

III/ ségrégation de deux gènes autosomiques liés :

On croise deux races pures des souris l'une à poils **gris** et **lisse**, l'autre à poils **blancs** et **crépus**.
Les individus obtenus, **tous semblables** sont à poils **gris** et **lisses**.

On croise les individus de la **F1** entre eux on obtient une **F2** composée de :

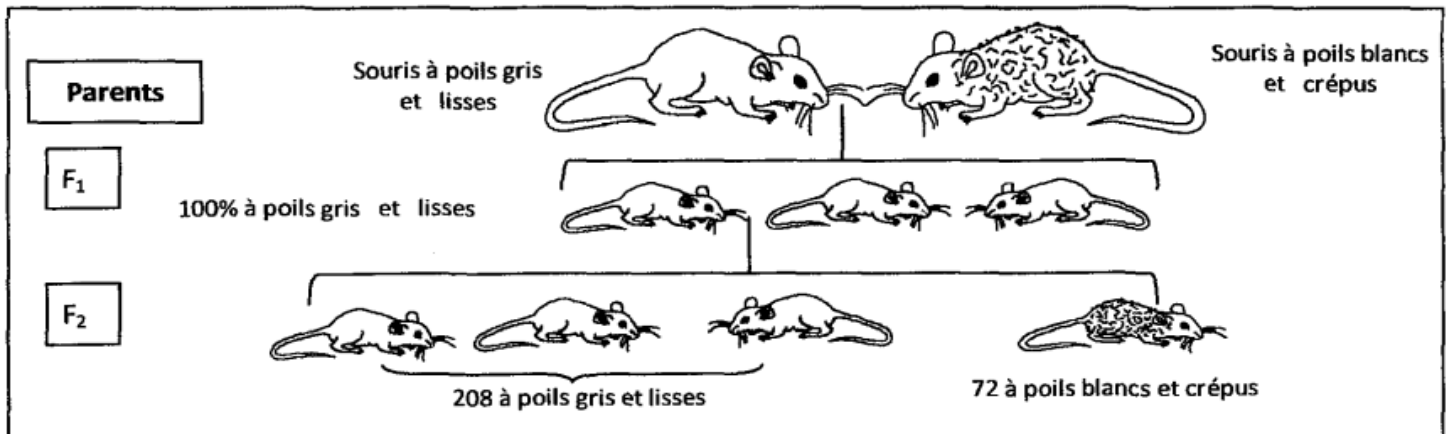
208 souris à poils **gris** et **lisses**.

72 souris à poils **blancs** et **crépus**

1/ que pouvez-vous en déduire de la F1?

2/ interprétez génétiquement les résultats de la F2.

3/ prévoyez la composition génétique et phénotypique d'un croisement d'un hybride F1 avec un double homozygote récessif et conclure.



1/ que pouvez-vous en déduire de la F1?

✖ Les souris croisées se diffèrent par deux caractères, la couleur et l'aspect du pelage.

c'est le cas de **dihybridisme**.

✖ La F1 est 100% homogène, donc **les parents** sont de **race pure**.

La 1^{ère} loi de Mendel est vérifiée.

✖ la F1 est homogène et présente les caractères gris et lisses.

C'est le cas de dominance absolue.

✖ Donc la couleur grise domine la couleur blanche et l'aspect lisse domine l'aspect crépu.

✖ On considère les deux gènes suivants :

Le gène (G+, G) gouverne le caractère couleur de pelage avec $G^+ \gg G$.

G+ couleur grise

G couleur blanche

Et le gène (L+, L) contrôle le caractère aspect de pelage avec $L^+ \gg L$.

L+ aspect lisse

L aspect crépu

2/ interprétez génétiquement les résultats de la F2.

✗ Hypothèse 1:

Les deux caractères étudiés sont contrôlés par deux gènes autosomaux indépendants.

✗ Vérification:

Dans le cas de deux gènes indépendants avec dominance absolue pour les deux caractères, la F2 doit présenter 4 phénotypes (2 parentaux et 2 recombinés) avec les proportions 9,3,3,1.

Or ce n'est pas le cas, car la F2 présente que deux phénotypes parentaux.

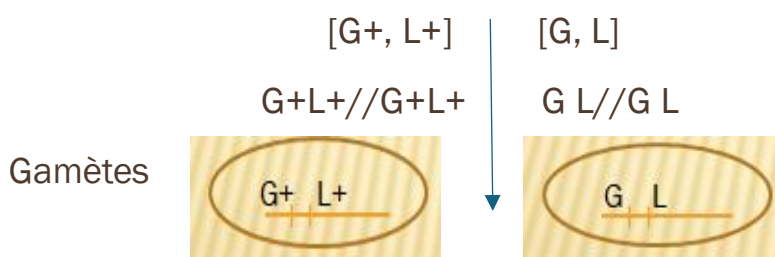
donc l'hypothèse à rejetée

✗ Hypothèse 2:

Les deux gènes sont liés par linkage absolu (la distance entre les deux gènes est pratiquement nulle.)

