

FICHE DE SEQUENCE N 8:

Classe : T.S.Exp

Durée : 12 H

1- Domaine : SMT

Discipline : S.V.T

2- Compétence :

Résoudre une situation problème ; mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologique ; communiquer à l'aide de mathématiques scientifiques, technologiques, travailler en coopération avec ses camarades.

❖ Composantes, manifestations :

- Diagnostic la situation problème :
- Partager des informations relatives à la démarche et aux résultats :
- Exercer son jugement critique sur les retombées de la science et de la technologie :
- Comprendre le fonctionnement d'objets techniques :
- Participer à des échanges à caractère scientifique :
- Divulguer des savoirs ou des résultats scientifiques et technologiques :
- Interpréter et produire ces messages à caractères scientifiques et technologique :

3- Contenu 3 : l'unicité des individus et la diversité génétique.

SOUS CONCEPT 2 : LE BRSSAGE DE L'INFORMTION GENETIQUE ASSURE PAR LA REPRODUCTION SEXUEE ET L'UNICITE GENETIQUE DES INDIVIDUS.

4- Ressources éducatives :

- Ressources humaines :
- Ressources matérielles : fiches d'activités, images
- Ressources financières : Direction de l'établissement.

5- Stratégie d'animation :

Méthode active : travail de groupe, brainstorming, plainière

6- Déroulement des activités d'apprentissage :

• Pré évaluation :

Définis : homozygote, hétérozygote, génotype, phénotype.

• Activités d'apprentissages :

Situation problème : Le développement des êtres vivants est fonction de leur caractère héréditaires. Ces caractères qui déterminent le fonctionnement de l'organisme peuvent se conserver d'une génération à une autre bien que les descendants d'une espèce diffèrent les uns des autres. La transmission de ces caractères a lieu au cours de la reproduction sexuée.

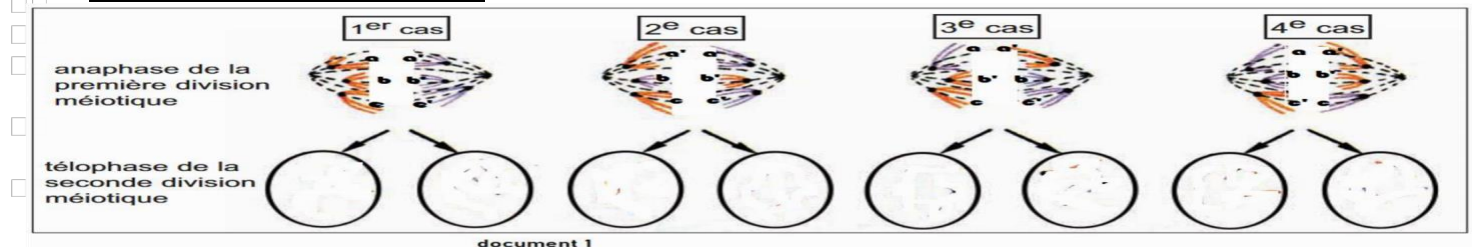
Comment les caractères se transmettent d'une génération à une autre ?

Quels sont les mécanismes de la reproduction sexuée qui expliquent les brassages génétiques ?

Mots clés : locus, gène, allèle, homozygote, hétérozygote, génotype, phénotype, hybridation, lignée pure ou race pure.

• Activité 1 : Le brassage chromosomique assuré par la méiose et la fécondation. A- Le brassage chromosomique assuré par la méiose

A1-Le brassage interchromosomique :

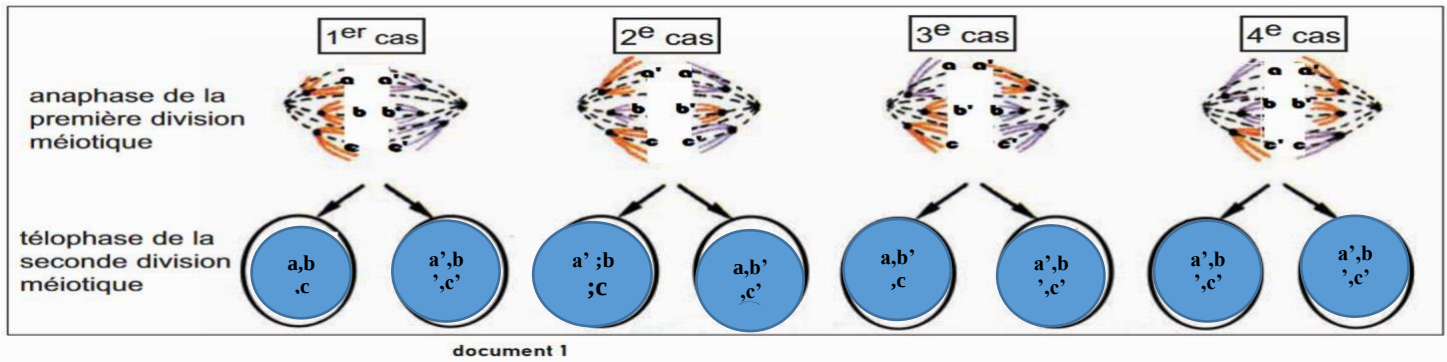


Consigne 1 :

- 1-Reproduit et complète les schémas en indiquant la garniture chromosomique des gamètes avec les lettres a b c....
- 2-Déduit le nombre de types de gamètes renfermant des garnitures chromosomiques différentes.
- 3-Etablit la formule générale permettant de déterminer le nombre de combinaisons des gamètes. Applique cette formule pour l'espèce humaine. - Justifie le terme : brassage inter chromosomique.
- 4-Calcul le nombre de gamètes génétiquement différents chez la drosophile $2n = 8$.

Synthèse partielle 1 :

1.



2. Le nombre de types de gamète renfermant des garnitures chromosomiques différentes est 8.

3. Formule générale : 2^n avec n le nombre haploïde.

Pour l'espèce humaine : $n=23$ donc pour l'Homme 2^{23} possibilités soit 8 388 608 par sexe
Une seule méiose ne produira que deux types de gamètes différents.

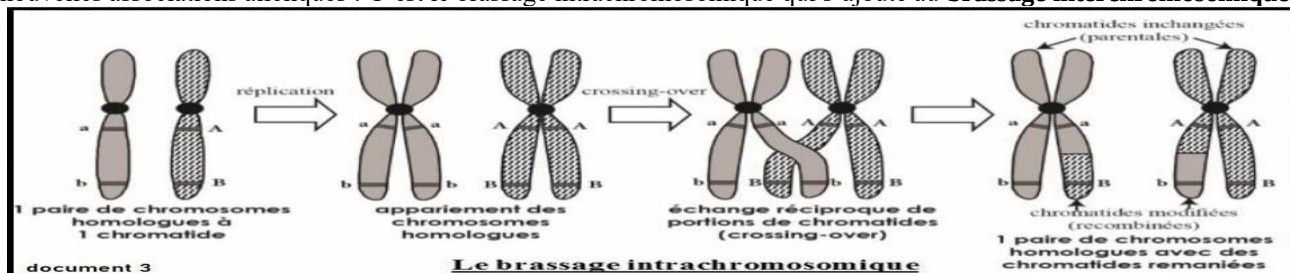
Justification :

En anaphase de la première division de méiose, les chromosomes homologues se séparent de façon aléatoire à l'origine des gamètes génétiquement différents : c'est le brassage interchromosomique.

