Thème I: La Terre, la vie et l'organisation du vivant

Partie 1-A-1: L'origine du génotype des individus.

II. Le brassage des génomes à chaque génération : la reproduction sexuée des eucaryotes

TP2: Sur la route de Mendel...

Du nom de Gregor Johann Mendel (1822-1884), ce prêtre autrichien passionné de botanique qui, huit ans durant, occupa ses loisirs à hybrider des petits pois et fut le premier à en tirer des lois statistiques. La génétique mendélienne a pour but d'étudier la transmission des caractères héréditaires de génération en génération.

Par convention:

- la génération initiale ou génération parentale est dénommée P, les générations suivantes ou générations filiales désignées F1, F2, F3... selon leur ordre d'apparition.
- Un génotype s'écrit entre parenthèses. Pour une cellule diploïde, les deux allèles sont séparés par une ou deux barres obliques symbolisant les deux chromosomes portant le gène : (A/A)
- Le phénotype s'écrit entre crochet : [A]

Notions importantes

<u>Lignée pure</u>: Population dont les individus donnent des descendants identiques à eux-mêmes (qui ne présentent aucune variation) en ce qui concerne le caractère considéré.

<u>Phénotype</u>: La forme adoptée par un caractère (ou un groupe de caractères) chez un individu spécifique. Il s'agit également des manifestations extérieures détectables d'un génotype spécifique.

<u>Génotype</u>: La constitution allélique spécifique d'une cellule - soit de l'ensemble de la cellule, ou, ce qui est le plus courant, d'un certain gène ou groupe de gènes.

La plupart des travaux de Mendel ayant porté sur le pois cultivé *Pisum sativum* (petit pois), nous commencerons par décrire quelques unes de ses expériences portant sur l'hybridation de lignées parentales différant par un seul caractère (**monohybridisme**), puis de lignées parentales différant par deux caractères (**dihybridisme**).

Ensuite, nous envisagerons les cas de transmissions non conformes aux lois de Mendel (**crossing-over**) et, enfin, le cas particulier des **caractères liés au sexe**.

À chaque étape, un exercice d'application vous sera proposé, de manière à mieux vous familiariser avec la démarche à utiliser.

Une des premières tâches de Mendel fut de s'assurer de disposer de **lignées pures**, c'est-à-dire des populations **homozygotes** qui engendrent toujours des descendants identiques à eux-mêmes pour le caractère considéré, en cultivant les différentes variétés qu'il avait choisies pendant deux ans. Il réussit ainsi à sélectionner sept paires de lignées pures, chaque paire ne se distinguant des autres que par un seul caractère :

- la couleur de la graine jaune ou verte,
- la forme de la graine lisse ou ridée,
- la grandeur de la tige longue ou courte,
- la position des fleurs axiale ou terminale,
- la couleur des fleurs violette ou blanche,
- la couleur de la cosse immature verte ou jaune,
- la forme de la cosse gonflée ou étranglée.

Ainsi, en croisant des plantes à graines jaunes entre elles, il n'obtenait que des descendants à graines jaunes qui, à leur tour, ne produisaient que des pois à graines jaunes et ainsi de suite. De même pour chaque caractère retenu.

Il put alors commencer ses hybridations en croisant des lignées pures différant par un seul caractère (monohybridisme), puis des lignées pures différant par deux caractères (dihybridisme).



<u>Séance 1 : MONOHYBRIDISME, DIHYBRIDISME</u>

I- MONOHYBRIDISME

<u>Doc 1 : Tableau de croisement de deux lignées pures ne différant que par un seul caractère</u>

Croisement effectué (P)	Résultat obtenu (F1)	Génotype + phénotype de F1
Graines jaunes x vertes	Graines jaunes	
Graines lisses x ridées	Graines lisses	
Tiges longues x courtes	Tiges longues	
Fleurs axiales x terminales	Fleurs axiales	
Fleurs violettes x blanches	Fleurs violettes	
Cosses vertes x jaunes	Cosses vertes	
Cosses gonflées x étranglées	Cosses gonflées	

Q1 : Interprétez et citez alors la première loi de Mendel :