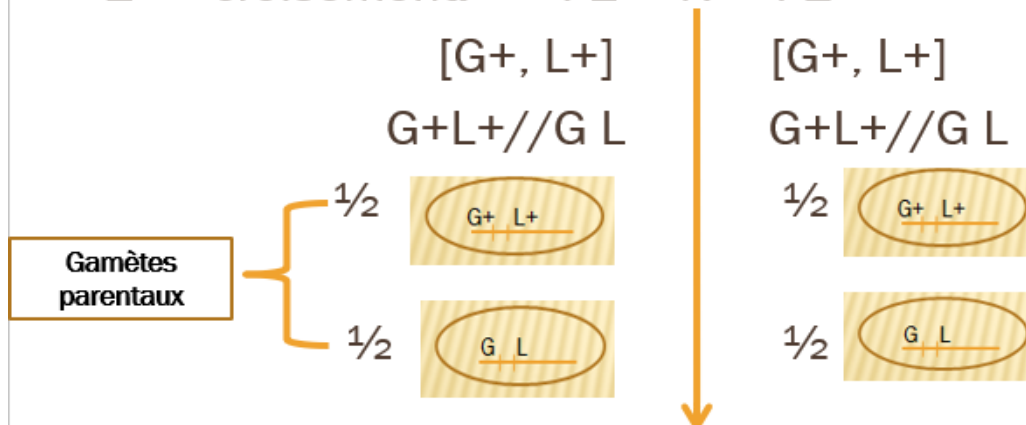
✗ Vérification génétique de l'hypothèse:

✗ 1^{er} croisement: P1 X P2



Fécondation F1 est 100% uniforme : [G+, L+] G+L+//G L

✗ 2^{ème} croisement: F1 X F1



fécondation

	1/2 G+L+	1/2 G L
1/2 G+ L+	1/4 G+L+//G+L+ [G+L+]	1/4 G+L+//G L [G+L+]
1/2 G L	1/4 G+L+//G L [G+L+]	1/4 G L//G L [GL]

F2: $\frac{3}{4}$ [G+,L+]
 $\frac{1}{4}$ [G, L]

- ✕ Confrontation des résultats théoriques avec les résultats expérimentaux.

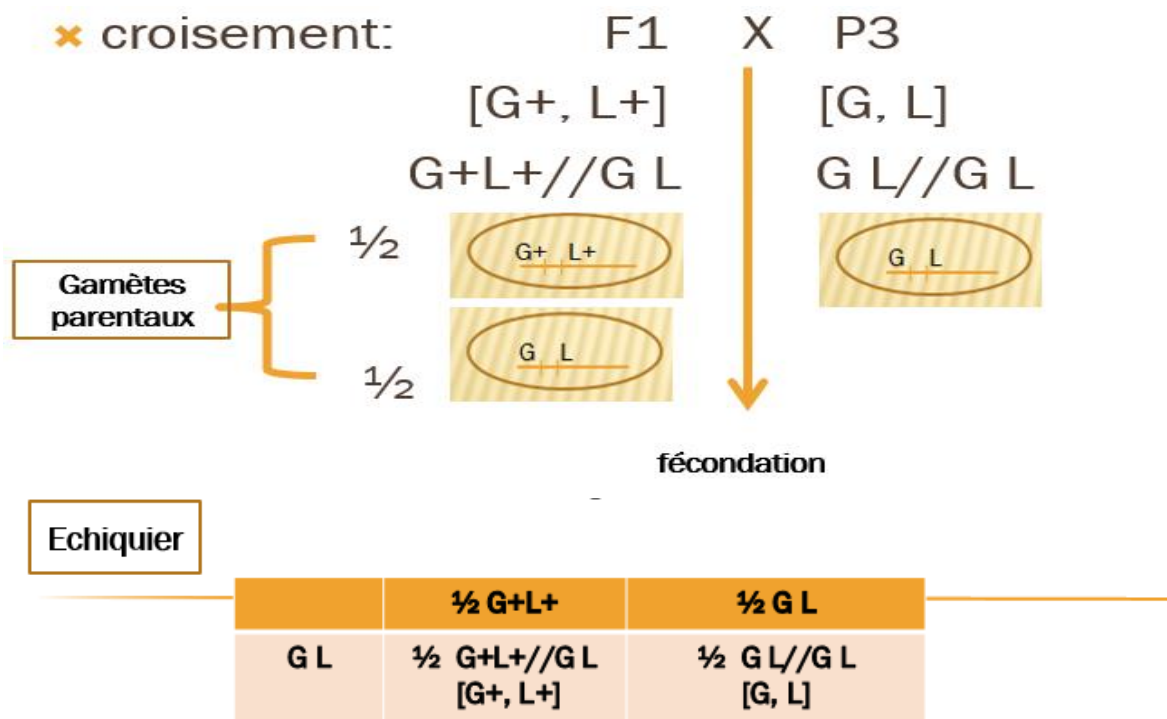
♦ Phénotype	♦ Résultats théoriques	♦ Résultats expérimentaux
♦ [G+, L+]	♦ $\frac{3}{4} = 0.75$	♦ $208/280=0.74$
♦ [G, L]	♦ $\frac{1}{4} = 0.25$	♦ $72/280=0.26$

- ✕ Les résultats pratiques sont en accord avec les résultats théoriques.

- ✕ dans le cas de linkage absolu, le taux de recombinaison égale à 0.

Donc l'hypothèse est confirmée et les deux gènes sont lié par linkage absolu.

3/ prévoyez la composition génétique et phénotypique d'un croisement d'un hybride F1 avec un double homozygote récessif et conclure.



Le résultat théorique du test cross est:

$\frac{1}{2}$ [G+, L+]; $\frac{1}{2}$ [G, L]

➡ dans le cas de linkage absolu, le taux de recombinaison égale à 0, pas de crossing-over.

2/ cas de linkage partiel :

✕ On croise deux drosophiles, une **femelle** de phénotype **sauvage** et un **mâle** au **soies courtes** et **corps noir**. La **F1** a le phénotype **sauvage**.

1/ **analysez** ces résultats et **dégagez** des conclusions.

✕ Le croisement d'une **femelle** de **F1** avec un **mâle** au **soies courtes** et **corps noir** fournit:

- **440** de phénotypes **sauvages**.
- **60** drosophiles aux **soies courtes** et **corps normaux**.
- **60** drosophiles aux **soies normales** et **corps noirs**.
- **440** drosophiles aux **soies courtes** et **corps noirs**.

