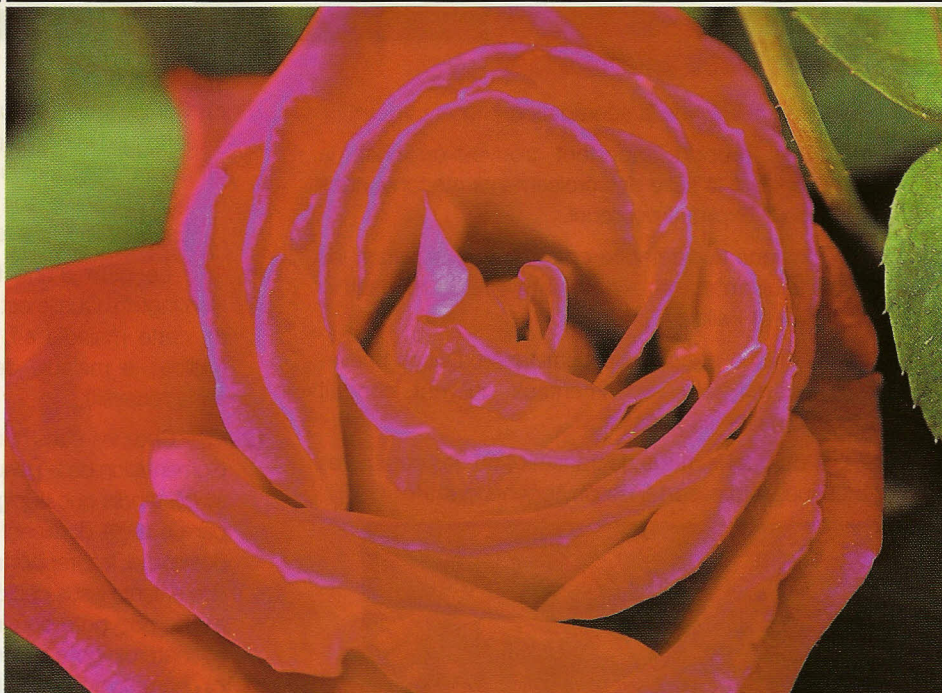


ATTENTES

Cette section t'amènera à :

- expliquer le mode de transmission de plusieurs caractères à la fois ;
- prédire les résultats des croisements qui font intervenir deux caractères ;
- recueillir des données quantitatives et qualitatives pour déterminer le génotype des plantes au cours d'une expérience en laboratoire.

Figure 4.17 Tout comme cette rose, plusieurs variétés de plantes sont hybrides. Chacune est le résultat d'une combinaison de caractères, dont la forme de la fleur, la couleur et le parfum.



Lorsque Mendel effectua ses croisements monohybrides sur les plants de pois, ses recherches portaient alors sur un seul caractère héréditaire à la fois. Cette méthode lui a permis de déterminer, par exemple, le mode de transmission de la taille des plants d'une génération à l'autre. Mais les organismes ont plusieurs caractères : la couleur, la forme, la taille, par exemple chez le pois cultivé. Le parfum des fleurs a aussi une base génétique ; c'est un facteur particulièrement important dans la culture des plantes ornementales comme la rose (voir la figure 4.17). Comment la transmission de plusieurs caractères à la fois se produit-elle ? Voilà la question à laquelle Mendel a tenté de répondre en effectuant une nouvelle série d'expériences.

La deuxième expérience de Mendel : les croisements dihybrides

Mendel cherchait à savoir si la transmission d'un caractère pouvait avoir un effet sur la transmission d'un autre caractère. La forme de la graine, par exemple, influait-elle sur sa couleur ? Mendel a abordé cette question comme les précédentes. D'abord, il a produit des plants de lignée pure pour les caractères qu'ils voulaient étudier. En combinant la forme et la couleur de la graine, par exemple, il a croisé des plants jusqu'à ce que les descendants produisent toujours des graines rondes et jaunes. Ces plants étaient homozygotes dominants pour les deux caractères. Il a ensuite cultivé des plants homozygotes récessifs pour la forme et la couleur de la graine. Ces individus avaient tous des graines ridées et vertes. Mendel a alors effectué un