4. Chez la drosophile $2n=8$, on aura alors 16 gamètes génétiquement différents.

A2- Le brassage intra chromosomique :

Les observations microscopiques de cellules en division méiotique montrent qu'au cours de la prophase de 1^{ère} division, les chromosomes homologues (1 d'origine paternelle et 1 d'origine maternelle) sont appariés et leurs chromatides sont en contact étroit. Des échanges réciproques de segments de chromatides homologues peuvent intervenir. Ce phénomène d'enjambement entre deux chromatides homologues est connu sous le nom de **crossing-over**. Lorsque l'individu est hétérozygote tous les allèles portés initialement par un chromosome peuvent, grâce au crossing-over, « être brassés » avec les allèles portés par le chromosome homologue. Il en résulte de nouvelles associations alléliques : C'est le brassage intrachromosomique qui s'ajoute au **brassage interchromosomique**.



Consigne 2 : À partir du document ci-dessus,

1-Représente les gamètes issus du phénomène de brassage intra chromosomique dû à un crossing-over.

2-Compare ce nombre à celui du brassage interchromosomique.

3-Résume le rôle de la méiose dans le brassage de l'information génétique.

Synthèse partielle 2 :

1. Les gamètes issus du brassage intra chromosomique :

Types parentaux : (a, b) et (A, B)

Types recombinés : (a, B) et (A, b)

Schémas :

A b Ab

a b ab

A B AB

a B aB

2. Comparaison :

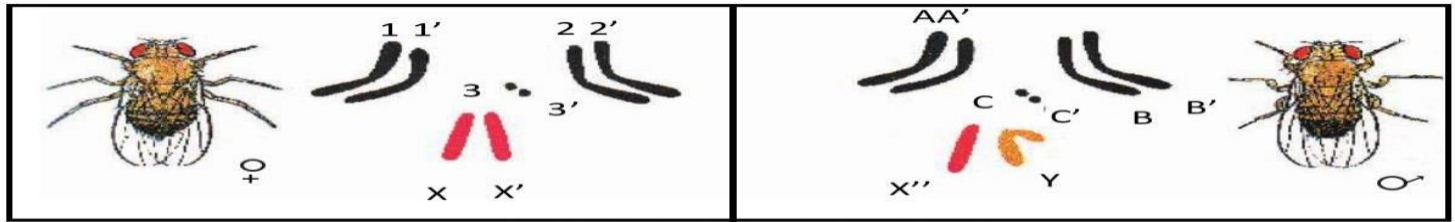
Le nombre est inférieur à celui du brassage intra chromosomique.

3. Rôle de la méiose :

La méiose, par ses brassages, contribue à la formation de gamètes ayant des chromosomes nouvellement construits. Avec la fécondation, la méiose laisse que chaque individu aura une garniture chromosomique qui donne de lui un exemplaire unique.

B- Le rôle de la fécondation dans le brassage de l'information génétique

La drosophile ou « mouche du vinaigre » est une petite mouche de 3 à 4 mm. Cet insecte est un matériel de choix pour les généticiens. La drosophile possède quatre paires de chromosomes ($2n=8$) et produit $2^4=16$ gamètes différents.



Document 2 : caryotypes de la drosophile

Consigne 3 :

1-En se basant sur le document 2 et en utilisant les numéros et les lettres, détermine les types de gamètes possibles que peuvent produire le mâle et la femelle de la drosophile.

2-Calcule le nombre possible (potentiel) de cellules œufs.

3-Déduit le rôle de la fécondation dans le brassage de l'information génétique.

Synthèse partielle 3 :

1. Les types de gamètes possibles :

Drosophile femelle : (123x) (123'x) (12'3'x) (1'2'3'x) (1'23x) (1'2'3x) (1'23'x) (12'3x) (123x') (123'x') (12'3'x') (1'2'3'x') (1'23x') (1'2'3x') (1'23'x') (12'3x').

Drosophile male : (ABCx'') (ABC'x'') (AB'C'x'') (A'B'C'x'') (A'BCx'') (A'B'Cx'') (A'BC'x'') (AB'Cx'') (ABCY) (ABC'y) (AB'C'y) (A'B'C'y) (A'BCy) (A'B'Cy) (A'BC'y) (AB'Cy).

2. Le nombre possible de cellule œufs :

$16^2 = 256$ cellules œufs possibles

3. Rôle de la fécondation :

Elle permet de réunir les gamètes génétiquement différents élaboré par la méiose permettant la formation de nouvelle individus génétiquement différent.

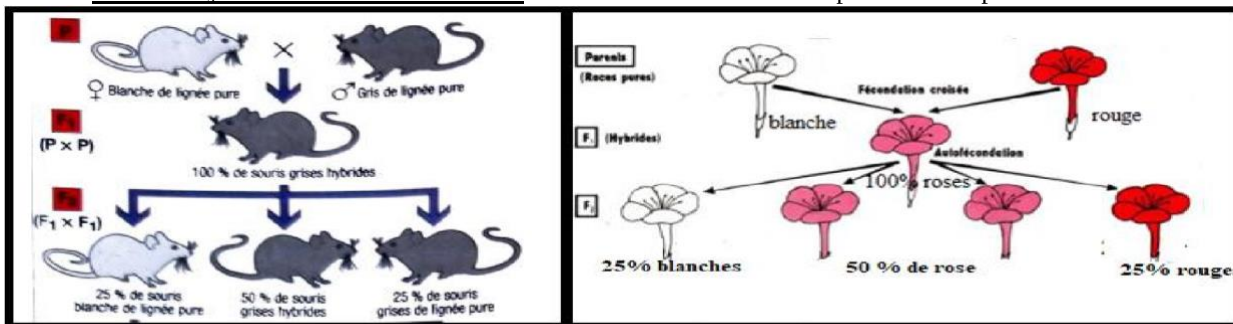
Activité 2 : Le Monohybridisme. 1ère loi de Mendel : loi d'uniformité des hybrides de la première génération F1.

Les individus de la génération F1 sont hybrides et semblables les uns aux autres (même phénotype et même génotype).

2ème loi de Mendel : loi de la pureté des gamètes. Les allèles d'un même couple se disjoignent lors de la formation des gamètes, chaque gamète ne contient que l'un ou l'autre des allèles, donc le gamète est toujours pur.

3ème loi de Mendel : loi de la séparation indépendante des allèles. Au cours de la méiose, les deux allèles du même gène se séparent de façon indépendante et aléatoire, et bien la formation des gamètes recombinés.

A- **Le monohybridisme avec dominance :** on croise des souris de race pure le doc 3 présente les résultats de ces croisements.



document 3

document 4

Consigne 1 : En exploitant le document 3.

1-En analysant ces résultats, détermine le type de croisement et le mode de transmission des caractères.

2-Détermine le génotype des parents, de la F1 et de la F2.

3-Donne le rapport des phénotypes de la F2. Compare ce résultat théorique à celui présenté par le doc3.

4-Quelle loi de Mendel est applicable à ces résultats ?

Synthèse partielle 1 :

1. On étudie un seul caractère (couleur de pelage) donc il s'agit d'un cas de monohybridisme. Les parents sont de race pure et la F1 est uniforme. Le phénotype de F1 ressemble à l'un des parents (pelage gris), donc il y a une dominance absolue.

Symboles des allèles :

G : l'allèle dominant qui détermine la couleur grise

b : l'allèle récessif qui détermine la couleur blanche

2. Génotypes des parents de la F1 et de la F2 :

F1 : b//b pour les souris blanches et G//G pour les souris grises

F2 : G//b pour les hybrides grises de la F1

3. Rapport des phénotypes de la F2 :

75% de souris grise et 25% de souris blanche

Comparaison :

Les résultats théoriques sont identiques aux résultats expérimentaux

4. La 1^{ère} et la 2^{ème} loi de Mendel (uniformité des hybrides de la 1^{ère} génération et la disjonction des caractères)

B- Le monohybridisme sans dominance : On croise des belles de nuit de race pure (plante à fleur) le doc 4 présente les résultats.

Consigne 2 : Exploite le document 4.

1-Analyse les résultats de ces croisements en vue de déterminer le type de croisement.