<u>Doc 2 : En croisant ensuite les hybrides de première génération (F1) entre eux, on aboutit alors aux résultats suivants.</u>

Génération parentale (P)	Hybrides de F1	Hybrides de F2
Graines jaunes × vertes	Toutes jaunes	6 022 jaunes ; 2 001 vertes
Graines lisses × ridées	Toutes lisses	5 474 lisses ; 1 850 ridées
Tiges longues × courtes	Toutes longues	787 longues ; 277 courtes
Fleurs axiales × terminales	Toutes axiales	651 axiales ; 207 terminales
Fleurs violettes × blanches	Toutes violettes	705 violettes ; 224 blanches
Cosses vertes × jaunes	Toutes vertes	428 vertes ; 152 jaunes
Cosses gonflées × étranglées	Toutes gonflées	882 gonflées ; 299 étranglées

Q2 : Interprétez le cas de votre choix en utilisant le échiquier de croisement suivant et citez alors la deuxième loi de Mendel :

	Gamètes mâles produites		
Gamètes femelles	Génotype Phénotype	Génotype Phénotype	
produites	Génotype	Génotype Phénotype	

Q3: Exercices d'application

A- On dispose de deux lignées pures de rats qui diffèrent par un seul caractère : l'une est constituée de rats blancs, l'autre de rats noirs.

- 1. Le croisement d'un rat blanc avec un rat noir donne en F1 100% de rats noirs. Expliquez ce résultat.
- 2. Quels seront les résultats statistiques de la F2 résultant du croisement des rats obtenus en F1 ?
- 3. Doit-on s'assurer de la pureté des rats blancs ?
- 4. Qu'obtiendrait-on en croisant :
 - a. un rat blanc de lignée pure avec un rat obtenu en F1?
 - b. un rat noir de lignée pure avec un rat obtenu en F1?
- B- Un éleveur possède deux types de lapins : des lapins à poils courts et des lapins à poils longs. Il procède alors aux croisements suivants :
- a. lapins à poils courts x lapins à poils courts \rightarrow 45 à poils courts et 14 à poils longs,
- b. lapins à poils longs x lapins à poils longs \rightarrow 60 à poils longs,
- c. lapins à poils courts x lapins à poils longs \rightarrow 29 à poils courts et 31 à poils longs.
- 1. Quel est le phénotype dominant ?
- 2. Expliquez les descendances obtenues à l'aide des lois de Mendel.

II- DIHYBRIDISME

Les phénomènes décrits jusqu'à présent ne concernaient que des lignées parentales pures se distinguant par un seul caractère. Voyant maintenant ce qu'il en est lorsqu'elles diffèrent par deux caractères distincts et reprenons les expériences de Mendel effectuées à partir de pois à graines jaunes / ridées et de pois à graines vertes / lisses.

Comme précédemment, il s'agit de lignées homozygotes de sorte que le croisement de pois à graines jaunes / ridées entre eux ne donne que des pois à graines jaunes / ridées et il en est de même pour les pois à graines vertes / lisses.

En revanche, si l'on croise les deux variétés entre eux, tous les pois de F1 présentent le même phénotype (graines jaunes et lisses) et aucun pois à graines vertes / ridées n'apparaît.

Q4 :Interprétez ce résultat avec un échiquier de croisement

Mendel croise alors les hybrides obtenus en F1 entre eux et observe que les quatre caractères parentaux réapparaissent en F2 mais dans un rapport 9/3/3/1. 9/16 des pois sont à graines jaunes et lisses [J; L], 3/16 à graines jaunes et ridées [J; r], 3/16 à graines vertes et lisses [v; L] et 1/16 à graines vertes et ridées [v; r].

Q5 : Confirmez ces résultats avec un échiquier de croisement.

Le brassage interchromosomique

- A l'aide des plaques fournies, déterminez les phénotypes des parents et des individus de la F1 ainsi que leurs génotypes.
- Identifiez à la loupe binoculaire les différents phénotypes présents dans la génération issue du croisement-test en utilisant les plaques de référence, puis définissez un test cross.

Note : phénotypes des parents du test cross : ailes longues, corps gris et ailes vestigiales, corps ébène.

