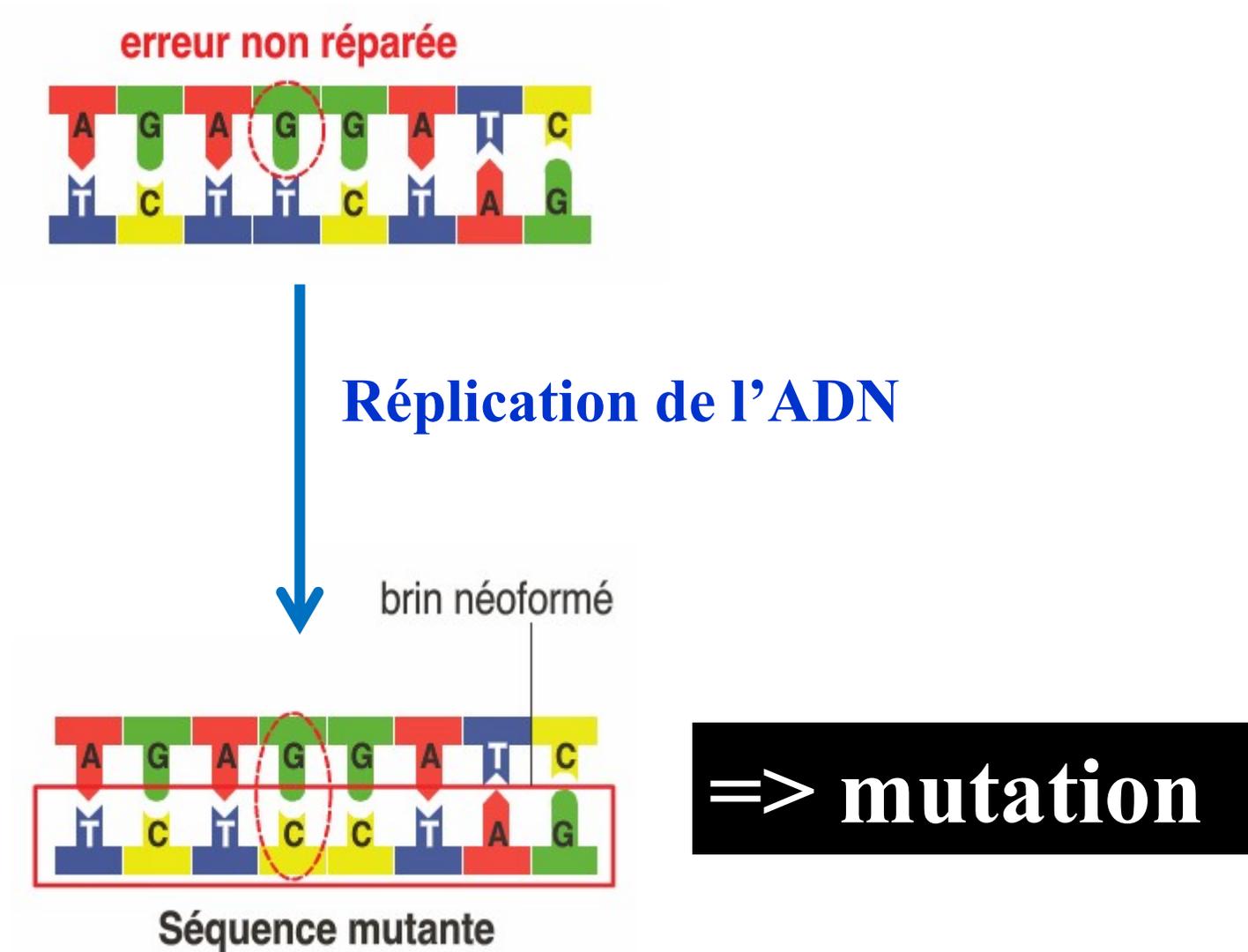


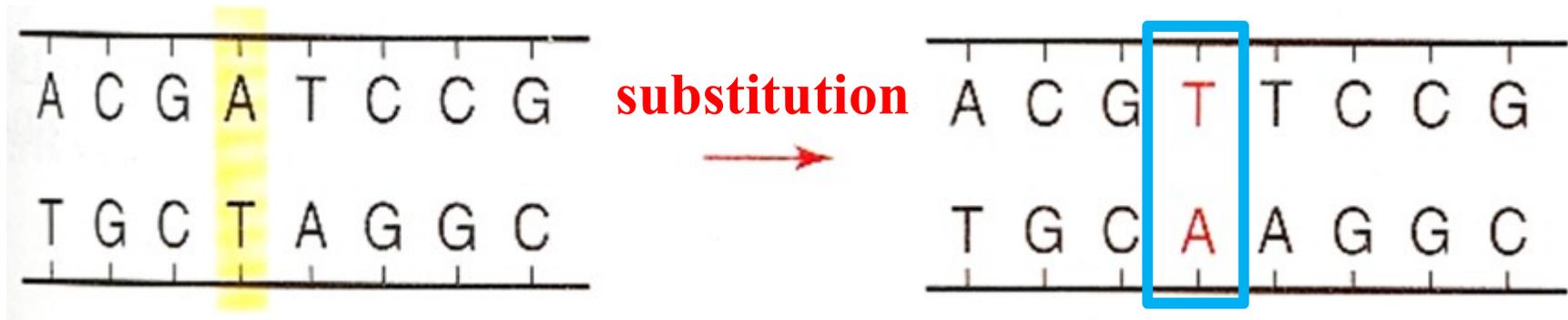
Étape 4



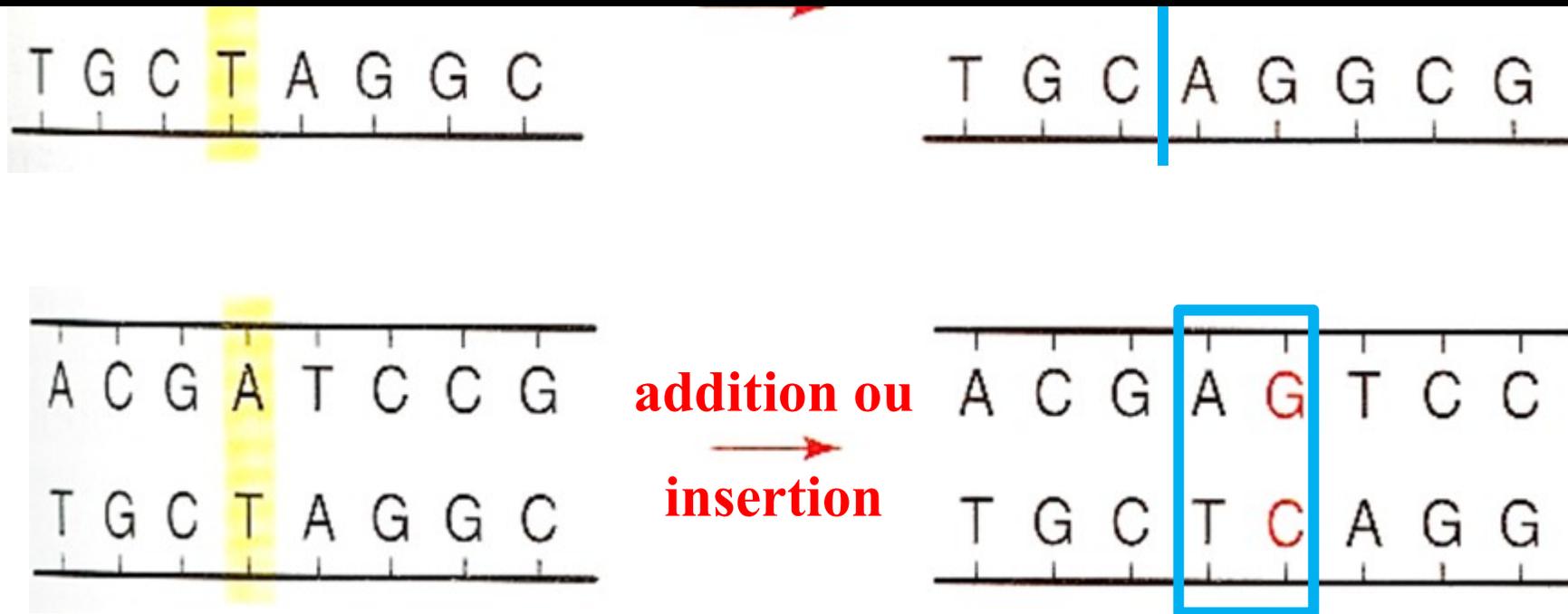
**=> 99,9 % des erreurs sont corrigées**

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





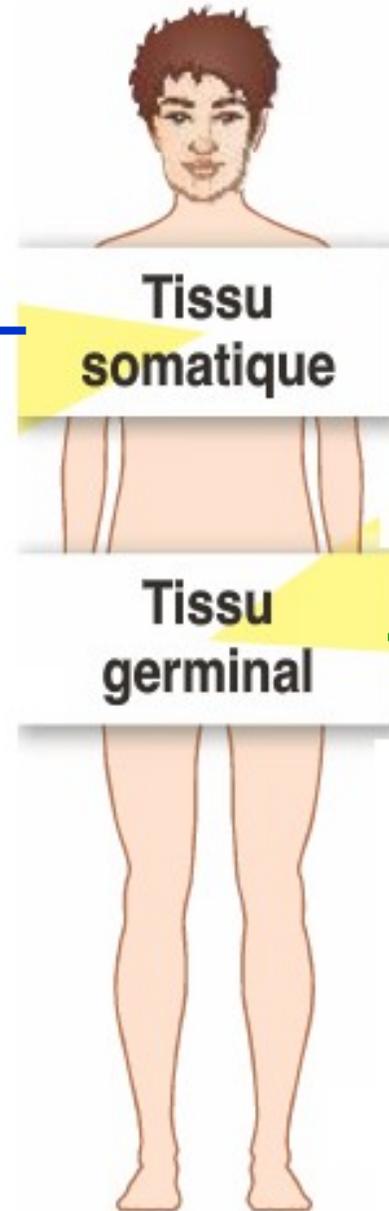
**Diversité : création d'une nouvelle version d'un gène  
 (= allèle)**