2-Détermine le génotype des parents, de la F1 et de la F2.

3-Donne le rapport des phénotypes de la F2. Compare ce résultat théorique à celui représenté par le document 3.

4-Quelle loi de Mendel est applicable à ces résultats ?

Synthèse partielle 2 :

1. - On étudie un seul caractère (la couleur des pétales), donc il s'agit d'un cas de monohybridisme - La génération F1 est uniforme donc on déduit que les parents sont de lignée pure (homozygotes).

- Le phénotype de F1 est intermédiaire entre les phénotypes parentaux, donc il s'agit d'un cas de codominance

- Symboles des allèles :

R : allèle responsable de la couleur rouge

B : allèle responsable de la couleur blanche

2. Génotypes des parents de la F1 et de la F2 :

F1 : B//B pour les pétales blanches et R//R pour les pétales rouges

F2 : B//R pour les pétales roses

3. Rapport des phénotypes de la F2 :

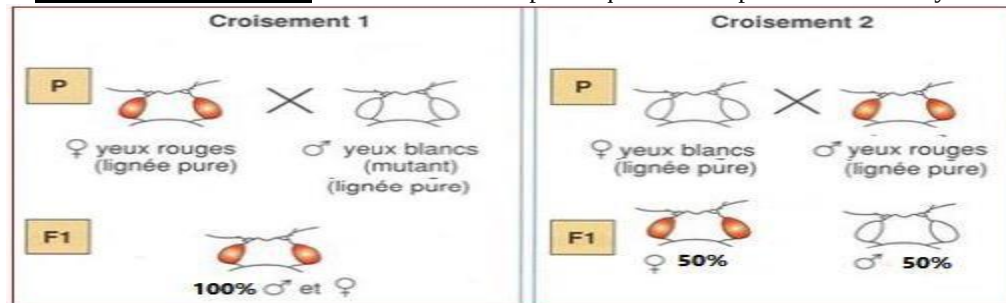
25% de fleurs à pétales blanches, 50% de fleurs à pétales roses et 25% de fleurs à pétales rouges.

Comparaison :

Les résultats théoriques sont identiques aux résultats expérimentaux

4. La 1^{ère} et la 2^{ème} loi de Mendel (uniformité des hybrides de la 1^{ère} génération et la disjonction des caractères)

C-L 'hérédité liée au sexe : On croise des drosophiles qui diffèrent par la couleur des yeux.



Document 5

Consigne 3 : En exploitant le doc 5

1-Analyse les résultats de ce croisement, que peut-on en déduire ?

2-Détermine le génotype des parents de la F1.

3-Quelle loi de Mendel est contredit par ces résultats ?

Synthèse partielle 3 :

1. Analyse et déduction :

- On étudie un seul caractère (la couleur des yeux), donc c'est un cas de monohybridisme

- Les parents sont de lignée pure et la génération F1 est uniforme, donc la 1^{ère} loi de Mendel est vérifiée

- Le phénotype de F1 ressemble à l'un des parents, c'est un cas de dominance absolue

- Symbole des allèles :

w⁺ : l'allèle dominant qui détermine la couleur rouge des yeux

w : l'allèle récessif qui détermine la couleur blanche des yeux

- le 2^{ème} croisement (= croisement réciproque) a donné des résultats non conformes à la première loi de Mendel même si les parents sont de souches pures. Et on observe que les femelles de F1 héritent le phénotype de leurs pères et les mâles héritent le phénotype de leurs mères.

On déduit que le gène responsable de la couleur des yeux est lié au sexe (porté par un chromosome sexuel) - Puisque le caractère étudié existe à la fois chez les mâles et les femelles, donc le gène étudié est porté par le chromosome X (chromosome sexuel en commun entre les ♂ et les ♀).

2. Génotype des parents de la F1 :

Croisement 1 : Xw^+Xw^+ pour les femelles aux yeux rouges et XwY pour les mâles aux yeux blancs

Croisement 2 : $XwXw$ pour les femelles aux yeux blancs et Xw^+Y pour les mâles aux yeux rouges

3. La 1^{ère} loi de Mendel (uniformité des hybrides de la 1^{ère} génération).

Activité 3 : Le dihybridisme

Le digybridisme c'est le croisement entre deux races différentes en deux caractères héréditaires. Dans ce cas on peut distinguer deux cas possibles pour les deux gènes responsables des deux caractères

- ✚ Cas des deux gènes indépendants (non liés) : Sont portés par deux couples de chromosomes.
- ✚ Cas des deux gènes dépendants (liés) : sont portés par un seul couple de chromosomes.

1. Cas des gènes indépendants

Exemple : étude de dihybridisme réalisée par des Pois

Considérons par exemple le croisement de Pois appartenant aux deux lignées pures suivantes (fig. 12) :

Pois à graines lisses et cotylédons jaunes $\times$ Pois à graines ridées et cotylédons verts

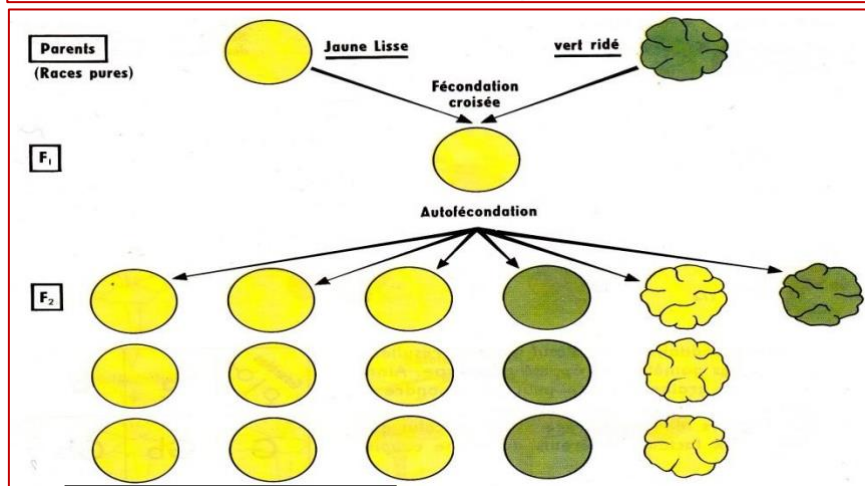
La génération F₁ est homogène : tous les hybrides sont à graines lisses et cotylédons jaunes ; la première loi de Mendel s'applique donc, avec la règle de la dominance. Les individus F₁ étant livrés à l'autofécondation, leurs descendants montrent la proportion suivante :

15 plantes en F₂ ont donné 556 graines dont

315 graines lisses et jaunes
101 graines ridées et jaunes
108 graines lisses et vertes
32 graines ridées et vertes

Activités :

- 1) Analysez le 1^{er} croisement et déduire.
- 2) Transformez les valeurs de la génération de F₂ en pourcentage (%) et comparez les avec les valeurs : 9/16, 3/16, 3/16, 1/16
- 3) Comment interpréter l'apparition des nouveaux phénotypes en F₂ sachant que les deux gènes étudiés sont non liés ?
- 4) Donnez une interprétation chromosomique pour les deux croisements.
- 5) On réalise un croisement entre un individu hybride de F₁ avec un individu double récessif.
 - a) Comment peut-on qualifier ce croisement ?
 - b) Donnez le résultat de ce croisement (interprétation chromosomique)



Synthèse partielle 1 :

1) Analyse et déduction :

- ✚ Etude de deux caractères héréditaires « la couleur » et « la forme » de la graine, il s'agit donc de dihybridisme.
- ✚ Les individus de F₁ ont le même phénotype donc la 1^{ère} loi de M. est appliquée.
- ✚ Les allèles responsables de la couleur jaune et forme lisse sont dominants, par contre les deux autres sont récessifs.