- Figurez les critères de reconnaissance de chaque phénotype identifié sur la plaque du croisement-test, en complétant et légendant les schémas du doc 1.

- Dénombrez les mouches de chaque phénotype.
- Complétez le tableau du doc 2 et calculer les pourcentages des différents phénotypes.
- Expliquez les résultats obtenus. (vous pouvez vous aider de schémas)
- Comment pouvez-vous définir le brassage interchromosomique ?

Le brassage intrachromosomique

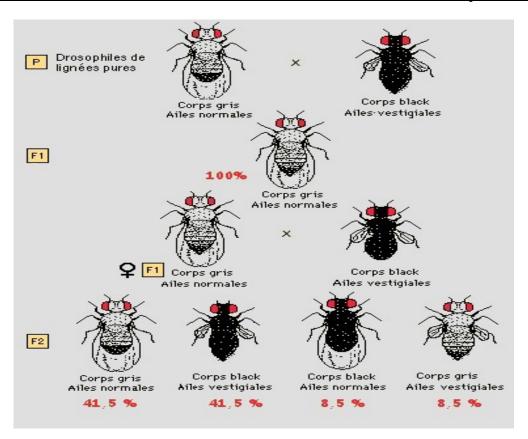
Note : dans cette partie, les gènes étudiés sont portés par un même chromosome

Il existe des cas où deux caractères peuvent être contrôlés par deux gènes situés sur un même chromosome. Sur ce point, Sutton, en 1902, envisage l'hypothèse suivante :

« Certains chromosomes au moins sont le support de plusieurs caractères héréditaires. Si les chromosomes gardent leur individualité en permanence, il en résulte que tous les caractères portés par un chromosome doivent être hérités ensemble. »

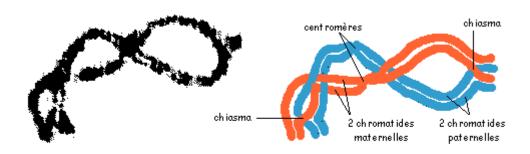
- Indiquez sous forme de schémas les résultats attendus à l'issu du test cross présenté dans le document 3.
- Dites en quoi les résultats expérimentaux sont non conformes aux prévisions de Sutton.

Document 3 : Un croisement dont les résultats sont en contradiction avec les prédictions



- Grâce à l'étude du document 4, proposez une interprétation des résultats obtenus lors du croisement présenté dans le document 3.
- Schématisez les mécanismes explicatifs.

Document 4 : Le mécanisme de crossing over



CHIASMAS VISIBLES ENTRE DEUX CHROMOSOMES HOMOLOGUES D'UN BIVALENT EN PROPHASE I DE MEIOSE

- Comment pouvez-vous définir le brassage intrachromosomique.
- En quoi les deux brassages étudiés au cours de ce TP sont à l'origine de la diversité observée chez les individus issus d'une reproduction sexuée.

FICHE RÉPONSE 1

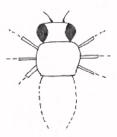
Allèles : vg^+ = aile longue ; vg = aile vestigiale ; eb^+ = corps clair ; eb : corps ébène

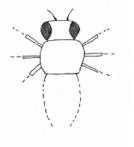
PARENTS

P1

P2

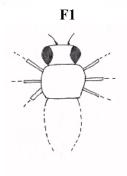
Phénotype : Génotype:



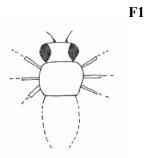


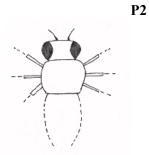
Phénotype: Génotype:

Phénotype: Génotype:



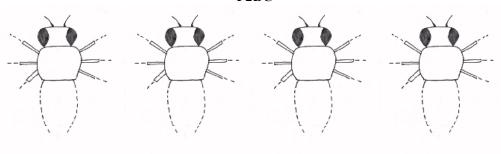
Phénotype: Génotype:





Phénotype: Génotype:

F2BC



Pourcentage		
Phénotype		
Génotype		

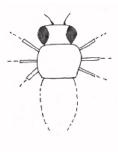
Allèles : vg^+ = aile longue ; vg = aile vestigiale ; b^+ = corps gris; b : corps noir