2/ a/ **interprétez** ces résultats (analyse, hypothèse, vérification génétique, conclusion). **Quelle** est la localisation relative des gènes étudiés.

b/ **expliquez** en faisant des schémas les phénomènes qui ont permis l'obtention des drosophiles de phénotypes minoritaires (recombinés).

✕ Le croisement d'un **mâle** de la **F1** avec une **femelle** aux **soies courtes** et au **corps noir**, fournit:

- **500** drosophiles de phénotypes **sauvages**
- **500** drosophiles aux **soies courtes** et au **corps noirs**.

3/ **comment** pouvez -vous **expliquez** ces résultats.

4/ **précisez** la composition phénotypique et génotypique sur **1000** drosophiles issus du croisement de deux drosophiles de la **F1**.

1/ **analysez ces résultats et dégagez des conclusions :Réponse:**

✕ Les drosophiles croisés se diffèrent par deux caractères, la couleur de corps et la longueur de soies.

c'est le cas de dihybridisme.

✕ La **F1** est 100% homogène, donc **les parents** sont de **race pure**.

✕ La 1^{ère} loi de Mendel est vérifiée.

✕ la **F1** est homogène et présente le caractère sauvages (normal) pas de nouveau phénotype.

✕ **C'est le cas de dominance absolue.**

✕ alors les deux caractères sauvages dominant les caractères soies courtes et corps noir.

✕ On considère les deux gènes suivant:

Le gène (**C+**, **C**) contrôle le caractère longueur de soies avec **C+ >> C**.

C+ soies sauvages.

C soies courtes.

Et le gène (**N+**, **N**) contrôle le caractère couleur de corps avec **N+ >> N**.

N+ corps sauvage.

N corps noir.

2/ a/ interprétez ces résultats (analyse, hypothèse, vérification génétique, conclusion). **Quelle** est la localisation relative des gènes étudiés.

✗ **Hypothèse 1:**

Les deux caractères étudiés sont contrôlés par deux gènes autosomaux indépendants.

✗ **Vérification:**

Le croisement de la F1 avec une drosophile de phénotype double récessif [C,N], consiste à un test cross qui doit présenter 4 phénotypes équiprobables avec les proportions 25%, 25%, 25%, 25%. (50% parentaux et 50%recombinés)

Or ce n'est pas le cas, puisque ce croisement présente deux phénotypes parentaux majoritaires (> 50%) et deux autres recombinés minoritaires (<50%).

donc hypothèse à rejeter.

✗ **Hypothèse 2:**

Les deux gènes sont liés par linkage absolu (la distance entre les deux gènes est pratiquement nulle.)

✗ **Vérification:**

Dans ce cas les résultats doivent présenter que 2 phénotypes parentaux avec les proportions $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$

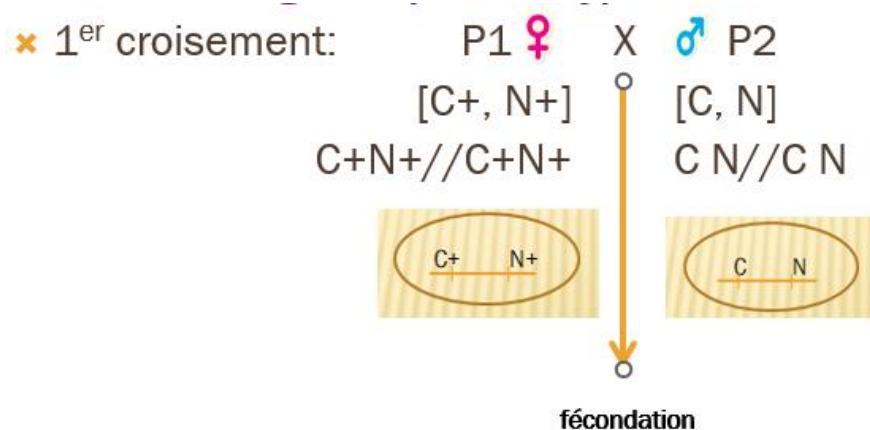
Puisque c'est un test cross. ce n'est pas le cas.

Hypothèse non validée.

✗ **Hypothèse 3:**

Les deux gènes sont liés par linkage partiel.

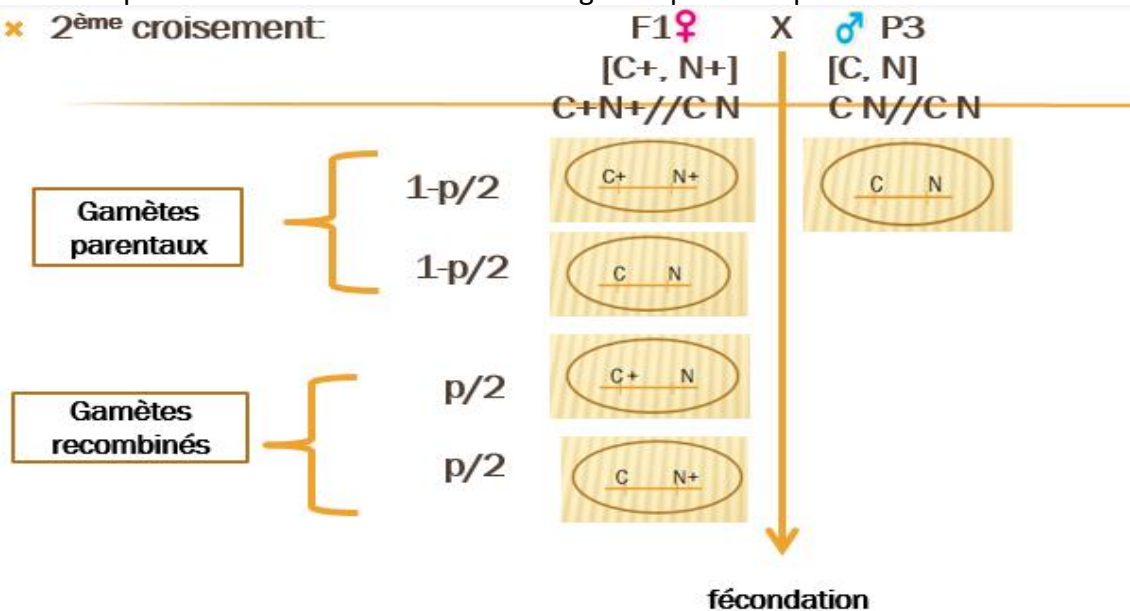
✗ **Vérification génétique de l'hypothèse:**