2)

15 plantes en F ₂ ont donné 556 graines dont	315 graines lisses et jaunes	→ 9/16
	101 graines ridées et jaunes	→ 3/16
	108 graines lisses et vertes	→ 3/16
	32 graines ridées et vertes	→ 1/16

- 3) Mendel a interprété l'apparition des phénotypes recombinés (nouveaux) par la séparation indépendante et aléatoire des allèles au cours de la formation des gamètes : phénomène de brassage interchromosomique, et donc chaque individu hybride (hétérozygote) produit obligatoirement 4 types des gamètes.

✚ 3ème loi de Mendel : loi de la séparation indépendante des allèles.

Au cours de la méiose, les deux allèles du même gène se séparent de façon indépendante et aléatoire, et bien la formation des gamètes recombinés.

Cette 3ème loi n'est pas applicable dans le cas de gènes liés.

- 4) Interprétation chromosomique :

2ème croisement					1er croisement	
$\frac{L}{c} \frac{G}{n} [L, G] \quad \mathbf{X} \quad \frac{L}{c} \frac{G}{n} [L, G]$ $25\% \frac{L}{L} \frac{G}{G} \quad 25\% \frac{c}{c} \frac{n}{n}$ $25\% \frac{L}{L} \frac{n}{n} \quad 25\% \frac{c}{c} \frac{G}{G}$					$\frac{L}{L} \frac{G}{G} [L, G] \quad \mathbf{X} \quad \frac{c}{c} \frac{n}{n} [c, n]$ $100\% \frac{L}{L} \frac{G}{G} \quad 100\% \frac{c}{c} \frac{n}{n}$	
Echiquier de croisement					Echiquier de croisement	
$\mathbf{x}$	$\frac{L}{L} \frac{G}{G}$	$\frac{c}{c} \frac{n}{n}$	$\frac{L}{L} \frac{n}{n}$	$\frac{c}{c} \frac{G}{G}$	$\mathbf{x}$	$\frac{L}{L} \frac{G}{G}$
$\frac{L}{L} \frac{G}{G}$	$\frac{L}{L} \frac{G}{G} [L, G]$	$\frac{L}{c} \frac{G}{n} [L, G]$	$\frac{L}{L} \frac{G}{n} [L, G]$	$\frac{L}{c} \frac{G}{G} [L, G]$	$\frac{c}{c} \frac{n}{n}$	$\frac{L}{c} \frac{G}{n} [L, G] \quad 100\%$
$\frac{c}{c} \frac{n}{n}$	$\frac{L}{c} \frac{G}{n} [L, G]$	$\frac{c}{c} \frac{n}{n} [c, n]$	$\frac{L}{c} \frac{n}{n} [L, n]$	$\frac{c}{c} \frac{G}{n} [c, G]$		
$\frac{L}{L} \frac{n}{n}$	$\frac{L}{L} \frac{G}{n} [L, G]$	$\frac{L}{c} \frac{n}{n} [L, n]$	$\frac{L}{L} \frac{n}{n} [L, n]$	$\frac{L}{c} \frac{G}{n} [L, G]$		
$\frac{c}{c} \frac{G}{G}$	$\frac{L}{c} \frac{G}{G} [L, G]$	$\frac{c}{c} \frac{G}{n} [c, G]$	$\frac{L}{c} \frac{G}{n} [L, G]$	$\frac{c}{c} \frac{G}{G} [c, G]$		

Les résultats théoriques et expérimentaux sont compatibles.

- 5) a) le croisement entre un individu de F1 et un autre récessif est appelé : « test-cross » ou bien « back-cross », il permet de déterminer si les deux gènes sont indépendants ou liés.
b) Les résultats du « test-cross »

Les résultats du test-cross dans le cas des gènes indépendants				
$\frac{L}{c} \frac{G}{n} [L, G] \quad \mathbf{X} \quad \frac{c}{c} \frac{n}{n} [c, n]$ $25\% \frac{L}{L} \frac{G}{G} \quad 25\% \frac{c}{c} \frac{n}{n}$ $25\% \frac{L}{L} \frac{n}{n} \quad 25\% \frac{c}{c} \frac{G}{G}$				
Echiquier de croisement				
$\mathbf{x}$	$\frac{L}{L} \frac{G}{G}$	$\frac{c}{c} \frac{n}{n}$	$\frac{L}{L} \frac{n}{n}$	$\frac{c}{c} \frac{G}{G}$
$\frac{c}{c} \frac{n}{n}$	$\frac{L}{c} \frac{G}{n} [L, G]$	$\frac{c}{c} \frac{n}{n} [c, n]$	$\frac{L}{c} \frac{n}{n} [L, n]$	$\frac{c}{c} \frac{G}{n} [c, G]$

Les résultats de F'2 : [L, G] 1/4 , [c, n] 1/4 ; [L, n] 1/4 ; [c,G] 1/4

Bilan : dans le cas de deux gènes indépendants :

✚ Le croisement entre deux hybrides F1 X F1 donne une génération de F2 sous forme :

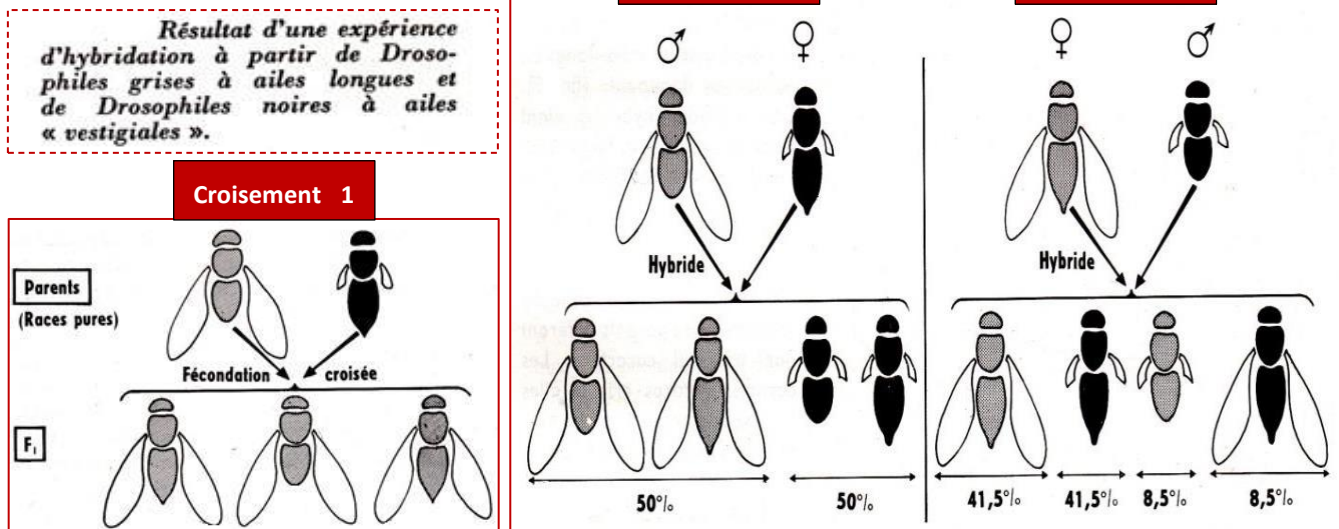
- 9/16 et 1/16 phénotypes parentaux
- 3/16 et 3/16 phénotypes recombinés

✚ Le croisement-test donne 4 phénotypes (2 parentaux et 2 recombinés) de même pourcentage 25%

✚ Les phénotypes recombinés sont le résultat du brassage interchromosomique

✚ La 3^{ème} loi de Mendel est applicable

2. Cas des gènes liés :



Consigne 2 :

- 1) Que peut-on déduire des résultats du 1^{er} croisement ?
- 2) Déterminez le type des croisements 2 et 3.
- 3) Comparez les résultats du 2^{ème} et 3^{ème} croisement, que peut-on déduire ?
- 4) Déterminez les phénomènes responsables de l'apparition des drosophiles noires à ailes longues et autres grises à ailes vestigiales.
- 5) Donnez une interprétation chromosomique pour les croisements 2 et 3.