PARENTS

P1

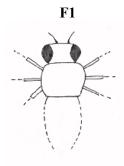
P2

Phénotype : Génotype :



Phénotype : Génotype :

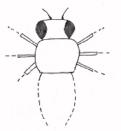
Phénotype : Génotype :

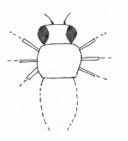


F1

P2

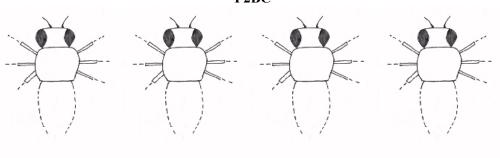
Phénotype : Génotype :





Phénotype : Génotype :

F2BC



Pourcentage		
Phénotype		
Génotype		

Q8: Exercice d'application

Deux lignées pures de drosophiles, l'une à corps gris et soies normales, l'autre à corps ébène et soies épaisses, sont croisées entre elles.

En F1, tous les insectes sont gris et présentent des soies normales.

On effectue alors un croisement-test entre ces hybrides mâles de première génération et des femelles de la souche pure à corps ébène et soies épaisses qui aboutit aux résultats suivants :

- 50% des insectes possèdent un corps gris et des soies normales,
- 50% des insectes possèdent un corps ébène et des soies épaisses.
- 1. Identifiez les caractères dominants et les caractères récessifs.
- 2. Quel est le génotype des hybrides obtenus en F1 ?
- 3. Pourquoi n'observe-t-on que deux catégories d'insectes lors du croisement-test ? Que pouvez vous en déduire ?

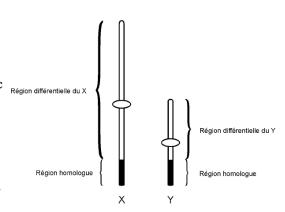
Pour s'assurer des résultats, on effectue alors un croisement-test entre des hybrides femelles de première génération et des mâles de la souche pure à corps ébène et soies épaisses qui aboutit aux résultats suivants : Cette fois la population d'insectes obtenue se décompose comme suit :

- 42,5% possèdent un corps gris et des soies normales,
- 7,5% possèdent un corps gris et des soies épaisses,
- 7,5% possèdent un corps ébène et des soies normales,
- 42,5% possèdent un corps ébène et des soies épaisses.
- 4. Par quel processus a-t-on pu obtenir un résultat différent ?
- 5. Représentez la garniture chromosomique de chaque type d'insecte obtenu.

HEREDITE LIEE AU SEXE

Les lois de l'hérédité décrites jusqu'ici ne concernaient que les gènes portés par les **autosomes** ou chromosomes non sexuels. Or la différenciation sexuée implique l'existence d'une paire de chromosomes particuliers, dénommés **gonosomes** ou **hétérochromosomes**, qui déterminent le sexe : XX chez la femelle et XY chez le mâle. Au terme de la méiose, les femelles produisent donc un seul type de gamètes (n autosomes + X), ce qui n'est pas le cas des mâles (n autosomes + X ou Y).

Il faut donc s'attendre à ce que la transmission de certains caractères soit liée au sexe, d'autant que les chromosomes sexuels présentent toujours une petite région homologue, où les gènes sont communs aux deux sexes, et une grande **région différentielle** où les gènes spécifiques au chromosome X et ceux spécifiques au chromosome Y n'ont pas d'équivalent dans l'autre sexe.



Q9- Exercice d'application

Chez la Drosophile, le caractère « ailes vestigiales » situé sur le chromosome 2 est récessif par rapport au caractère « ailes longues » et le caractère « yeux rouges » porté par le chromosome X est dominant par rapport au caractère « yeux blancs ». On croise une femelle homozygote à ailes longues et yeux blancs avec un mâle à ailes vestigiales et yeux rouges.

- 1. À quels phénotypes peut-on s'attendre statistiquement en F1 ?
- 2. Quel sera le résultat du croisement des insectes obtenus en F1 avec chacun des parents ?