F1 est 100% uniforme sauvage: [C+, N+]

C+N+//CN

✖ 2^{ème} croisement:



On suppose p : la fréquence des gamètes recombinés.

$1-p$: la fréquence des gamètes parentaux.

Avec $0 < p < 0.5$

Echiquier				
	1-p/2 C+N+	1-p/2 C N	p/2 C+N	p/2 C N+
C N	1-p/2 C+N+//C N [C+,N+]	1-p/2 C N//C N [C,N]	p/2 C+N//C N [C+,N]	p/2 C N+//C N [C,N+]

✖ Calculant la fréquence de recombinaison.

$P = \text{nombre de recombinés} / \text{nombre total}$

$P = (60+60)/1000 = 120/1000 = 0.12$

✖ Comparant les résultats théoriques avec les résultats pratiques

Phénotype	Résultats théoriques	Résultats expérimentaux
[C+,N+]	$1-p/2 = 1 - 0.12/2 = 0.44$	$440/1000 = 0.44$
[C, N]	$1-p/2 = 1 - 0.12/2 = 0.44$	$440/1000 = 0.44$
[C+,N]	$p/2 = 0.12/2 = 0.06$	$60/1000 = 0.06$
[C,N+]	$p/2 = 0.12/2 = 0.06$	$60/1000 = 0.06$

✖ Que pouvez-vous en déduire?

Les résultats pratiques sont conformes avec les résultats théoriques.

Donc l'hypothèse est vérifiée, les deux gènes sont liés par linkage partiel.

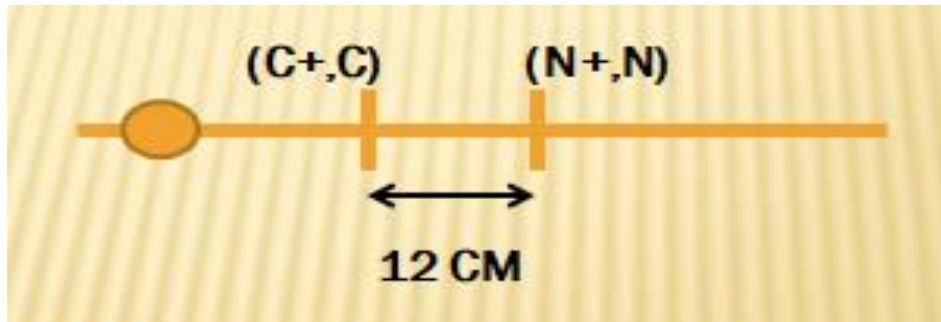
Remarque:

✖ Le % de phénotype parentaux est:

$(0.44 \times 2) \times 100 = 88\%$ majoritaire.

✖ Le % de phénotype recombinés est: $(0.06 \times 2) \times 100 = 12\%$ minoritaire.

- × Puisque les deux gènes sont liés par linkage partiel, on peut calculer la distance gène-gène . Elle est exprimé en % ou en centimorgan (1%= 1 CM).
- × $dg-g = p \times 100 = 0.12 \times 100 = 12 \text{ CM}$.
- × On peut réaliser la carte génétique ou la carte factorielle.