Synthèse partielle 2 :

1- D'après les résultats du 1^{er} croisement, on constate ce qui suit :

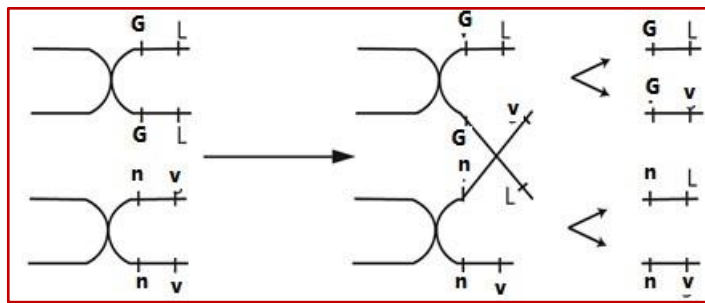
- ✚ Il s'agit d'un cas de dihybridisme.
- ✚ La génération de F1 est homogène, donc les parents sont de race pure selon la 1^{ère} loi de Mendel.
- ✚ L'allèle responsable de la couleur grise est dominant (G) et l'allèle responsable de la couleur noire est récessif (g)
- ✚ L'allèle responsable des ailes longues est dominant (L) et l'allèle responsable des ailes vestigiales est récessif (v)

2- Les croisements 2 et 3 sont des croisements-test.

3- Le 2^{ème} croisement donne en F₂ seulement des phénotypes parentaux ce qui permet de dire que les deux gènes étudiés sont liés de façon absolue (absence de crossing-over).

Le 3^{ème} croisement donne en F₂ des phénotypes parentaux aux pourcentages très élevés par rapport aux phénotypes recombinés ce qui permet de dire que les deux gènes étudiés sont liés de façon relative (présence de crossing-over).

4- Le crossing-over : schémas interprétatifs



5- Interprétation chromosomique :

2 ^{ème} croisement		
$\frac{GL}{nv}$ [G, L]	X	$\frac{nv}{nv}$ [n, v]
↓		↓
50% $\underline{GL}$	50% $\underline{nv}$	100% $\underline{nv}$
Echequier de croisement		
x	$\underline{GL}$	$\underline{nv}$
$\underline{rg}$	$\frac{GL}{nv}$ [G, L]	$\frac{nv}{nv}$ [n, v]

3 ^{ème} croisement				
	$\frac{GL}{nv}$ [G, L]	X	$\frac{nv}{nv}$ [n, v]	
	↓		↓	
	41,5% $\underline{GL}$	41,5% $\underline{nv}$	100% $\underline{rv}$	
	8,5% $\underline{Gv}$	8,5% $\underline{nL}$		
Echequier de croisement				
x	41,5% $\underline{GL}$	41,5% $\underline{nv}$	8,5% $\underline{Gv}$	8,5% $\underline{nL}$
100% $\underline{rg}$	$\frac{GL}{nv}$ [G, L]	$\frac{nv}{nv}$ [n, v]	$\frac{Gv}{nv}$ [G, v]	$\frac{nL}{nv}$ [n, L]

Bilan : dans le cas de deux gènes liés :

- Le croisement des hybrides (**FI X FI**) ou le test-cross donne une génération composée :
 - Soit seulement des phénotypes parentaux, ce qui permet de déduire le phénomène de crossing-over est absent.
 - Soit 4 phénotypes : 2 recombinés et 2 parentaux et que le pourcentage des phénotypes parentaux est très élevé par rapport aux phénotypes recombinés ce qui permet de déduire que le crossing-over est présent.
- Les phénotypes recombinés sont le résultat du brassage intrachromosomique (crossing-over).
- La 3^{ème} loi de Mendel n'est pas applicable.

Activité 4 : la carte factorielle.

La carte factorielle est une représentation des locus de gènes sur un chromosome en respectant la distance entre eux.

La réalisation de la carte factorielle se fait par :

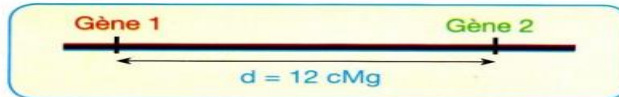
- Détermination de la distance entre deux gènes étudiés par le calcul du pourcentage des phénotypes recombinés (TR) en utilisant la formule suivante :

$$\%TR = \frac{\text{nombre des TR}}{\text{nombre total (TR + TP)}} \times 100$$

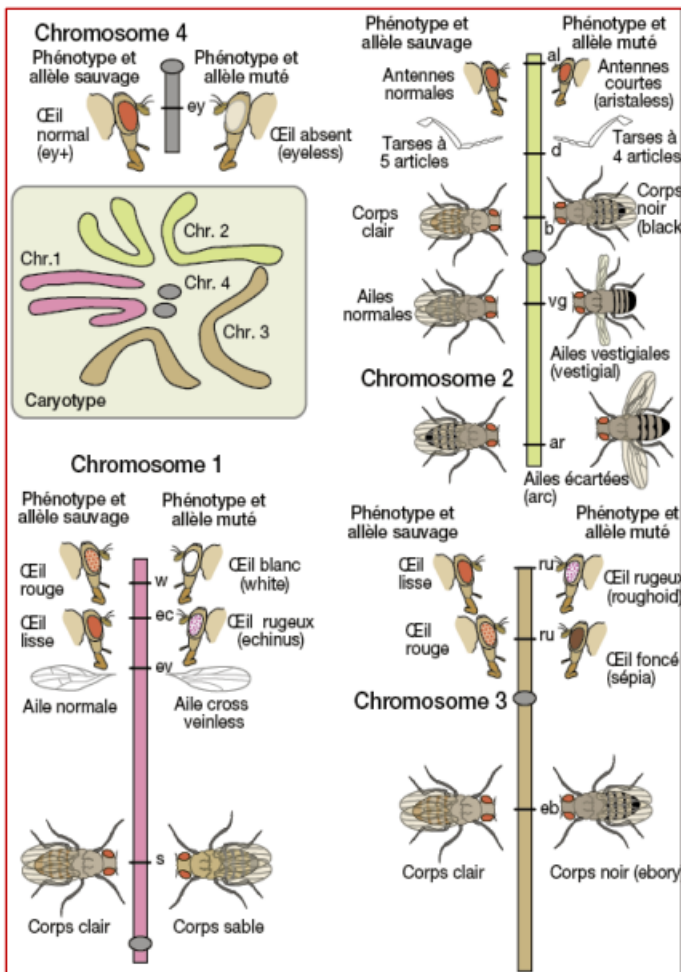
La distance entre deux gènes : $d = \%TR \text{ cMg}$ sachant que, $1\% \text{ TR} = 1 \text{ cMg}$

- Représentation de la carte factorielle : on représente le chromosome par un trait sur lequel on dispose les locus des gènes étudiés, en respectant les distances calculées

Exemple : $\% \text{ TR} = 12 \%$, indique que la distance entre les deux gènes est de 12 cMg ainsi la carte factorielle sera :



Consigne 1 :



Etablissement de la carte factorielle de 3 gènes :

Pour déterminer les locus de 3 gènes sur un chromosome chez la drosophile, on propose les résultats de ces croisements :
Croisement I : entre des drosophiles aux yeux rouges et des ailes longues (sauvages) avec des drosophiles aux yeux blancs et des ailes vestigiales (mutées), la génération de F1 est composée des drosophiles sauvages.