# 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 mécanismes (autres que les mutations) créent de la diversité ?**

# Thème : Génétique et évolution.

## Chapitre 2 : Mécanismes de diversification des êtres vivants

### I. Les mécanismes génétiques ayant lieu au cours de la reproduction sexuée (méiose et fécondation)



# Thème : Génétique et évolution.

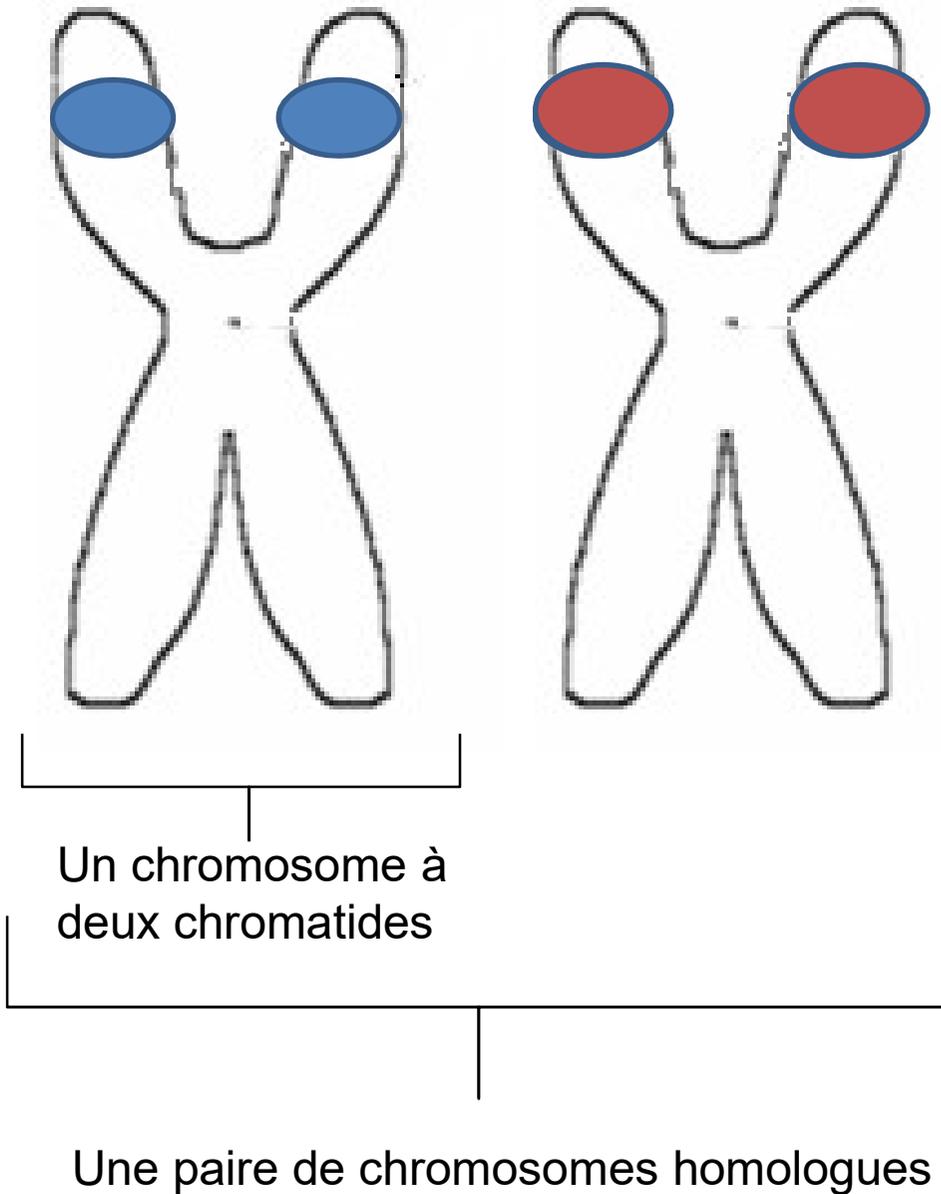
## Chapitre 2 : Mécanismes de diversification des êtres vivants

### I. Les mécanismes génétiques ayant lieu au cours de la reproduction sexuée (méiose et fécondation)

#### A. Les brassages génétiques au cours de la méiose

##### 1. Définitions et conventions d'écriture

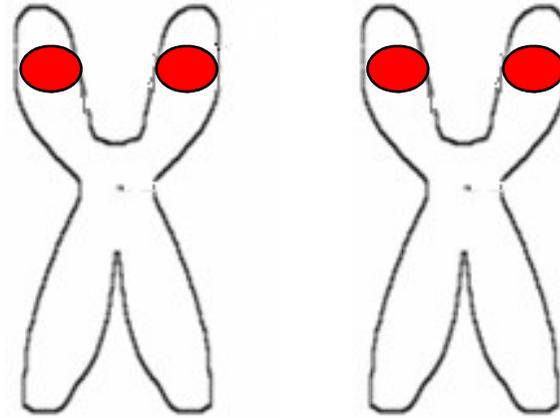
## Quelques rappels



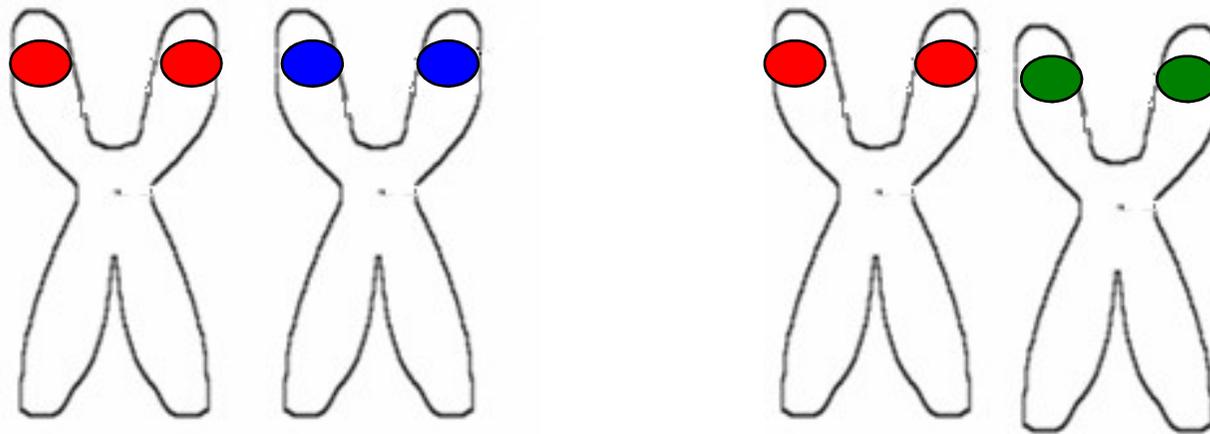
Même gène au même locus sur deux chromosomes homologues

Les deux chromosomes homologues peuvent porter les mêmes allèles ou des allèles différents

## définitions



Individu homozygote pour le gène responsable des groupes sanguins



Individu hétérozygote pour le gène responsable des groupes sanguins

## Conventions d'écriture du phénotype et du génotype

phénotype



S'écrit entre [ ]

génotype



S'écrit entre ( )

Cellule diploïde



Les deux allèles sont séparés par deux barres obliques symbolisant les 2 chr. homologues

Cellule haploïde  
(gamète)

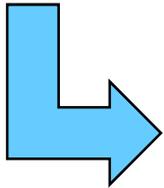


L'allèle est écrit avant une barre oblique symbolisant 1 chr. de la paire

## Conventions d'écriture du phénotype et du génotype

Gène 1 Allèle A et a  
Gène 2 allèle B et b

Si les deux gènes sont indépendants ( pas sur la même paire d'homologues)



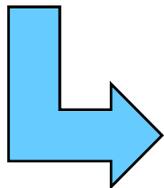
Génotype

★(A//A,B//B)  
★(A//a,B//b)  
★(a//a, b//b) .....

Phénotype

★[AB]  
★[AB]  
★[ab]

Si les deux gènes sont liés (sur la même paire d'homologues)



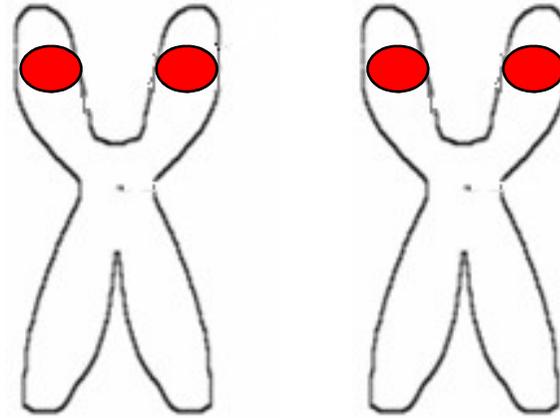
Génotype

★(AB//AB)  
★(AB//ab)  
★(ab//ab) .....

Phénotype

★[AB]  
★[AB]  
★[ab]

## définitions

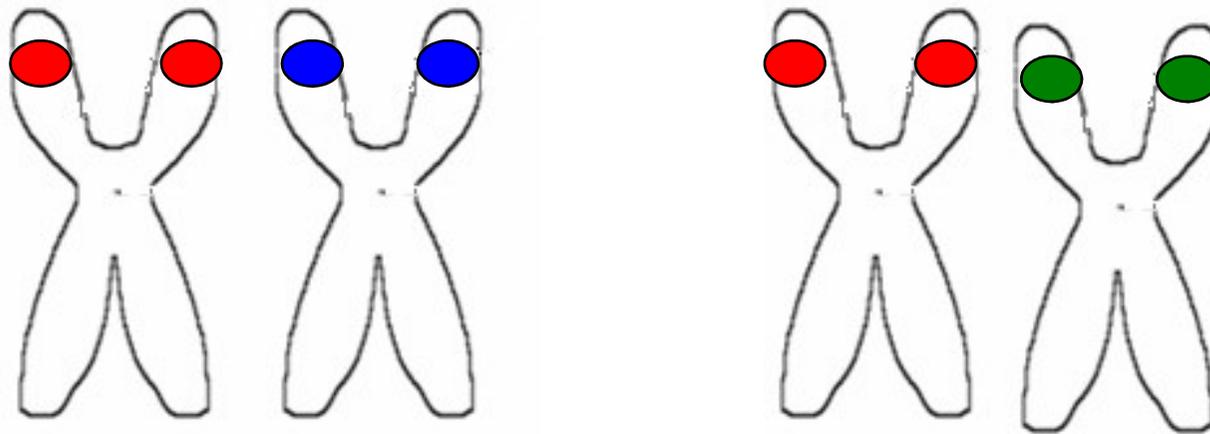


● Allèle A

● Allèle B

● Allèle O

Individu homozygote pour le gène responsable des groupes sanguins



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 ayant lieu au cours de la reproduction sexuée (méiose et fécondation)

#### A. Les brassages génétiques au cours de la méiose

##### 1. Définitions et conventions d'écriture

##### 2. Les croisements tests et leur intérêt.



|                  |
|------------------|
| <b>Phénotype</b> |
|------------------|

|      |
|------|
| [vg] |
|------|

Peut-on déduire son génotype ?

|                 |
|-----------------|
| <b>Génotype</b> |
|-----------------|

|          |
|----------|
| (vg//vg) |
|----------|

## Principe et intérêt des croisements tests



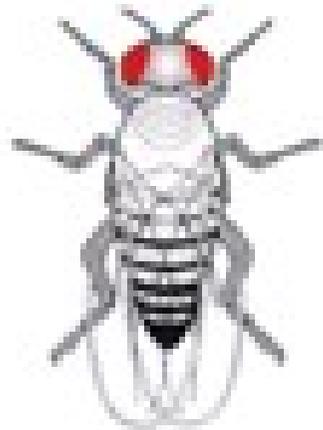
|                    |
|--------------------|
| <b>Phénotype</b>   |
| [ailes<br>longues] |

Peut-on déduire son génotype ?

| <b>Génotype<br/>possible n°1</b> | <b>Génotype<br/>possible n°2</b> |
|----------------------------------|----------------------------------|
| $(vg^{+//}vg)$                   | $(vg^{+//}vg^{+})$               |