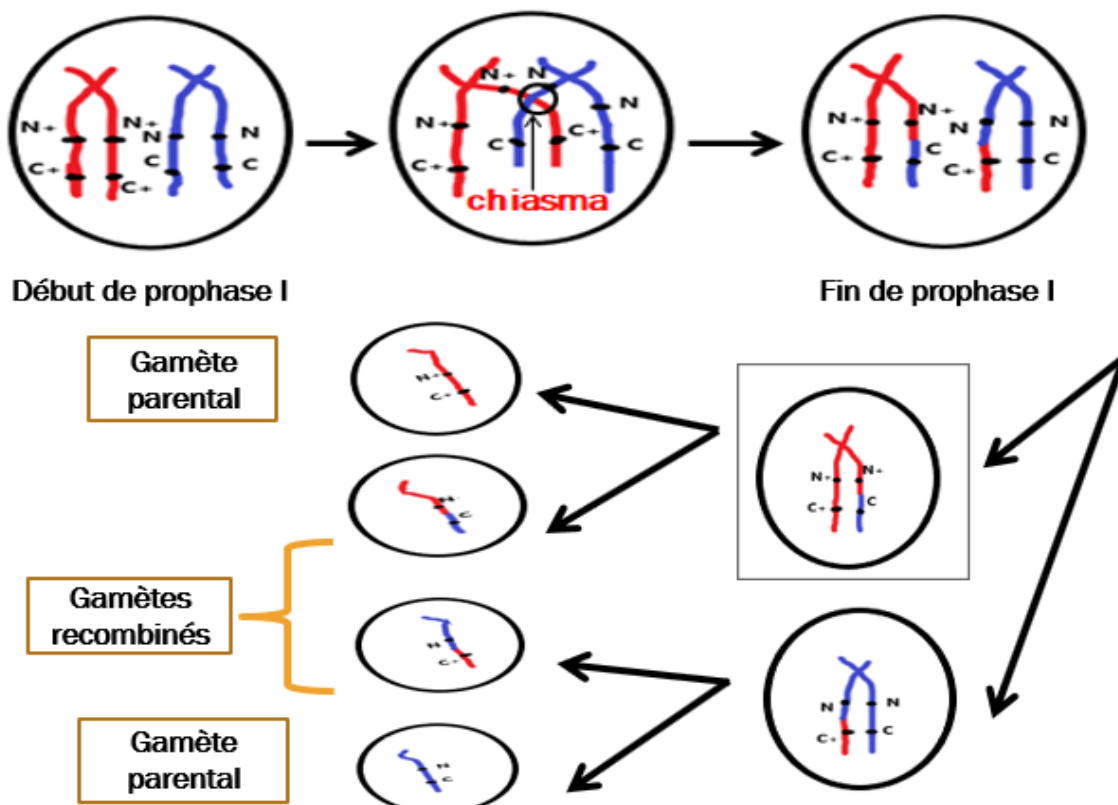


- × Si la $dg-g$ augmente, la probabilité de la réalisation de crossing-over augmente aussi.
- × Si la $dg-g < 50 \text{ CM}$, les deux gènes sont liés.
- × Si la $dg-g > 50 \text{ CM}$, les deux gènes sont indépendants.

b/ expliquez en faisant des schémas les phénomènes qui ont permis l'obtention des drosophiles de phénotypes minoritaires (recombinés).

Réponse : Les phénomènes qui sont à l'origine des phénotypes minoritaires sont:

- 1/ le brassage intra-chromosomique au cours de la prophase I de la méiose lors de la formation des gamètes.
- 2/ Le brassage au cours de la fécondation.



3/ comment pouvez -vous expliquer les résultats suivants.

Réponse :

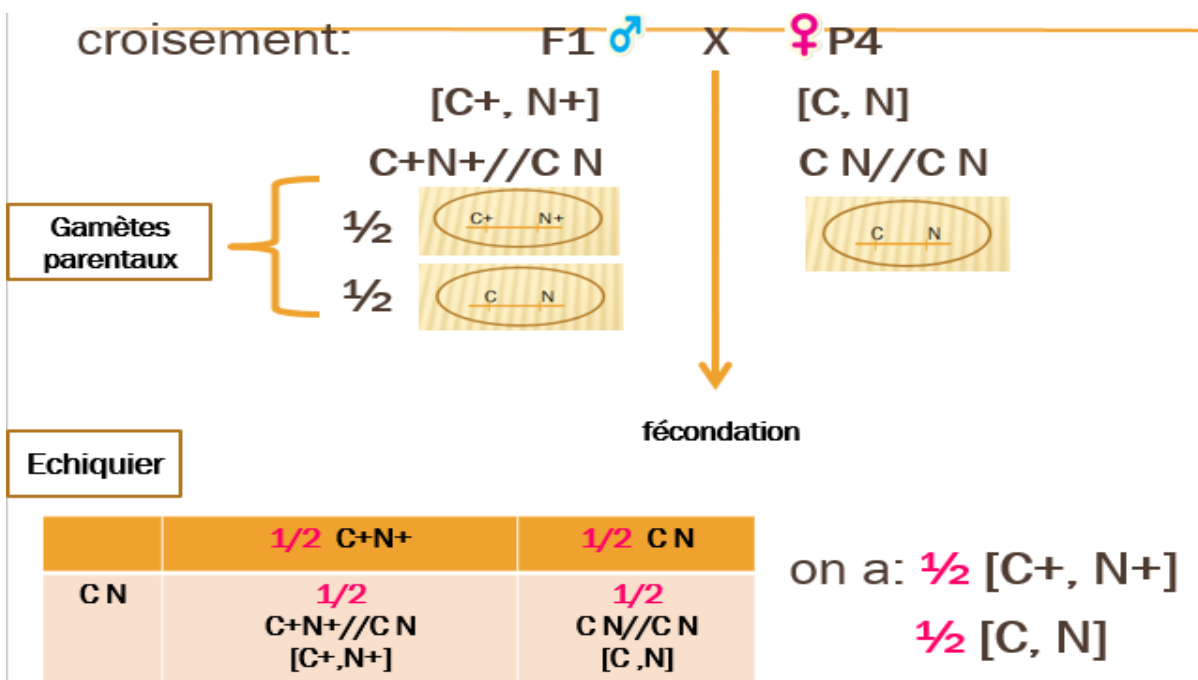
✗ Le croisement d'un mâle de la F1 avec une femelle aux soies courtes et au corps noir, fournit:

- 500 drosophiles de phénotypes sauvages
- 500 drosophiles aux soies courtes et au corps noirs.

✗ Hypothèse :

chez les drosophiles mâles, il ne se produit pas de crossing-over. Ils fournissent des gamètes parentaux seulement.

✗ Vérification génétique :



Comparant les résultats théoriques avec les résultats pratiques.