1. Qu'est-ce que vous pouvez déduire des résultats de ce croisement ?

Croisement 2 : se fait entre un mâle de phénotype muté et une femelle de F1, les résultats sont comme suit :

- 39,5% drosophiles sauvages
- 39,5% drosophiles mutées
- 10,5% drosophiles aux yeux rouges et ailes vestigiales
- 10,5% drosophiles aux yeux blancs et ailes longues

2. Que peut-on déduire de ces résultats ?

3. Calculez la distance entre ces deux gènes.

4. Interprétez à l'aide de l'échiquier de croisement les résultats de 2^{ème} croisement. (utilisez R ou r pour la couleur des yeux et L ou l pour la taille des ailes)

Sur le même chromosome il se trouve un autre gène code pour la taille des antennes (normales et aristaless) et que la distance entre ce gène et le gène des couleurs des yeux est de : 13CMg.

5. Déterminez les cartes factorielles possibles de ces 3 gènes.

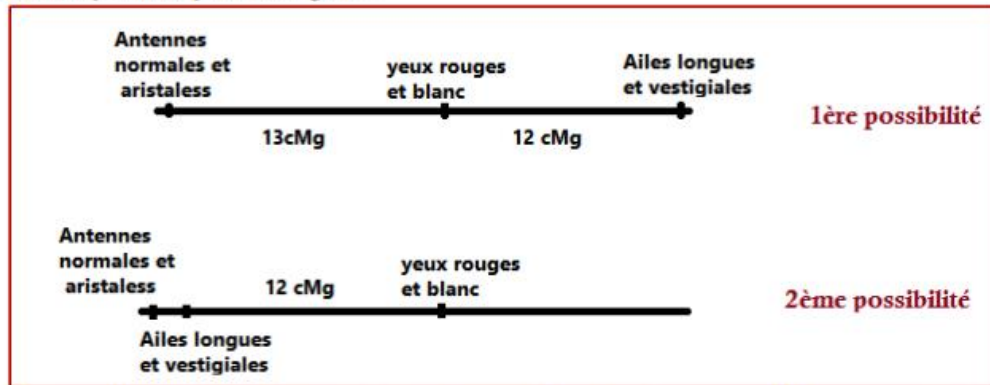
6. Comment peut-on faire pour déterminer exactement la carte factorielle de ces 3 gènes ?

Synthèse partielle 1 :

1- D'après les résultats du 1^{er} croisement, on constate ce qui suit :

- ✚ Il s'agit d'un cas de dihybridisme.
- ✚ La génération de F1 est homogène, donc les parents sont de race pure selon la 1^{ère} loi de Mendel.
- ✚ L'allèle responsable de la couleur rouge des yeux est dominant (R) et l'allèle responsable de la couleur blanche est récessif (r).
- ✚ L'allèle responsable des ailes longues est dominant (L) et l'allèle responsable des ailes vestigiales est récessif (v).

- 2- Le 2^{ème} croisement donne en F2 des phénotypes parentaux aux pourcentages très élevés par rapport aux phénotypes recombinés ce qui permet de dire que les deux gènes étudiés sont liés de façon relative (présence de crossing-over).
- 3- La distance entre les gènes : 21 cMg
- 4- Interprétation chromosomique
- 5- Les cartes factorielles possibles pour ces 3 gènes :



- 6- Pour déterminer la carte factorielle exacte de ces 3 gènes il faut chercher à savoir la distance entre le gène responsable de la taille des antennes et celui qui code pour la longueur des ailes, et pour cela il faut faire un croisement test : individu hybride [A, L] et un autre doublement récessif [a, l], le pourcentage des phénotypes recombinés en F2 détermine la distance entre les deux gènes.

Activité 5 : les Mutations

A. Les types de mutation :

Addition					
CAC	TGG	AAT	TTG	ADN avant	
CAC	TGG	TAA	TTTG	ADN après	
Délétion					
CAC	TGG	AAT	TTG	ADN avant	
CAC	TGG	ATT	TG	ADN après	
Substitution					
CAC	TGG	AAT	TTG	ADN avant	
CAC	TGT	AAT	TTG	ADN après	

Le plus souvent, les mutations sont ponctuelles concernant un ou plusieurs nucléotides. Elles se produisent au hasard le long du gène et peuvent se manifester par : une substitution, une insertion ou une addition et délétion.

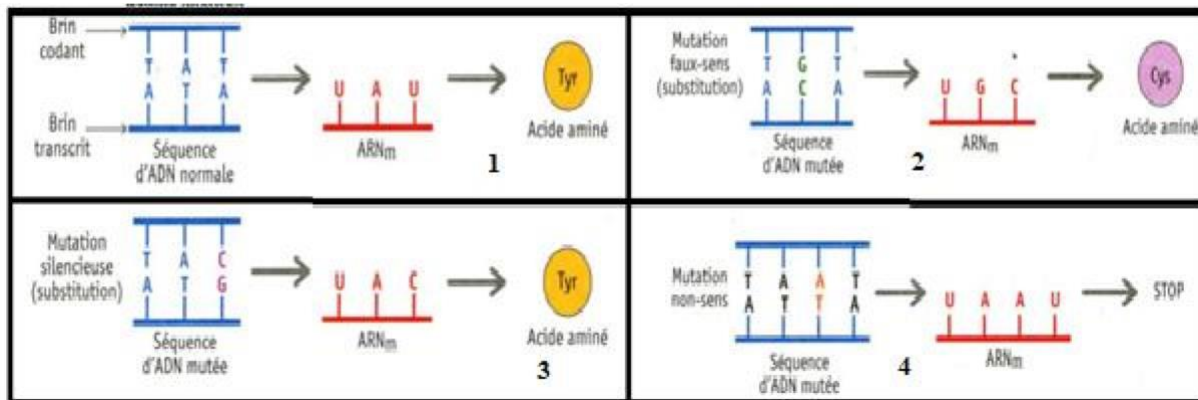
Doc9 : type de mutation

Consigne1 : Compare l'ADN normal aux ADN mutés pour définir chaque type de mutation.

Synthèse partielle 1 :

- L'addition est l'ajout d'un nucléotide dans la séquence d'adn
- La délétion est la perte d'un nucléotide de la séquence d'ADN
- La substitution est le remplacement d'un nucléotide par un autre dans séquence d'ADN

B. Les conséquences des mutations.



Document10 : Conséquences des mutations sur le phénotype.

Consigne 2 :

1-En comparant l'ADN normal aux ADN mutés 2 ;3 et 4 trouve une définition aux termes : mutation silencieuse ; mutation faux sens ; mutation non-sens et décalantes.

2-Dans quel cas les mutations peuvent avoir des conséquences sur la structure et la fonction de la protéine ?

3-Parmi les mutations lesquelles sont qualifiées de mutations efficaces

Synthèse partielle 2 :

- La protéine n'a pas été modifiée en 3 ; en 2 la Tyr a été remplacée par la Cys et en 4 par un codon stop.
 - Une mutation silencieuse est une mutation ponctuelle qui ne modifie pas le phénotype de l'individu qui la porte.
 - Une mutation faux sens est une mutation ponctuelle dans laquelle un nucléotide d'un codon est changé, induisant le changement de l'acide aminé associé.
 - La mutation non-sens est une **mutation non-sens** est une mutation ponctuelle dans laquelle un nucléotide d'un codon est changé, induisant le remplacement d'un codon codant un acide aminé par un codon-stop.
 - La mutation est décalante. La protéine obtenue possède une séquence en acides aminés complètement modifiée.
- Les mutations peuvent avoir des conséquences sur la structure et la fonction de la protéine dans les cas de mutation faux sens ; mutation non-sens et décalantes.
- Une mutation silencieuse.

7- Synthèse générale :

Si la reproduction conforme (mitose) engendre l'uniformité, la reproduction sexuée en revanche est génératrice de diversité. Ceci est dû à un important brassage des chromosomes (et des gènes qu'ils portent) au cours de 2 processus biologiques fondamentaux qui caractérisent la reproduction sexuée : **la méiose et la fécondation**.