## Principe et intérêt des croisements tests

**A**  
Génotype  
inconnu



**croisement test**



**B**  
Individu homozygote  
récessif pour le gène  
étudié

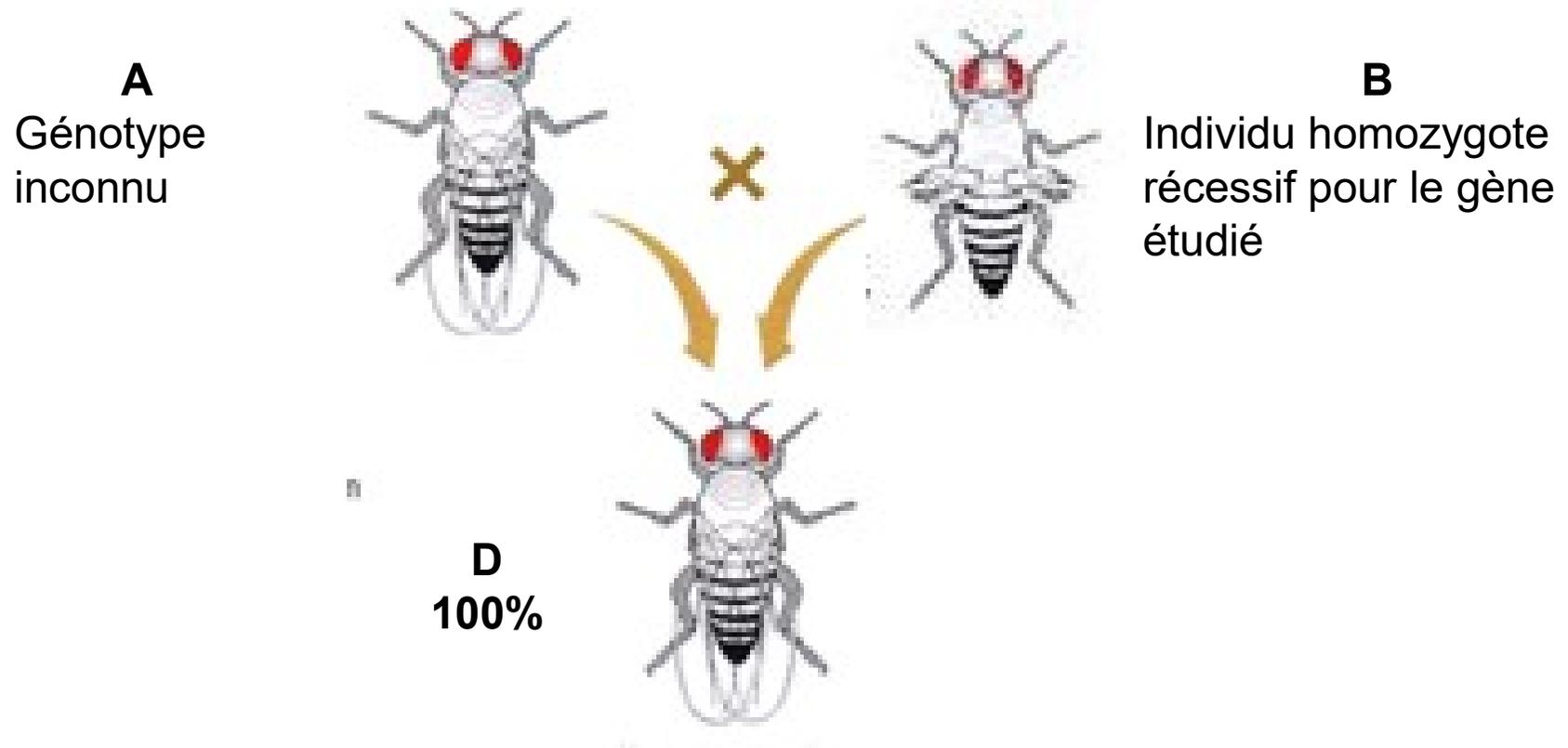


**Ecrire phénotype de A et B**

**Ecrire génotype de B**

## Principe et intérêt des croisements tests

### 1<sup>er</sup> cas: descendance homogène



Si on obtient 1 seul phénotype à l'issue de ce croisement, c'est que l'individu étudié n'a produit qu'un seul type de gamète, il est donc homozygote pour le gène considéré.

**Ecrire phénotype génotype D, génotype des gamètes de B puis de A puis génotype de A**

## 2<sup>nd</sup> cas : descendance hétérogène

**A**  
Génotype  
inconnu



**B**  
Individu homozygote  
récessif pour le gène  
étudié

50%

Drosophiles  
à ailes vestigiales,  
corps gris



**D**

50%

Drosophiles  
à ailes longues,  
corps gris



**D**

Si on obtient 2 types de phénotypes à l'issue de ce croisement :

Alors, on peut dire que l'individu étudié a produit 2 types de gamètes donc que son génotype comporte 2 allèles différents. L'individu étudié est donc hétérozygote pour le gène considéré.

**Ecrire génotype D, génotype des gamètes de B puis de A puis génotype de A**

## intérêt des croisements tests

**Les phénotypes des individus issus du croisement test correspondent aux génotypes des gamètes produits par l'individu que l'on étudie**

# Thème : Génétique et évolution.

## Chapitre 2 : Mécanismes de diversification des êtres vivants

### I. Les mécanismes génétiques ayant lieu au cours de la reproduction sexuée (méiose et fécondation)

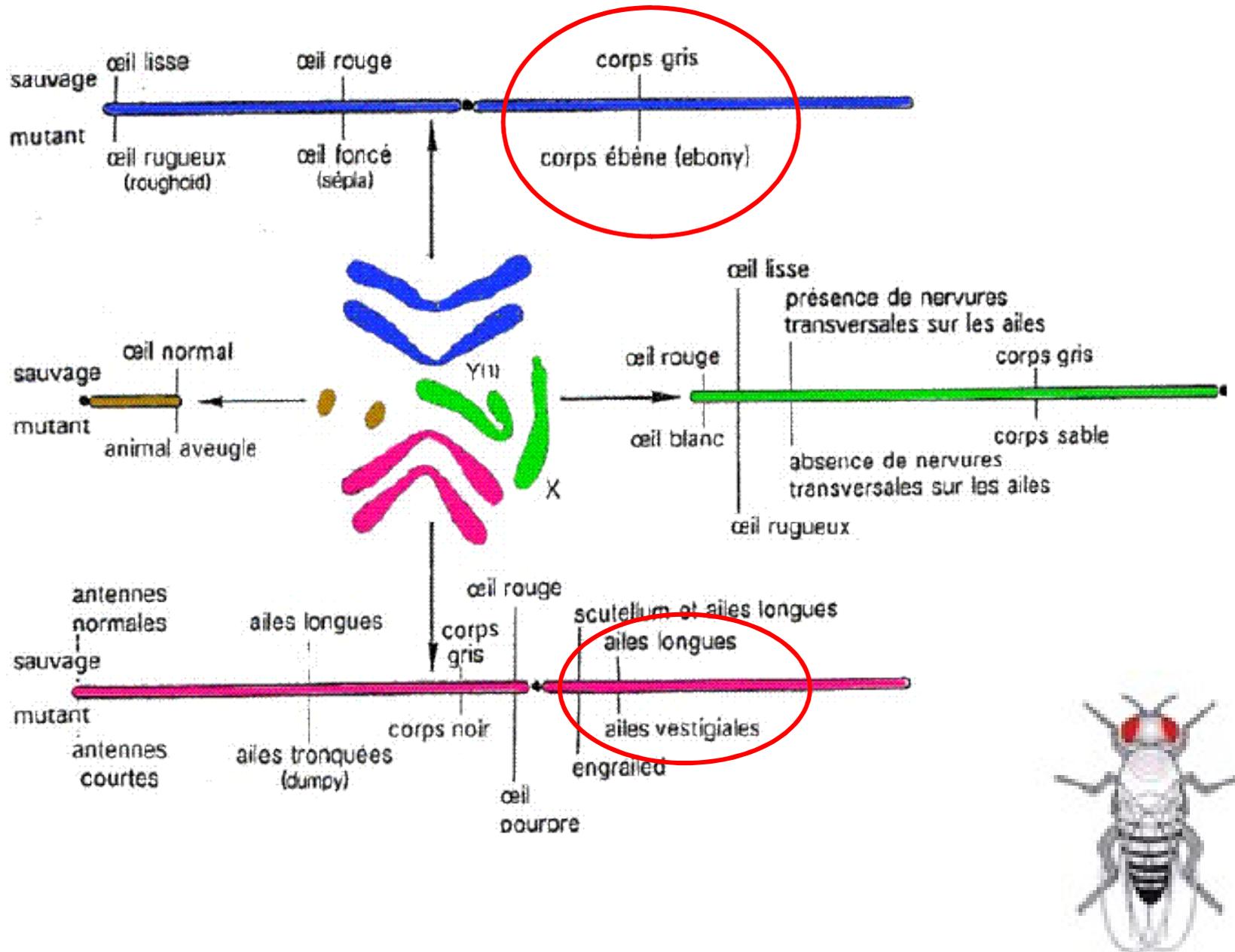
#### A. Les brassages génétiques au cours de la méiose

##### 1. Définitions et conventions d'écriture

##### 2. Les croisements tests et leur intérêt.

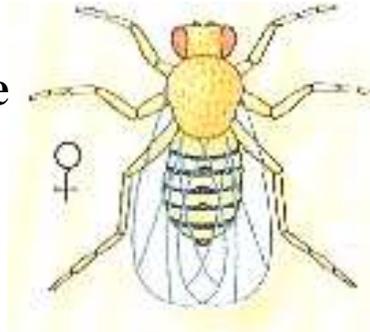
##### 3. Le brassage inter chromosomique.