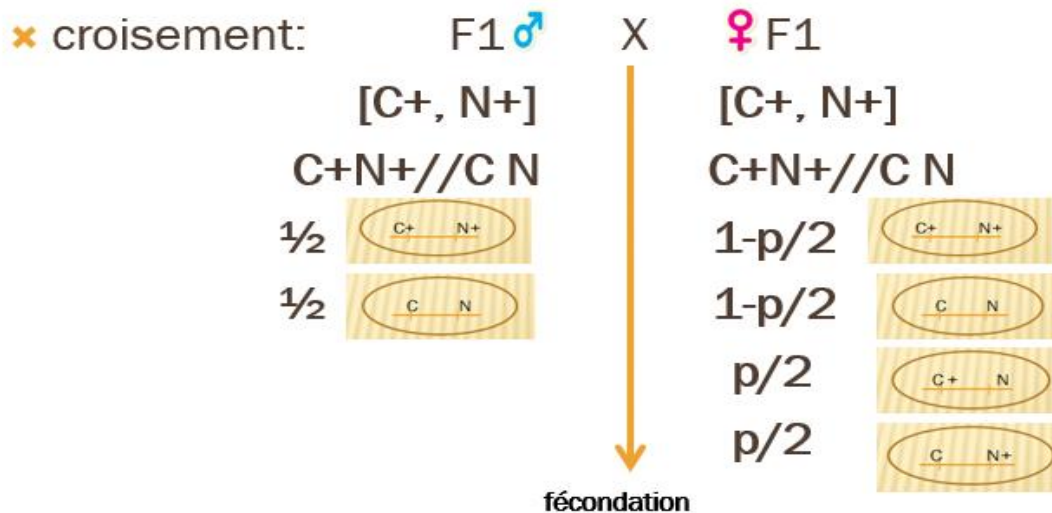
♦ Phénotype	♦ Résultats théoriques	♦ Résultats expérimentaux
♦ [C ⁺ ,N ⁺]	♦ $\frac{1}{2} = 0.5$	♦ $500/1000 = 0.5$
♦ [C, N]	♦ $\frac{1}{2} = 0.5$	♦ $500/1000 = 0.5$

✗ Les résultats pratiques sont **conformes avec les résultats théoriques**.

Donc l'hypothèse est vérifiée, ce croisement ne donne que de phénotypes parentaux et pas de phénotypes recombinés.

Donc chez les mâles drosophiles, il ne se produit pas de crossing-over malgré la dg-g de 12 CM.

4/ **précisez** la composition phénotypique et génotypique sur **1000** drosophiles issus du croisement de deux drosophiles de la F1.



	♦ $1-p/2$ C+N+	♦ $1-p/2$ C N	♦ $p/2$ C+N	♦ $p/2$ C N+
♦ $\frac{1}{2}$ C+N+	♦ $1-p/4$ C+N+//C+N+ ♦ [C+,N+]	♦ $1-p/4$ C+N+//C N ♦ N ♦ [C+,N+]	♦ $p/4$ C+N+//C+N ♦ [C+,N+]	♦ $p/4$ C+N+//C N+ ♦ N+ ♦ [C+,N+]
♦ $\frac{1}{2}$ C N	♦ $1-p/4$ C+N+//C N ♦ [C+,N+]	♦ $1-p/4$ C N//C N ♦ [C ,N]	♦ $p/4$ C+N//C N ♦ [C+,N]	♦ $p/4$ C N+//C N ♦ N ♦ [C,N+]

× On a: $3 \times (1-p/4) [C+,N+] + 2 \times p/4 [C+,N+] + 1-p/4 [C ,N] + p/4 [C+,N] + p/4 [C,N+]$

× Les proportions en % de chaque phénotype sont:

$[C+,N+] : [3 \times (1- 0.12/4) + 0.12/2] \times 100= 72\%$

$[C ,N] : (1- 0.12/4) \times 100= 22\%$

$[C+,N] : (0.12/4) \times 100= 3\%$

$[C,N+] : (0.12/4) \times 100= 3\%$

× Les proportions de chaque phénotype sur 1000 drosophiles sont:

$[C+,N+] : (72 \times 1000)/100= 720$

$[C ,N] : (22 \times 1000)/100= 220$

$[C+,N] : (3 \times 1000)/100= 30$

$[C,N+] : (3 \times 1000)/100= 30$


Remarque:

Lorsqu'on a deux couples d'allèles (A, a) et (B, b) liés partiellement, deux cas possible à voir:

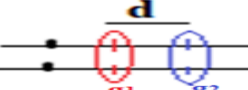
1-Si F1 est de phénotype [A, B] et de génotype AB//ab (montage en coupling en position cis); les gamètes parentaux sont: AB et ab ils sont plus fréquents que les gamètes recombinés A b et a B.

2-Si F1 est de phénotype [A, B] et de génotype Ab//aB (montage en répulsion en position trans); les gamètes parentaux sont: A b et a B; ils sont plus fréquents que les gamètes recombinés AB et ab

+ Cas de 2 gènes indépendants (La 3^{ème} loi de Mendel est vérifiée)