QUELQUES NOTIONS DE GENETIQUE :

Hérédité : c'est la transmission des caractères héréditaires des parents aux descendants.

Génétique : C'est la science qui étudie l'hérédité.

Gène : C'est une séquence d'ADN qui détermine un caractère héréditaire.

NB : Lorsque le gène est situé sur un chr non sexuel ou autosome, on parle d'**hérédité autosomale ou Mendélienne** et s'il est porté par un chr sexuel ou gonosome, on parle d'**hérédité gonosomale ou hérédité liée au sexe**.

Allèles : Ce sont les différentes formes d'un même gène au sein d'une espèce.

Hybride : c'est un individu issu du croisement de deux parents différents.

Phénotype : C'est le caractère apparent (visible) chez un individu.

Génotype : C'est le couple d'allèles qui exprime un phénotype.

Sujet homozygote : Sujet dont les allèles qui codent pour le même caractère sont identiques.

Sujet Hétérozygote : Sujet dont les allèles qui codent pour le même caractère sont différents.

I. Brassages génétiques :

1. Brassage interchromosomique :

L'apparition de types recombinés en F₂ ne peut s'interpréter au niveau chromosomique que si l'on admet que les différents couples d'allèles gouvernant les différents phénotypes sont portés par des paires différentes de chromosomes homologues. En effet la transmission des

chromosomes (donc des gènes) d'une génération à l'autre fait intervenir **2 fois** le **hasard** : une première fois au cours de la **méiose** et une seconde fois au cours de la **fécondation** : **c'est la double loterie (voir activité 1)**.

2. Brassage intrachromosomique :

Au brassage interchromosomique s'ajoute le brassage intrachromosomique qui augmente la diversité génétique des individus issus d'une reproduction sexuée.

Au cours de la **prophase I**, lors de l'appariement des chromosomes en bivalents, il se produit des échanges de chromatides donc de gènes : ces échanges sont appelés **crossing-over ou enjambements**. Ainsi, lorsque les chromosomes se séparent à l'anaphase, ils sont **génétiquement différents**, leur contenu en gènes est modifié. Ce brassage génétique entre chromosomes homologues est appelé **brassage intrachromosomique**.

III. LOIS STATISTIQUES DE LA TRANSMISSION DES CARACTERES HEREDITAIRES :

1. Monohybridisme : (Voir activité 1)

C'est l'étude de la transmission d'un seul caractère.

➤ Monohybridisme avec dominance : Activité 1A

- Rapport phénotypique : 3.1
- Rapport génotypique : 1.2.1

➤ Monohybridisme sans dominance ou à dominance intermédiaire : Activité 1B

- Rapport phénotypique : 1.2.1
- Rapport génotypique : 1.2.1

NB : Il existe aussi le **monohybridisme avec codominance** c'est-à-dire que les deux allèles sont **codominants**.

2. Dihybridisme : (Voir activité 3)

C'est l'étude de la transmission de deux caractères.

3. Back cross et test-cross : (Voir activité 2)

Le **back cross** ou croisement de retour est le croisement entre un sujet **F₁** hétérozygote de génotype connu avec un sujet homozygote de type parental.

Exemples : $G/b \times G//G$ ou $G/b \times b//b$.

Le **test-cross** ou **croisement test** est le croisement d'un sujet de génotype inconnu avec un sujet homozygote récessif pour le caractère considéré. Il permet de savoir le génotype inconnu. C'est un type de back-cross.

4. Lois de Mendel :

1^{ère} loi : Tous les individus de la **F₁** sont uniformes.

2^{ème} loi : Chaque gamète ne reçoit que l'un des éléments du couple d'allèles : c'est la loi de la pureté des gamètes.

3^{ème} loi : Polymorphisme des individus de la **F₂** (disjonction des caractères).

IV : MECANISME CHROMOSOMIQUE DE L'HEREDITE :

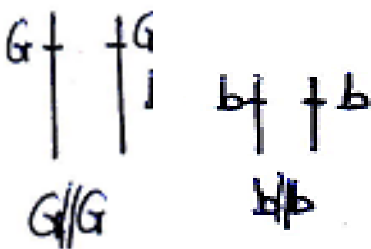
Les chromosomes qui portent les gènes sont de 2 sortes : les **autosomes ou chromosomes non sexuels** et les **gonosomes ou chromosomes sexuels**.

1. Interprétation chromosomique des lois de Mendel :

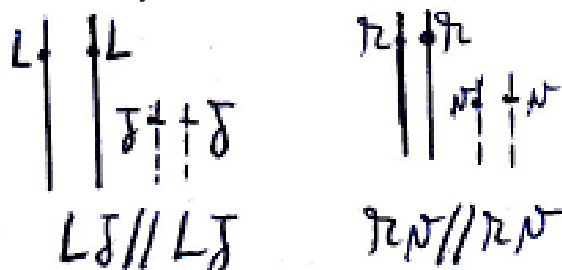
Dans l'hérédité de type Mendélien, les gènes sont portés par les autosomes et les résultats ne varient pas quelque soit le sens du croisement.

Dans le monohybridisme, chaque couple d'allèles est porté par une paire de chrs et dans le dihybridisme, les deux couples d'allèles sont portés par deux paires différentes de chrs.

Monohybridisme



Dihybridisme



2. Résultats statistiques non conformes aux lois de Mendel : (Voir Expérience 2 activité 3)

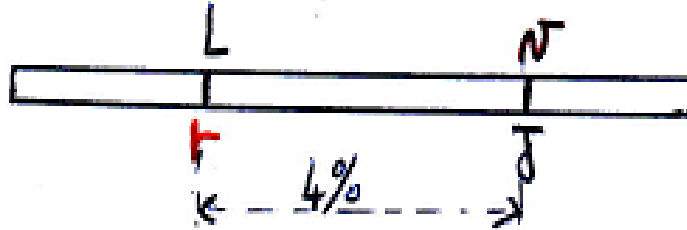
Le linkage absolu est une exception à la 2^{ème} loi de Mendel.

V. Principe d'établissement d'une carte factorielle : (Voir Activité 3 : 2^{ème} Croisement de l'expérience 2)

Une carte factorielle ou génétique est une représentation de la disposition linéaire des gènes sur un chrs. Le % de recombinaison augmente avec la distance entre les gènes. La distance qui sépare 2 gènes peut être mesurée par le nombre qui exprime le taux de recombinaisons exprimé en % ou en centimorgan.

Par exemple dans l'expérience 2 de l'activité 3, la recombinaison a lieu dans **4%** des cas entre les allèles lisses et verts de même entre ridés et jaunes. On peut alors écrire que la distance entre ces deux allèles est **de 4% ou 4 centimorgans**.

En confrontant 2 à 2 tous les gènes connus portés par un chromosome donné, on peut établir la carte factorielle de ce chromosome.



CARTE FACTORIELLE OU GENETIQUE

VI. Mutations :

Une mutation est une modification rare et imprévisible dans la séquence des nucléotides de l'ADN. Cette modification peut concerner :

- ♣ Un seul nucléotide ou un seul codon (**mutation ponctuelle**) ;
- ♣ Tout ou partie d'un gène ou d'un chromosome (**mutation génique ou chromosomique**).

NB : Dans les cas extrêmes, la modification devient visible sur le caryotype, on parle alors **d'aberrations chromosomiques**.