# Localisation des gènes sur les chromosomes de la drosophile

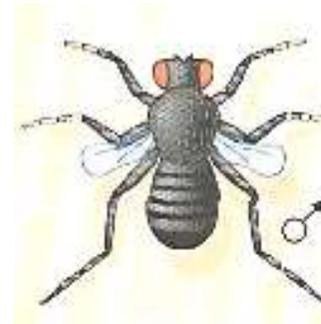


**Analyse de résultats de croisements effectués chez la drosophile.  
(Pour des caractères codés par des gènes situés sur 2 chromosomes différents = gènes indépendants)**

Femelle de lignée pure



×



mâle de lignée pure

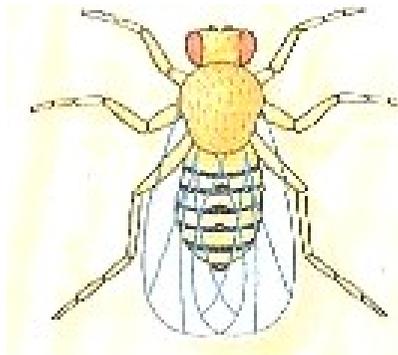
**(Vg+//Vg+; eb+//eb+)**

**(Vg//Vg ; eb//eb)**



**100 %**

Hétérozygote

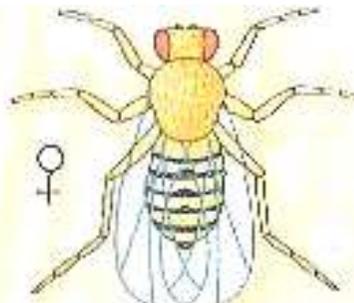


**F1**

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

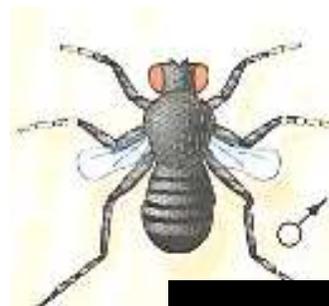
Test-cross

Hybride F<sub>1</sub>  
ailes longues [L]  
corps gris [G]  
femelle



×

Drosophile homozygote  
ailes vestigiales [vg]  
corps noir [n]  
(double récessif)  
mâle

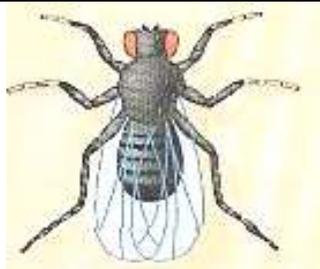


**(Vg+//Vg ; eb+//eb)**

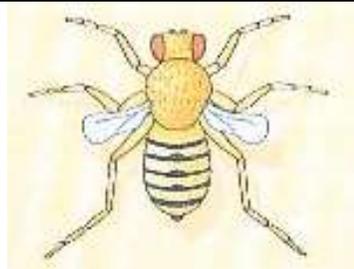
**(Vg//Vg ; eb//eb)**

Quatre phénotypes

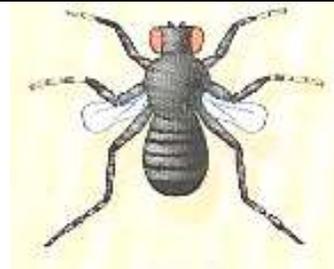
**L'hybride de la F1 a produit 4 types de gamètes**



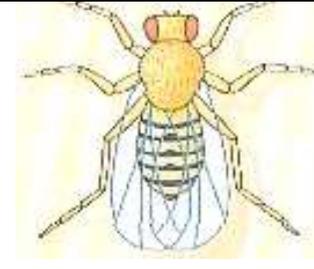
**[vg+;eb]**



**[vg;eb+]**



**[vg;eb]**



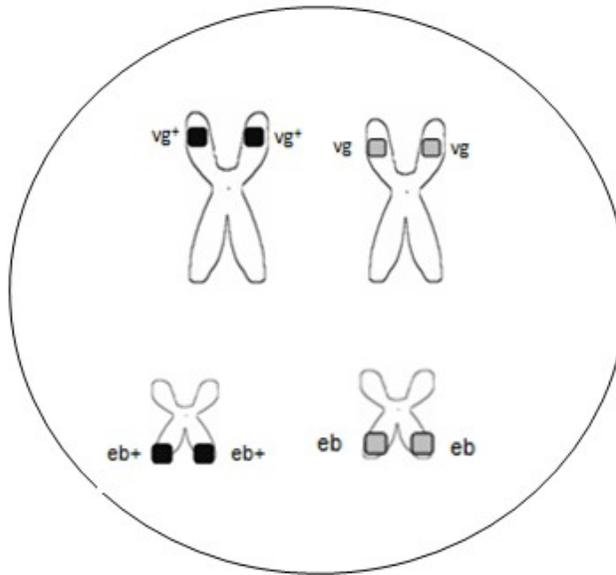
**[vg+;eb+]**

# Répartition aléatoire des chromosomes en anaphase 1 de méiose

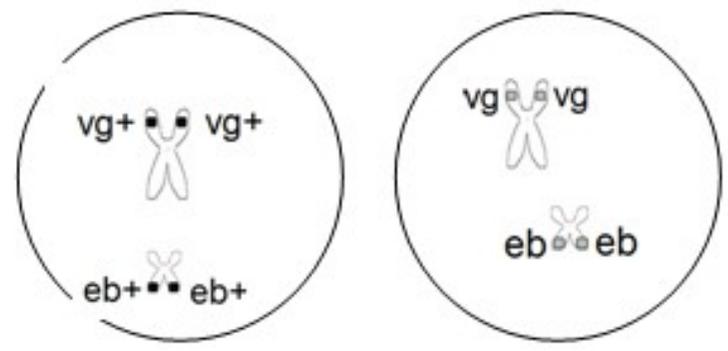
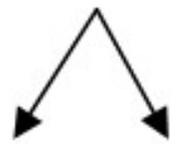
**F1**



♂ ou ♀  
(ailes longues,  
corps gris)

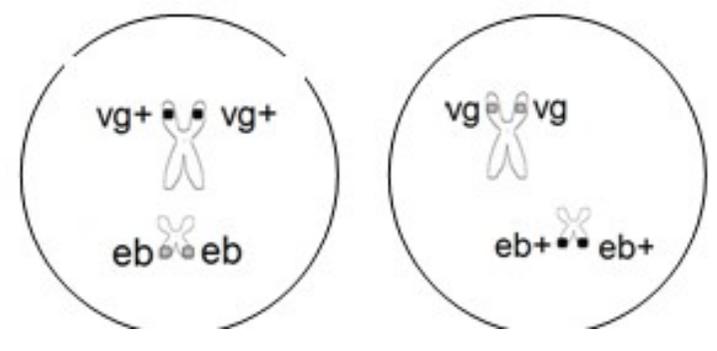
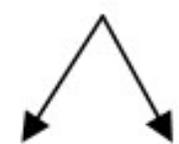


Anaphase 1



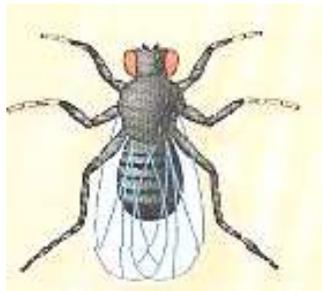
**OU**

Anaphase 1

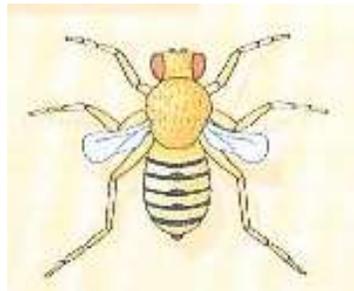


Test-cross

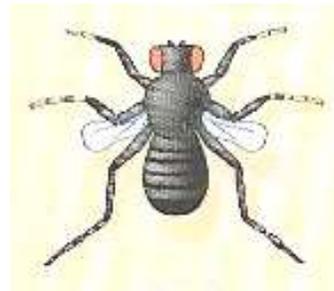
L'hybride de la F1 a produit 4 types de gamètes en proportion équiprobable => la séparation des chromosomes homologues est aléatoire et indépendante pour chaque paire



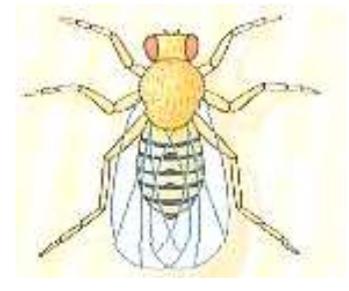
**[vg+;eb]**  
**25 %**



**[vg;eb+]**  
**25 %**



**[vg;eb]**  
**25 %**



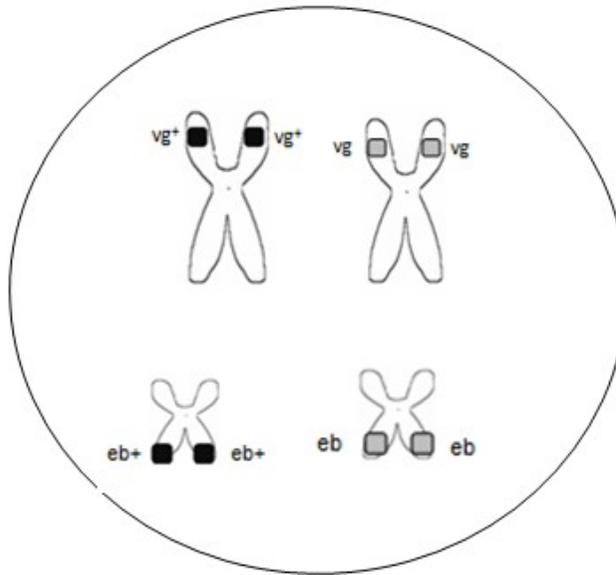
**[vg+;eb+]**  
**25 %**

# Répartition aléatoire des chromosomes en anaphase 1 de méiose

**F1**



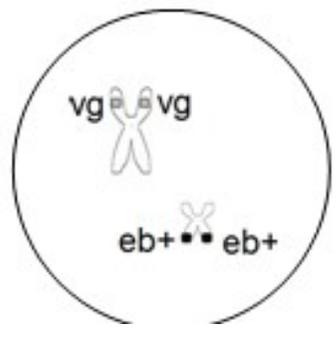
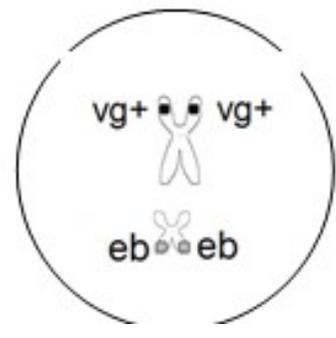
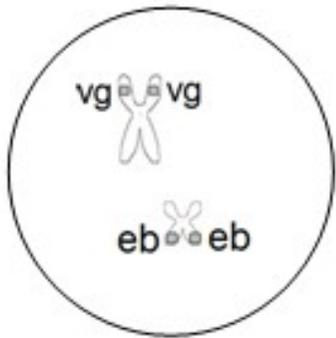
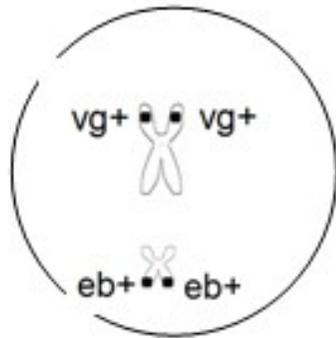
♂ ou ♀  
(ailes longues,  
corps gris)