 <p>1^{ère} paire</p> <p>2^{ème} paire</p> <p>1^{er} gène</p> <p>2^{ème} gène</p>	<p>type de croisement : F2 = F1 x F1 Hybride x hybride 4 types de gènes (1/4 1/4 1/4 1/4) X 4 types de gènes (1/4 1/4 1/4 1/4) TG à 16 combinaisons</p>	<p>Type de croisement : Test cross: Testé x Testeur birécessif</p>									
<p>1^{er} cas : dominance absolue pour les 2 couples</p>	<p>1^{er} monohybridisme x 2^{ème} monohybridisme (3/4 [dominant1] + 1/4 [récessif1]) x (3/4 [dominant2] + 1/4 [récessif2]) 2 phénotypes x 2 phénotypes</p> <table border="1" data-bbox="300 495 1225 707"> <tr> <td></td><td>3/4 [dominant1]</td><td>1/4 [récessif1]</td></tr> <tr> <td>3/4 [dominant2]</td><td>[dominant1,dominant2] 9/16</td><td>[récessif1,dominant2] 3/16</td></tr> <tr> <td>1/4 [récessif2]</td><td>[dominant1,récessif2] 3/16</td><td>[récessif1,récessif2] 1/16</td></tr> </table> <p>→ 4 phénotypes: 9/16 – 3/16 – 3/16 – 1/16</p>		3/4 [dominant1]	1/4 [récessif1]	3/4 [dominant2]	[dominant1,dominant2] 9/16	[récessif1,dominant2] 3/16	1/4 [récessif2]	[dominant1,récessif2] 3/16	[récessif1,récessif2] 1/16	<p>1/4 - 1/4 - 1/4 - 1/4 Règle: le résultat d'un test cross (phénotype et proportions) est l'image des gamètes donnés par l'individu testé</p>
	3/4 [dominant1]	1/4 [récessif1]									
3/4 [dominant2]	[dominant1,dominant2] 9/16	[récessif1,dominant2] 3/16									
1/4 [récessif2]	[dominant1,récessif2] 3/16	[récessif1,récessif2] 1/16									
<p>2^{ème} cas : dominance pour l'un et codominance pour l'autre</p>	<p>1^{er} monohybridisme x 2^{ème} monohybridisme (3/4 + 1/4) x (1/4 + 1/4 + 1/2) 2 phénotypes x 3 phénotypes → 6 phénotypes : 3/16 – 3/16 – 6/16 – 1/16 – 1/16 – 2/16</p>										
<p>3^{ème} cas : codominance pour les 2 couples</p>	<p>1^{er} monohybridisme x 2^{ème} monohybridisme (1/4 + 1/4 + 1/2) x (1/4 + 1/4 + 1/2) 3 phénotypes x 3 phénotypes → 9 phénotypes: 1/16- 1/16 - 2/16 – 1/16 – 1/16 – 2/16 – 2/16 – 2/16 – 4/16</p>										

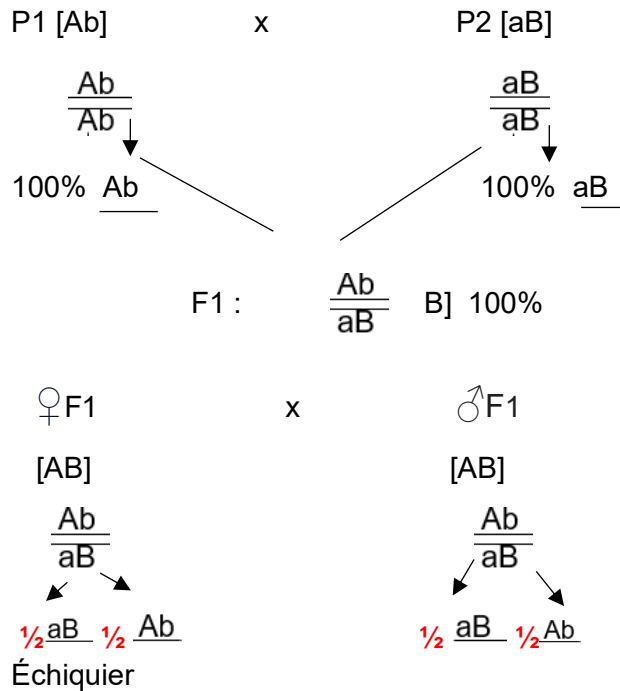
+ Cas de 2 gènes liés: linkage (d= p= % de recombinaison) (La 3^{ème} loi de Mendel est non vérifiée)

	<p>F2 = F1 x F1</p>	<p>Test cross: testé x testeur birécessif</p>
<p>Linkage absolu</p>	<p>1) F1 homogène de génotype Cis AB//ab F2 : ♂ F1 x ♀ F1 2 phénotypes : 1/4 - 3/4</p> <p>2) F1 homogène de génotype Trans Ab//aB F2 : ♂ F1 x ♀ F1 3 phénotypes : 1/4 - 1/4 - 1/2</p>	<p>Test cross: 2 phénotypes : 1/2 - 1/2</p>
<p>Linkage partiel: avec C.O</p>	<p>1^{er} cas : dominance absolue pour les 2 couples</p> <p>F2 : ♂ F1 x ♀ F1</p> <p>4 gènes x 4 gènes (P – R – R – P) x (P – R – R – P) (1-p)/4 - p/4 - p/4 - (1-p)/4 x (1-p)/4 - p/4 - p/4 - (1-p)/4 P>R P>R 4 phénotypes ≠ 9/16 3/16 6/16 1/16</p> <p>2^{ème} cas : codominance pour 1 gène F2: 6 phénotypes: ≠ 3/16 – 3/16 – 6/16 – 1/16 – 1/16 – 2/16</p> <p>3^{ème} cas : codominance pour 2 gènes 9 phénotypes: ≠ 1/16- 1/16 - 2/16 – 1/16 – 1/16 – 2/16 – 2/16 - 2/16 – 4/16</p>	<p>4 phénotypes 2 parentaux majoritaires 2 recombinés minoritaires</p>

Cas particulier du Dihybridisme : Gène1(A,a) Gène2(B,b) avec A>a et B>b

1^{er} cas : chez la **drosophile** situation ou on trouve les mêmes proportions
 en cas de **liaison partielle** ou **totale** : $\frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{2}$