1. Types de mutations :

a. Mutations ponctuelles

a1. Substitution : C'est le remplacement d'un nucléotide par un autre. On distingue

La transition : Remplacement d'une base purique par une autre base purique (A → G) ou d'une base pyrimidique par une autre base pyrimidique (C → T)

et la traversions : Remplacement d'une base purique par une base pyrimidique ou vice – versa.

a2. Insertion ou addition : C'est l'introduction d'un ou de plusieurs nucléotides supplémentaires dans la séquence des nucléotides.

a3. Délétion ou soustraction : C'est la perte d'un ou de plusieurs nucléotides.

b. Mutations chromosomiques :

C'est une réorganisation chromosomique responsable ou non d'une variation phénotypique.

b1. Mutations germinales :

Ce sont des modifications d'un gène de gamètes qui se transmettent aux descendants.

b2. Mutations géniques :

Ce sont des modifications du code d'un gène et de son expression (polypeptide) responsable de la variation phénotypique.

2. Conséquences des mutations :

Les mutations expliquent l'existence d'une variabilité entre les gènes. Les *mutations spontanées*, généralement rares et aléatoires, constituent donc la principale source de diversité génétique, moteur de l'évolution.

Comme conséquence on peut observer des :

- ♣ **Mutations silencieuses ou neutres :** Remplacement de codon d'un acide aminé par un autre codon qui désigne le même acide aminé.
Exemple : Si l'on remplace CUU par CUG, c'est le même acide aminé (**Leu**) ;
- ♣ **Mutations contre sens :** changement de codon d'un acide aminé par un autre codon d'un autre acide aminé. **Exemple :** Dans le cas de la **drépanocytose**, le codon GAA est remplacé par GUA et il en résulte le remplacement de **glu** par **val** ;
- ♣ **Mutations non-sens :** changement d'un codon sens par un codon non-sens (ou codon stop). **Exemple :** Remplacement de ACA (thr) par UAA (codon stop).

VII. Diversité génétique et l'unicité des individus :

1. Nature du génome chez les procaryotes et eucaryotes :

Chez les procaryotes : Le génome est formé d'un chromosome unique. Il existe en outre des plasmides dans les bactéries.

Chez les eucaryotes : Le génome est formé de plusieurs chromosomes nucléaires, de chromosomes mitochondriaux et chloroplastiques. Chez les cellules eucaryotes le génome contient beaucoup plus d'ADN que chez les cellules procaryotes, mais une grande partie de l'ADN eucaryote n'est pas codant.

Les génomes procaryotes et eucaryotes se transmettent tous par un processus commun : la réplication semi-conservative de l'ADN.

2. La diversité et l'unicité des individus :

Au sein d'une espèce, les individus ont quasiment le même nombre de gènes. En revanche, les versions de ces gènes (allèles) ne sont pas les mêmes. C'est pour cela que chaque individu est différent (**diversité des individus**).

Chez les espèces eucaryotes, la reproduction sexuée est l'occasion de brasser ces allèles entre deux individus, en général de sexe opposé. Ce brassage produit une nouvelle combinaison d'allèles donc un individu nouveau et original (**unicité des individus**).

8. Evaluation

Exercice 1 :

On croise entre elles des drosophiles à ailes longues et des drosophiles à ailes vestigiales (réduite)

A la première génération F1 toutes les mouches obtenues ont les ailes longues.

En croisant entre elles les individus de la F1, on obtient à la génération F2 pour les mouches comptées :

77 drosophiles à ailes longues

23 drosophiles à ailes vestigiales.

Consigne :

1. Comment peut-on interpréter les résultats obtenus en F1 et F2 ? quelles lois peux-tu en tirer ?

2. Qu'obtiendra-t-on à la F1, en croisant :

a. Les drosophiles à ailes vestigiales de la F2 entre elles ?

b. Les drosophiles à ailes longues F2 entre elles ?

Exercice 2 :

A. Une population de volailles dites andalouses comprend des animaux de trois couleurs différentes : noires, blanches et bleues.

Les volailles noires croisées entre elles donnent toujours des volailles noires.

Les volailles blanches croisées entre elles donnent toujours des volailles blanches.

Les volailles bleues croisées entre elles donnent un mélange de volailles noires, blanches et bleues.

Le croisement d'une volaille noire avec une volaille blanche donne uniquement des volailles bleues.

1. En tenant compte de ces résultats, expérimentaux, expliquez ce qu'on entend par lignée pure, par hybride.

2. Classez les trois types de volailles dans ces deux groupes.

B. Les statistiques sur des millions de volailles bleues croisées entre elles montrent la répartition approximativement suivante:

Volailles bleues 50%

Volailles noires 25%

Volailles blanches 25%

1. Expliquez ces résultats.

2. Donnez leur interprétation chromosomique.

C. On procède au croisement d'une volaille noire par une volaille bleue.

1. Réalisez le tableau qui permet d'avoir les résultats.

2. Représentez le tableau sous forme d'équation.

Exercice 3 :

A. On croise deux drosophiles de race pure, une femelle aux yeux blancs (white) et un mâle Aux yeux rouges (rouges). On constate qu'en F1 tous les mâles ont les yeux blancs et toutes Les femelles ont les yeux rouges.

En F1, on obtient :

- 115 femelles aux yeux rouges
- 118 mâles aux yeux rouges
- 123 femelles aux yeux blancs
- 119 mâles aux yeux blancs

1. Interprétez et expliquez ces résultats.

Si on croise deux drosophiles aux yeux rouges, on obtient en F1

- 193 mâles aux yeux blancs
- 204 mâles aux yeux rouges
- 405 femelles aux yeux rouges

2. Expliquez les résultats de ce second croisement.

B. Au cours d'une autre expérience, on oppose dans un flacon prévu à cet effet deux Drosophiles aux yeux rouges.

En F1 on obtient :

- 87 mâles aux yeux blancs
 - 194 mâles aux yeux framboisent
 - 400 femelles aux yeux rouges
1. Gène framboise est-il lié au sexe ? justifiez votre réponse.
 2. Quels sont les génotypes des parents ?
 3. Quels sont les génotypes des drosophiles de la F1 ?

Exercice 4 :

1^{er} croisement : Deux lignées pures de drosophiles, l'une à corps gris et ailes longues (type sauvage) avec des drosophiles à corps ébène et ailes vestigiales donnent en F₁, des sujets à corps gris et ailes longues. A l'issue des croisements entre des femelles F₁ et des mâles F₁, on obtient 1203 drosophiles en F₂ dont :

- 686 drosophiles de type sauvage ;

- 219 drosophiles à corps ébène et ailes longues ;
- 226 drosophiles à corps gris et ailes vestigiales ;
- 72 drosophiles à corps ébène et ailes vestigiales.

2^{ème} Croisement : Des femelles F_1 (type sauvage) croisées avec des mâles à corps ébène et ailes vestigiales donnent en F_2 :

- 482 drosophiles de type sauvage ;
- 487 drosophiles à corps ébène et ailes longues ;
- 515 drosophiles à corps gris et ailes vestigiales ;
- 509 drosophiles à corps ébène et ailes vestigiales.

3^{ème} Croisement : Le croisement entre deux individus de la F_1 donne une F_2 composée de 75% de drosophiles à corps gris et ailes longues et 25% de drosophiles à corps ébène et ailes vestigiales.

4^{ème} Croisement : On reprend le 2^{ème} croisement, une femelle F_1 (corps gris et ailes longues) croisée avec un mâle homozygote récessif. Il obtient 4 individus mais dans les proportions ci-dessous.

41,5% de drosophiles à corps gris et ailes longues ;

41,5% de drosophiles à corps ébène et ailes vestigiales ;

8,5% de drosophiles à corps gris et ailes vestigiales ;

8,5% de drosophiles à corps ébène et ailes longues ;

Consigne :

1. Explique les résultats de chaque croisement.
2. Nomme et schématise le phénomène à l'origine de la formation de types nouveaux dans le 4^{ème} croisement.
3. Donne une interprétation chromosomique des deux derniers croisements.
4. A partir du 4^{ème} croisement, établis la carte factorielle de ces allèles.

9.appui

- remédiation

- enrichissement