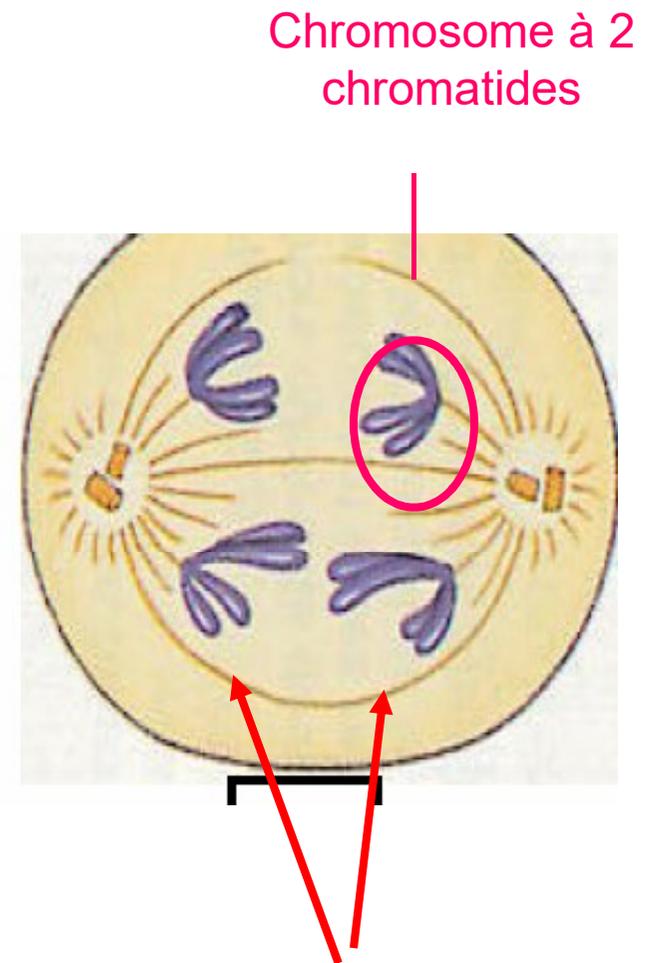
**50 %**

**OU**

**50 %**



## Anaphase I



Chromosome à 2 chromatides

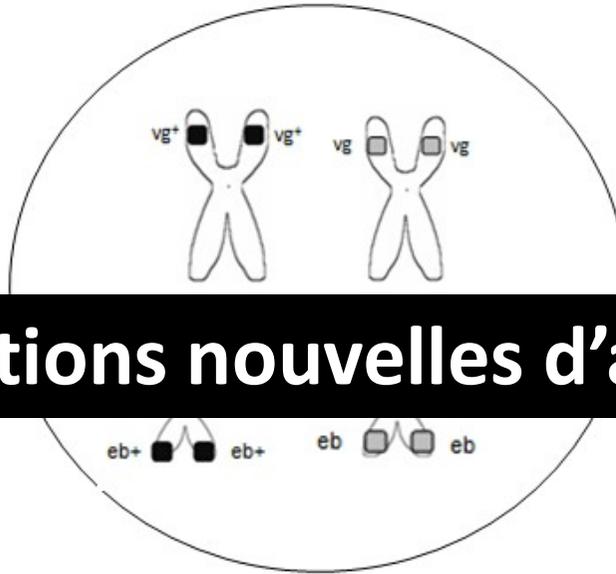
2 chromosomes homologues

## Brassage inter chromosomique

- **gènes indépendants**
- Correspond à une **association aléatoire des chromosomes** (donc des allèles qu'ils portent) dans les gamètes.
- **anaphase de la 1<sup>ère</sup> division méiotique**
- dû à la répartition **aléatoire et indépendante pour chaque paire** des chromosomes homologues dans les différents gamètes
- crée des **associations d'allèles qui n'existaient pas chez les parents**

# Répartition aléatoire des chromosomes en anaphase 1 de méiose

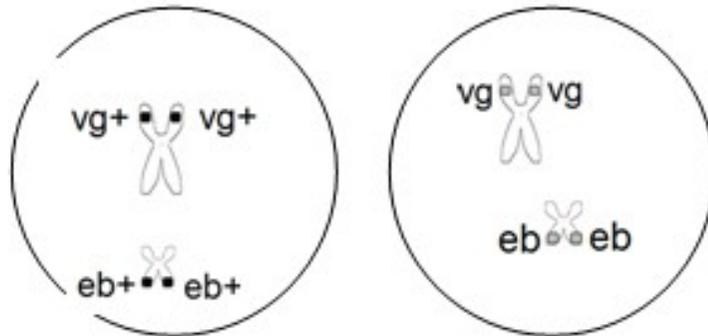
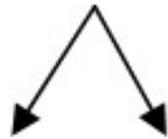
F1



## Associations nouvelles d'allèles

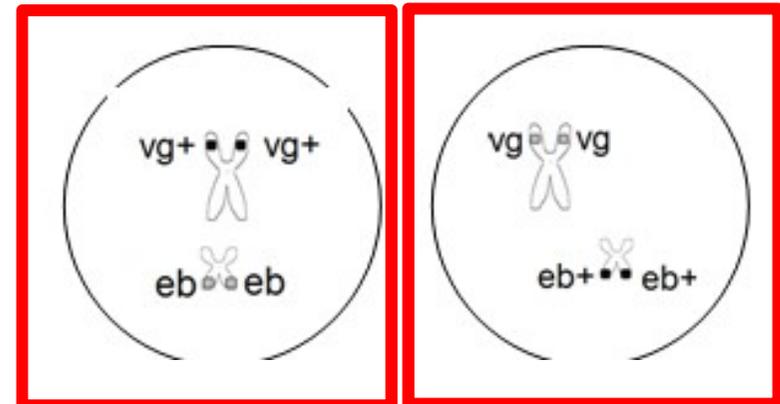
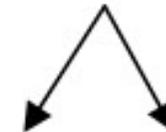
corps gris)

Anaphase 1



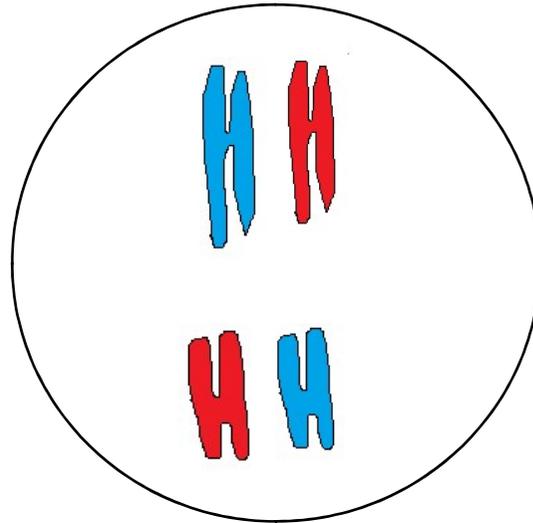
**OU**

Anaphase 1



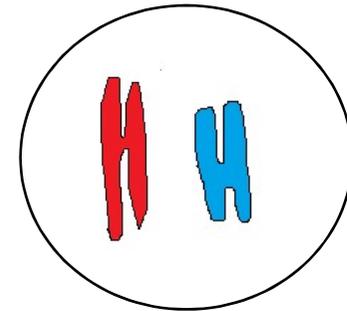
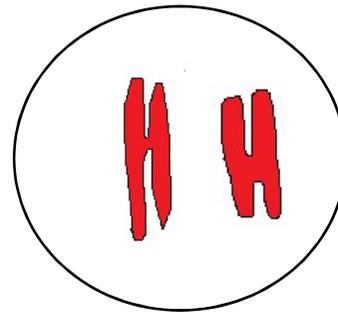
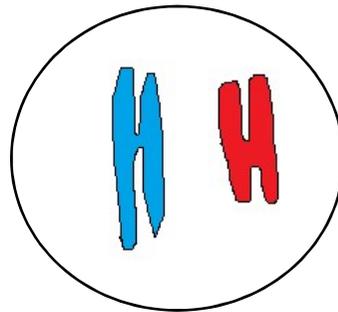
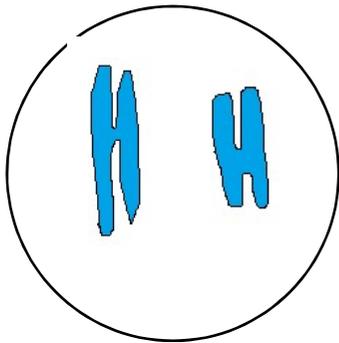
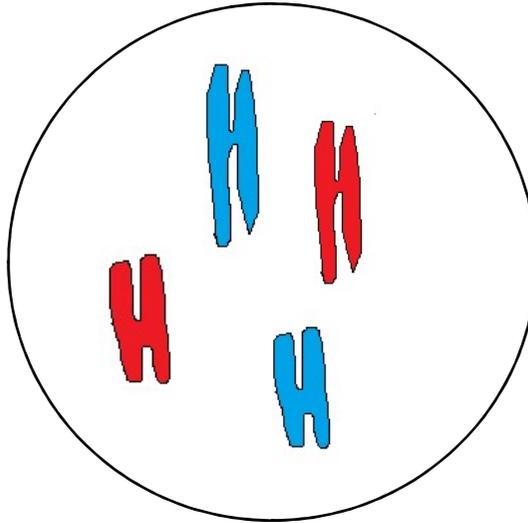
## Répartition aléatoire des chromosomes en anaphase 1 de méiose

Combien de possibilités de combinaisons en fin de 1<sup>ère</sup> division de méiose?



## Répartition aléatoire des chromosomes en anaphase 1 de méiose

4 possibilités



Combien de combinaisons possibles chez  
l'homme?

$$2^{23}$$

## Devoir maison :

**Réaliser un tableau comparatif** des caractéristiques de la méiose et de la mitose (cellules concernées et leur composition génétique, nombre de division(s) et étapes, nombre de cellules filles obtenues et composition génétique, place dans l'organisme vivant, évolution de la quantité d'ADN, schéma légendé pour une cellule à 2 paires de chromosomes doubles).