Liaison totale + le génotype des doubles hybride est trans



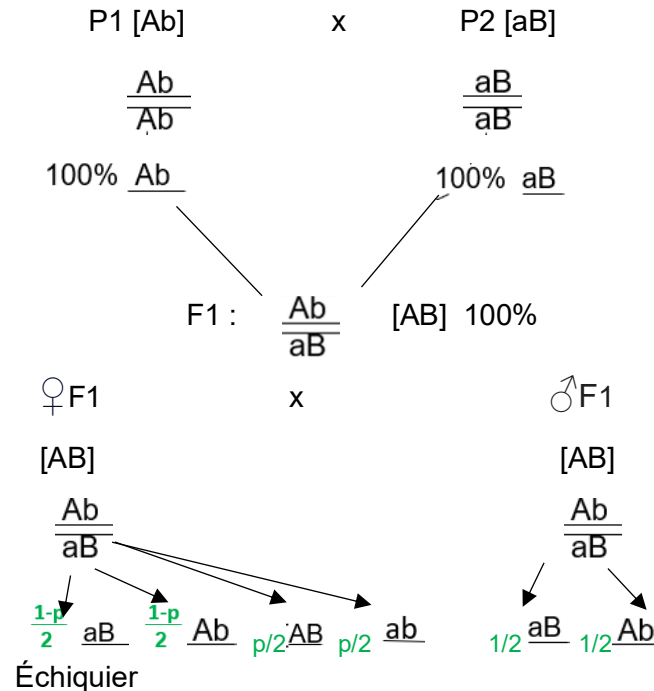
Gamètes ♀ \ Gamètes ♂	$\frac{1}{2} Ab$	$\frac{1}{2} aB$
$\frac{1}{2} Ab$	$\frac{Ab}{Ab}$ [Ab] $\frac{1}{4}$	$\frac{Ab}{aB}$ [AB] $\frac{1}{4}$
$\frac{1}{2} aB$	$\frac{Ab}{aB}$ [AB] $\frac{1}{4}$	$\frac{aB}{aB}$ [aB] $\frac{1}{4}$

F2 : [aB] $\frac{1}{4}$

[Ab] $\frac{1}{4}$

[AB] $\frac{1}{2}$

Liaison partielle + le génotype du double hybride est trans



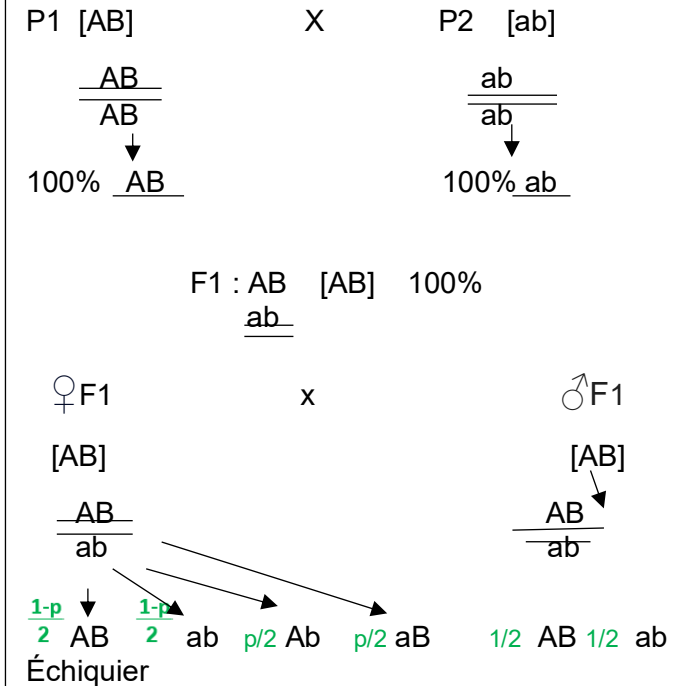
Gamètes ♀ \ Gamètes ♂	$\frac{1-p}{2} \underline{aB}$	$\frac{1-p}{2} \underline{Ab}$	$\frac{p}{2} \underline{AB}$	$\frac{p}{2} \underline{ab}$
$\frac{1}{2} \underline{aB}$	$\frac{aB}{aB}$ $\frac{1-p}{4}$	$\frac{Ab}{aB}$ $\frac{1-p}{4}$	$\frac{AB}{aB}$ $\frac{p}{4}$	$\frac{ab}{aB}$ $\frac{p}{4}$
$\frac{1}{2} \underline{Ab}$	$\frac{aB}{Ab}$ $\frac{1-p}{4}$	$\frac{Ab}{Ab}$ $\frac{1-p}{4}$	$\frac{AB}{Ab}$ $\frac{p}{4}$	$\frac{ab}{Ab}$ $\frac{p}{4}$

F2 : [aB]

[Ab]

[AB]

Liaison partielle + le génotype du double hybride est Cis



Gamètes ♀ \ Gamètes ♂	$\frac{1-p}{2} \underline{AB}$	$\frac{1-p}{2} \underline{ab}$	$\frac{p}{2} \underline{Ab}$	$\frac{p}{2} \underline{aB}$
$\frac{1}{2} \underline{AB}$	$\frac{AB}{AB}$ $\frac{1-p}{4}$	$\frac{ab}{AB}$ $\frac{1-p}{4}$	$\frac{Ab}{AB}$ $\frac{p}{4}$	$\frac{aB}{AB}$ $\frac{p}{4}$
$\frac{1}{2} \underline{ab}$	$\frac{AB}{ab}$ $\frac{1-p}{4}$	$\frac{ab}{ab}$ $\frac{1-p}{4}$	$\frac{Ab}{ab}$ $\frac{p}{4}$	$\frac{aB}{ab}$ $\frac{p}{4}$

F2 : [AB] $(\frac{3-p}{4})$

[Ab] $\frac{p}{4}$

[aB] $\frac{p}{4}$

[ab] $(\frac{1-p}{4})$

[Ab]+[aB]= $\frac{p}{4}+\frac{p}{4}=P$
 $\frac{1}{2}$
P= 2x [recombinés]