# Thème : Génétique et évolution.

## Chapitre 2 : Mécanismes de diversification des êtres vivants

### I. Les mécanismes génétiques ayant lieu au cours de la reproduction sexuée (méiose et fécondation)

#### A. Les brassages génétiques au cours de la méiose

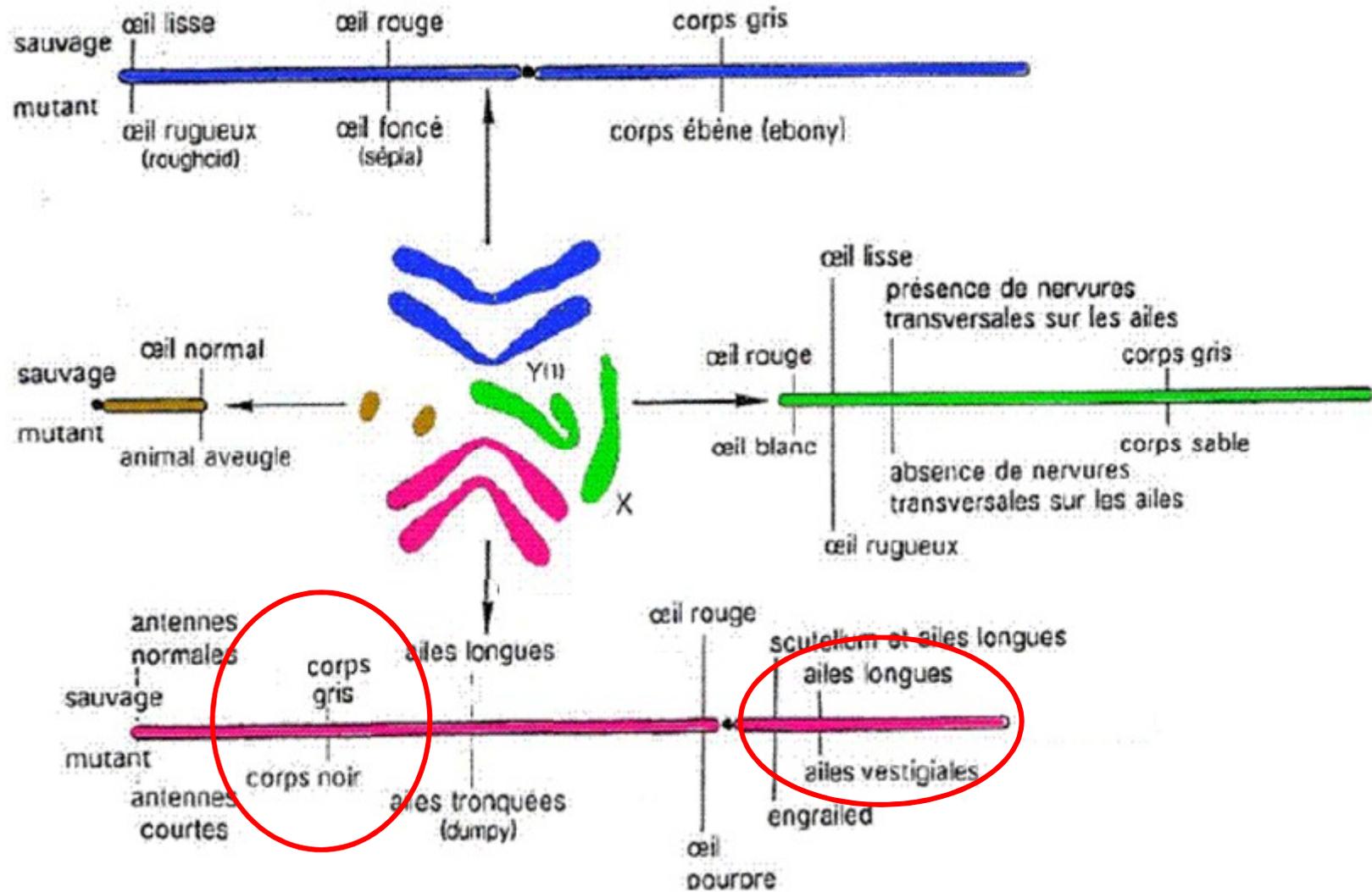
##### 1. Définitions et conventions d'écriture

##### 2. Les croisements tests et leur intérêt.

##### 3. Le brassage inter chromosomique.

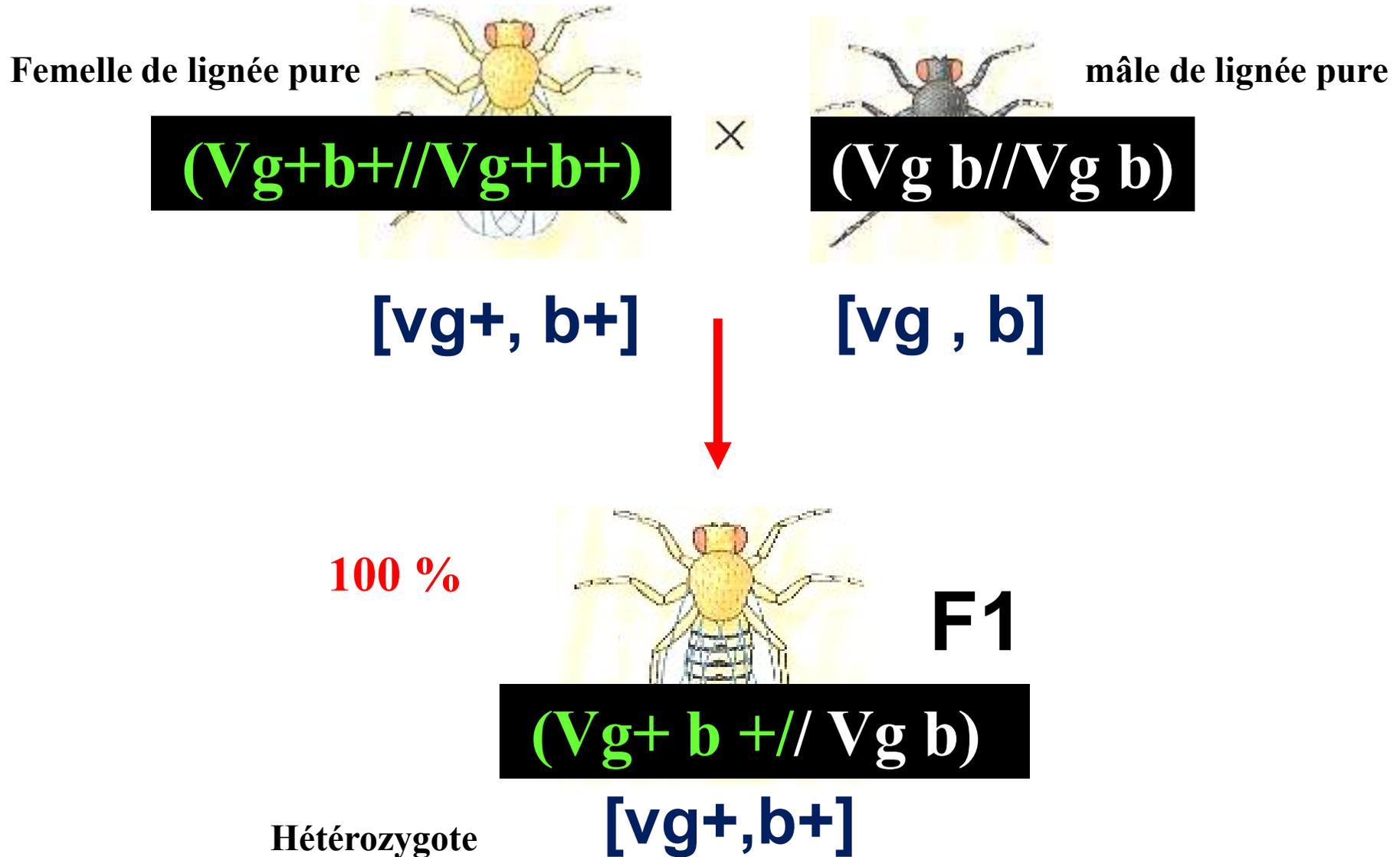
##### 4. Le brassage intra chromosomique.

# Localisation des gènes sur les chromosomes de la drosophile



[Correction de l'activité 2 \(2<sup>nd</sup> partie\)](#)

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



Test-cross

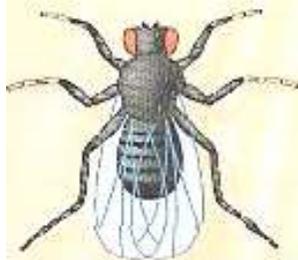
F1

$(Vg^+b^+//Vg\ b)$

$(Vg\ b//Vg\ b)$

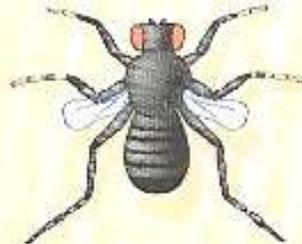
Drosophile homozygote  
ailes vestigiales [vg]  
corps noir [n]  
double recessif)  
mâle

L'hybride de la F1 a produit 4 types de gamètes en proportion non équiprobable



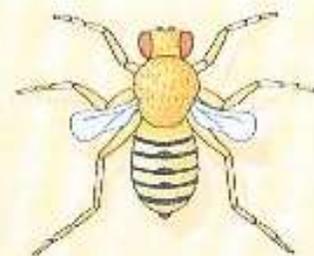
9 %  
ailes longues  
corps noir

$[Vg^+,b]$



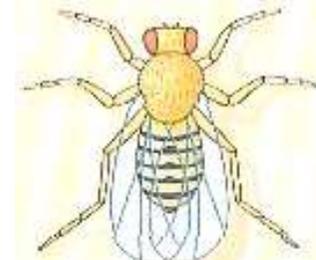
41 %  
ailes vestigiales  
corps noir

$[Vg,b]$



9 %  
ailes vestigiales  
corps gris

$[Vg,b^+]$



41 %  
ailes longues  
corps gris

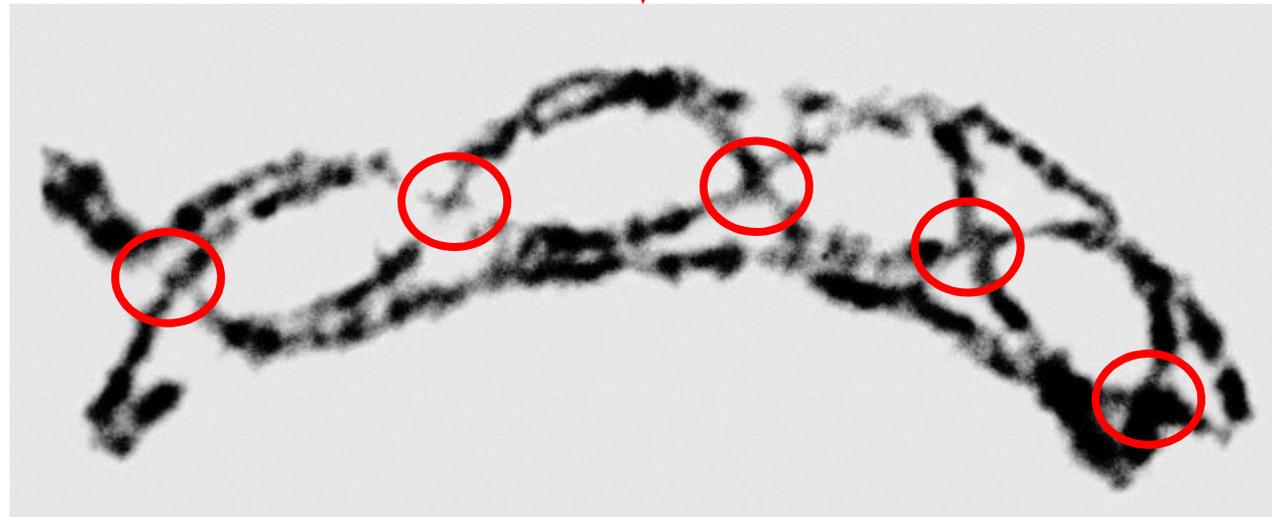
$[Vg^+,b^+]$

# Prophase de la 1<sup>ère</sup> division méiotique

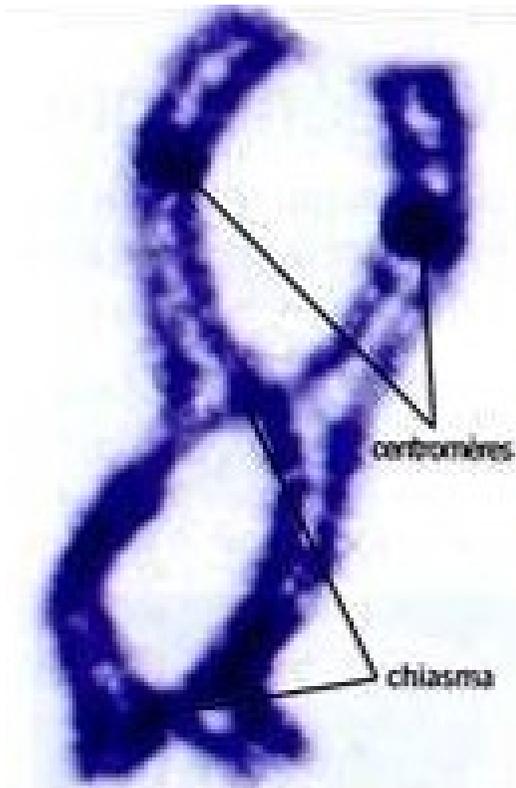
**Appariement des  
chromosomes  
homologues**



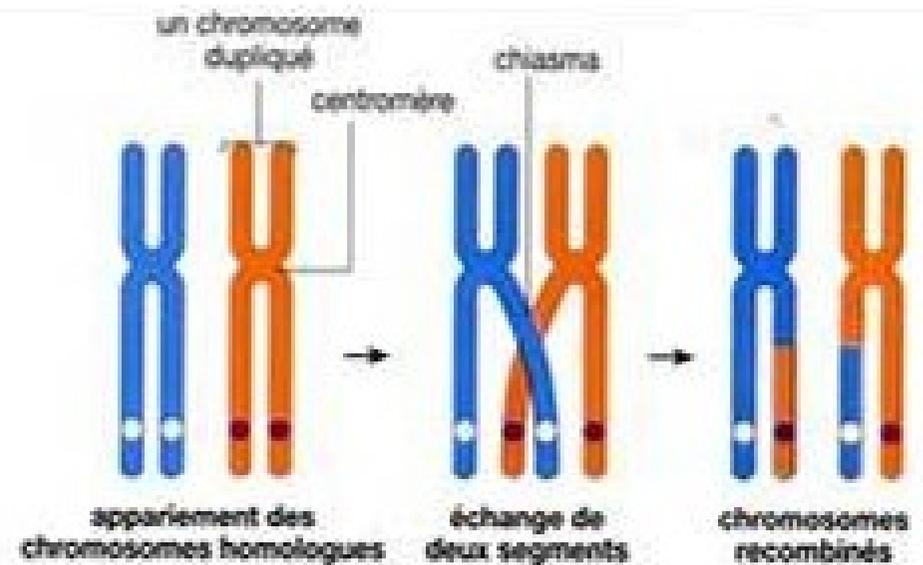
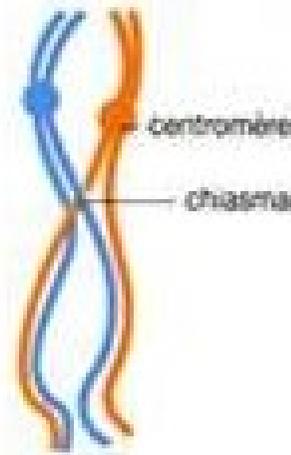
**Chiasmata**



# Mécanisme du crossing over (ou enjambement)



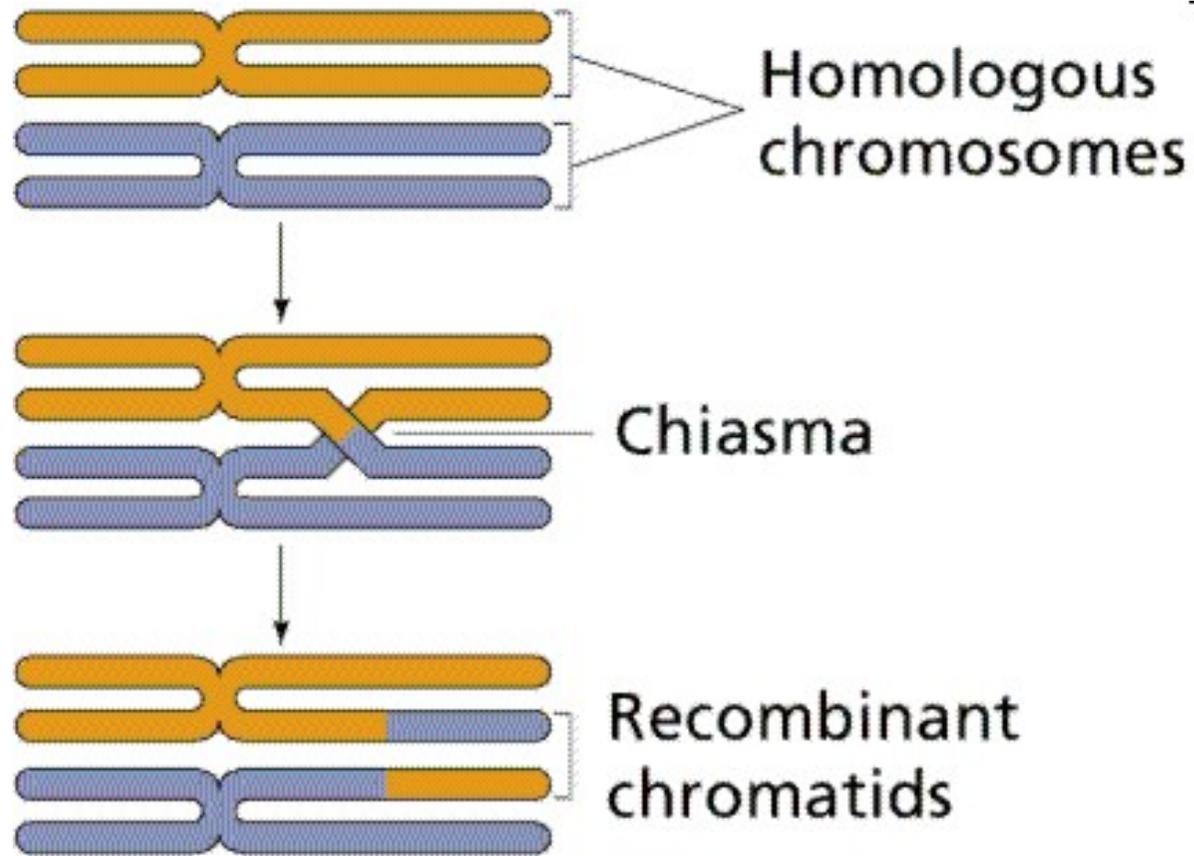
Deux chromosomes homologues appariés au cours de la prophase I de la méiose



**Echange de fragments de chromatides entre les 2 chromosomes homologues**

**Crossing over**

## Mécanisme du crossing over (enjambement)

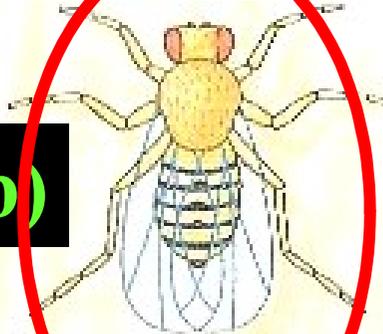


82% de phénotypes parentaux

18% de phénotypes recombinés

F1

$(Vg^{+}b^{+}/Vgb)$



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

Hétérozygote

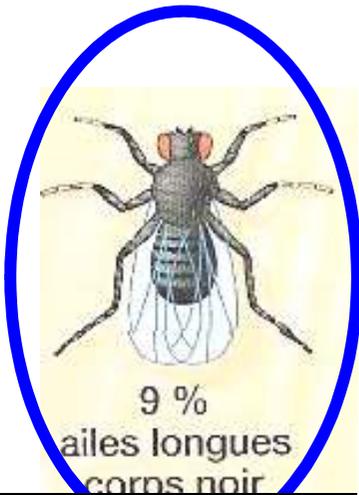
×



Drosophile homozygote  
ailes vestigiales [vg]  
corps noir [n]  
(double récessif)

$(Vgb/Vgb)$

Quatre phénotypes



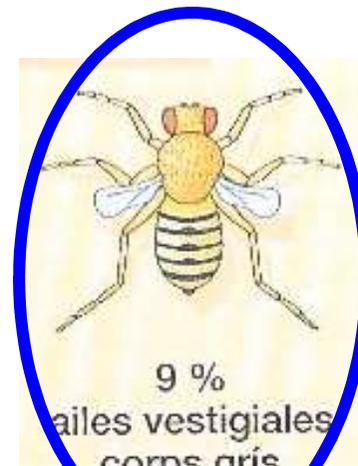
9 %  
ailes longues  
corps noir

$[Vg^{+}, b]$



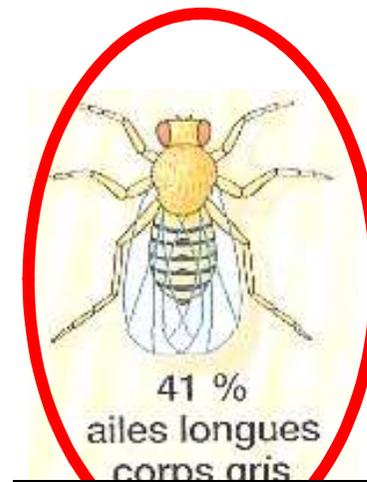
41 %  
ailes vestigiales  
corps noir

$[Vg, b]$



9 %  
ailes vestigiales  
corps gris

$[Vg, b^{+}]$



41 %  
ailes longues  
corps gris

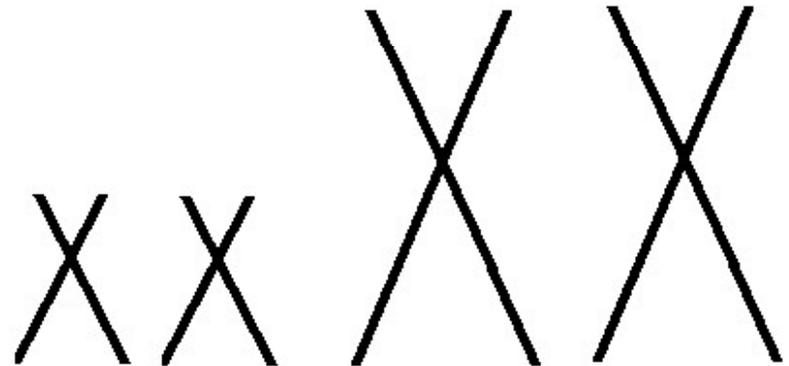
$[Vg^{+}, b^{+}]$

A l'aide de schémas, montrer comment le brassage des allèles lors de la méiose peut conduire à une immense diversité de gamètes.

Prendre l'exemple d'une cellule diploïde hétérozygote pour 3 gènes :

***3 gènes :***

- gène 1 : allèle A et allèle a*
- gène 2 : allèle B et allèle b*
- gène 3 : allèle C et allèle c*



$$2n=4$$

# Thème : Génétique et évolution.

## Chapitre 2 : Mécanismes de diversification des êtres vivants

### I. Les mécanismes génétiques ayant lieu au cours de la reproduction sexuée (méiose et fécondation)

#### A. Les brassages génétiques au cours de la méiose

##### 1. Définitions et conventions d'écriture

##### 2. Les croisements tests et leur intérêt.

##### 3. Le brassage inter chromosomique.

#### B. le brassage génétique au cours de la fécondation.

# La fécondation amplifie le brassage génétique

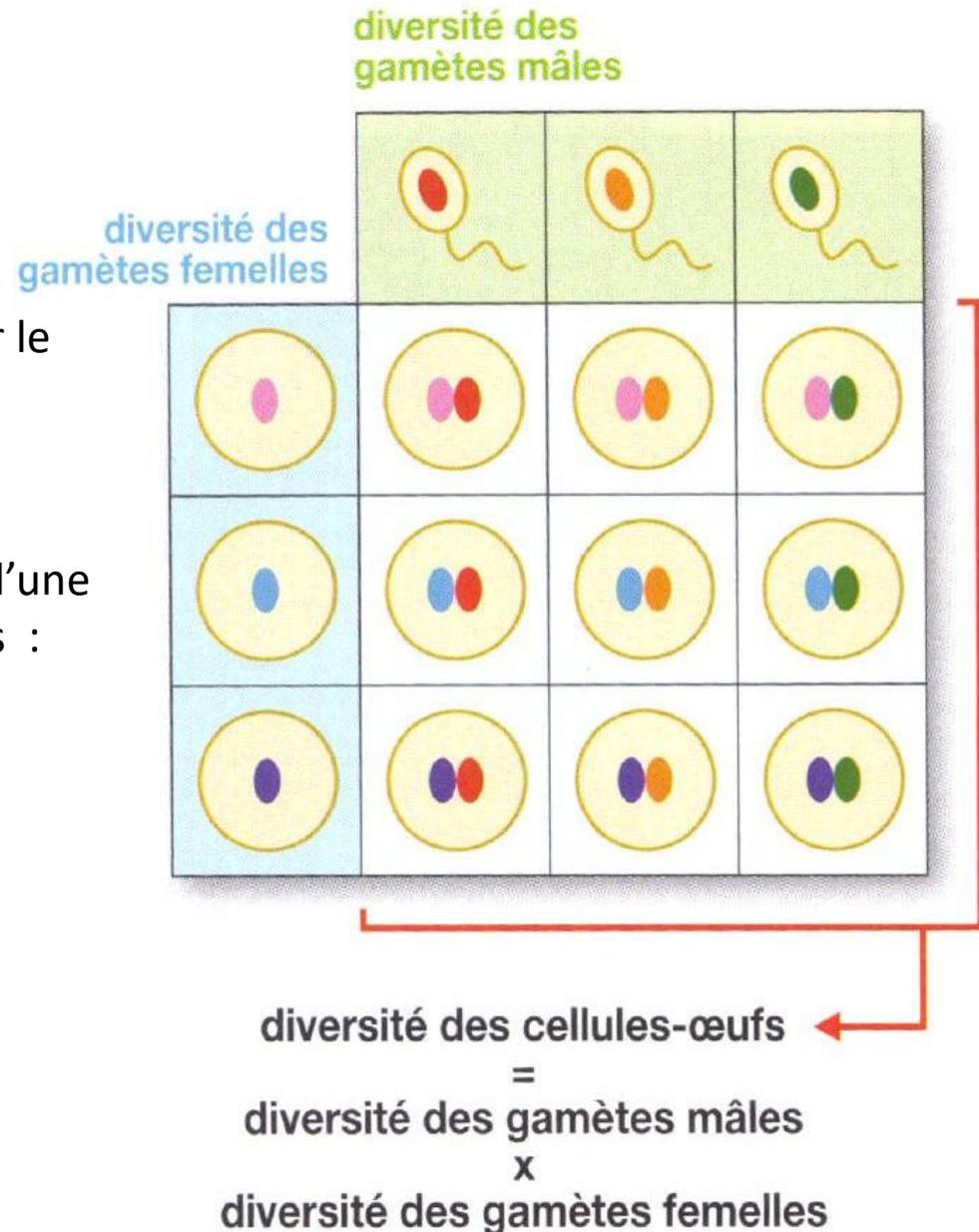
La fécondation réunit **au hasard** un gamète mâle et un gamète femelle.

nombre d'assortiments chr. possibles pour le zygote est **élevé à la puissance de 2**.

nombre de cellules œufs possibles lors d'une reproduction sexuée entre 2 individus :

$$2^{23} \times 2^{23} = 2^{46}$$

Si on tient compte **du brassage intra chromosomique** → nombre de combinaisons bien supérieur.



**La reproduction sexuée est donc à l'origine d'un **paradoxe** :**

**- permet la stabilité de l'espèce**

(maintien du caryotype de générations en génération)

**- est à l'origine de la variabilité des individus au sein de l'espèce en brassant les allèles.**

Chez le Porc d'élevage, on étudie le gène N responsable d'une sensibilité accrue au stress. Ce gène existe sous deux formes : allèles N et n.

À partir de la comparaison des deux croisements (**NN x nn** et **Nn x Nn**), déterminez quel est le croisement le plus judicieux pour obtenir des individus peu sensibles au stress et produisant une viande de très bonne qualité.

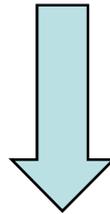
| Génotype | Sensibilité au stress             | Qualité de la viande |
|----------|-----------------------------------|----------------------|
| NN       | faible                            | bonne                |
| Nn       | faible                            | très bonne           |
| nn       | très forte (mortalité importante) | mauvaise             |

- **Document** : Effets du stress chez le porc d'élevage

C'est le génotype (**N//n**) qui répond aux critères de qualité recherchés : faible sensibilité au stress et viande de très bonne qualité.

|                    |                 |      |
|--------------------|-----------------|------|
| Parent 2<br>(N//N) | Parent 1 (n//n) | (n/) |
| (N/)               |                 |      |

descendance **100% de (N//n)**



des porcs peu **sensibles au stress et ayant une viande de très bonne qualité**

Echiquier de croisement :

|              |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|--------------|
| P2<br>N//n   | P1<br>N//n   | 50% <u>N</u> | 50% <u>n</u> |
|              | 50% <u>N</u> | 25%(N//N)    | 25%(N//n)    |
| 50% <u>n</u> |              | 25%(N//n)    | 25%(n//n)    |

- 25% [NN] porcs peu sensibles au stress avec viande de bonne qualité
- 50% [Nn] : porcs peu sensibles au stress et produisant une viande de très bonne qualité
- 25% [nn] : porcs très sensibles au stress avec viande de mauvaise qualité

Croisement **NN x nn le plus judicieux 100% (N//n)**

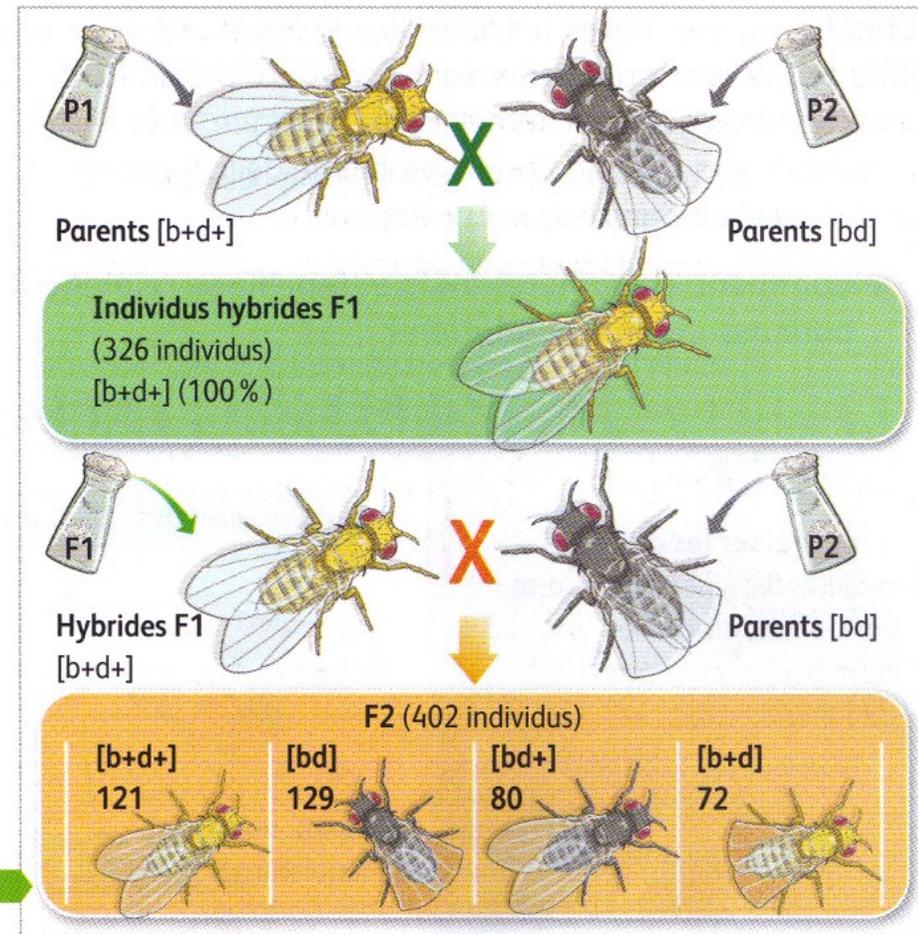
## 9 Brassage génétique chez la drosophile

- On veut étudier la transmission de deux caractères chez la drosophile : couleur du corps, gris ou noir (gène *b*), et forme de l'aile, normale ou tronquée (gène *d* = dumpy).
- Deux croisements successifs sont effectués, le premier utilisant des lignées pures.

### QUESTIONS

- Déterminez les allèles dominants et récessifs d'après le phénotype présent en F1. Écrivez les génotypes correspondant aux différents phénotypes.
- Indiquez le nom du second croisement.
- Calculez les pourcentages de chaque phénotype en F2.
- Émettez une hypothèse concernant la localisation de ces deux gènes (voir page 14).
- Illustrez le comportement des chromosomes portant ces gènes, au cours de la méiose, pour démontrer votre hypothèse.

Croisements de drosophiles pour l'étude des caractères couleur du corps, forme de l'aile.



## Brassages génétiques chez la drosophile

1. F1 100% de [corps gris, ailes normales] noté [b+d+]

→ b+ dominant par rapport à b

→ d+ dominant par rapport à d

### Notations

| Phénotype                  | Correspond au(x) génotype(s) |
|----------------------------|------------------------------|
| [Corps gris] noté [b+]     | (b+//b+)<br>(b+//b)          |
| [Corps noir] noté [b ]     | (b//b)                       |
| [ailes normales] noté [d+] | (d+//d+)<br>(d+//d)          |
| [ailes tronquées] noté [d] | (d//d)                       |

2. **Test cross = croisement test** = croisement d'un individu à tester avec un double récessif : permet de déterminer le génotype des gamètes (et donc par extension le génotype) de l'individu à tester.

3.

| Phénotype | Pourcentage dans la F2 (402 individus) |
|-----------|--|
| [b+d+]    | 121 individus soit 30%                 |
| [b d]     | 129 individus soit 32%                 |
| [b d+]    | 80 individus soit 20%                  |
| [b+d]     | 72 individus soit 18%                  |

4. **Hypothèse**= D'après les proportions obtenues en F2  
je suppose que les deux gènes étudiés sont liés

5. Schéma au tableau