croisement dihybride, en croisant des plants qui étaient différents pour deux caractères : la forme et la couleur de la graine. Tous les individus de la génération F_1 avaient des graines rondes et jaunes. Rappelle-toi que la forme ronde et la couleur jaune sont des caractères dominants (voir la figure 4.18). Les descendants étaient donc tous hétérozygotes pour les deux caractères. Si l'on représente le caractère dominant associé à la forme ronde par R et le caractère dominant associé à la couleur jaune par J, le génotype de la génération F_1 est alors RrJj. Le phénotype correspond à la graine ronde et jaune. Que se passe-t-il lorsqu'on croise des individus de la génération F_1 ? La figure 4.19 montre tous les génotypes qui peuvent résulter d'un croisement F_1 .

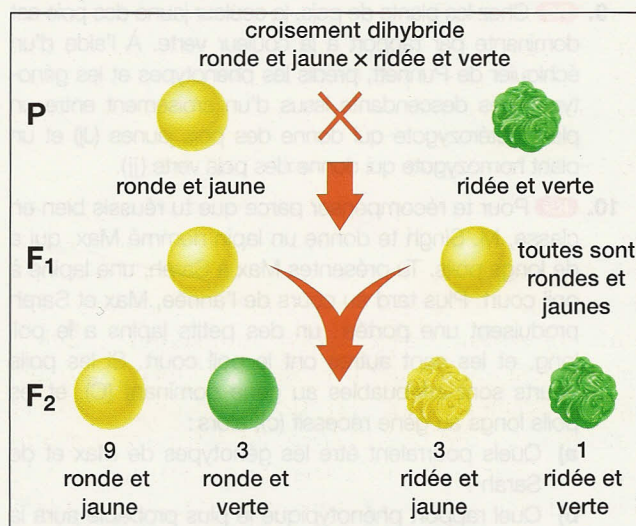


Figure 4.18 Voici les résultats des croisements dihybrides de Mendel sur les plants de pois. Quels caractères se manifestent dans les générations F_1 et F_2 ?

croisement F_1

$RrJj \times RrJj$

-  ronde et jaune
-  ronde et verte
-  ridée et jaune
-  ridée et verte

















	RJ	Rj	rJ	rj
RJ	RRJJ 	RRJj 	RrJJ 	RrJj 
Rj	RRJj 	RrJj 	RrJj 	Rrjj 
rJ	RrJJ 	RrJj 	rrJJ 	rrJj 
rj	RrJj 	Rrjj 	rrJj 	rrjj 

Figure 4.19 Un croisement dihybride des descendants de la génération F_1 a produit neuf génotypes différents. Combien de phénotypes résultent-ils de ce croisement ?

Mendel a ensuite permis aux plants de la génération F_1 du croisement dihybride de s'autoféconder. Il a observé les caractères suivants chez les 551 plants de la génération F_2 :

- 320 plants aux graines rondes et jaunes ;
- 101 aux graines ridées et jaunes ;
- 104 aux graines rondes et vertes ;
- 26 aux graines ridées et vertes.

On peut exprimer ces résultats par un rapport phénotypique de 9 : 3 : 3 : 1. Les générations F_2 des autres croisements dihybrides pour les autres caractères montraient un rapport phénotypique semblable.

La loi de la ségrégation indépendante

Selon Mendel, le rapport de 9 : 3 : 3 : 1 s'expliquait par le fait que les allèles d'un caractère étaient transmis indépendamment des allèles d'un autre caractère. Cette constatation a permis à Mendel de formuler la **loi de la ségrégation indépendante**. Selon cette deuxième loi de l'hérédité, la transmission des allèles associés à un caractère n'influe pas sur la transmission des allèles associés à un autre caractère. Les paires d'allèles sont donc transmises à la descendance indépendamment les unes des autres (par exemple, la capacité d'un plant de pois de produire des fleurs blanches plutôt que pourpres n'influe pas sur la capacité de ce même plant de pro-

duire un pois rond plutôt qu'un pois ridé). Cela signifie également qu'on peut trouver chez les descendants des combinaisons d'allèles qui n'étaient pas présentes chez leurs parents.

Lien INTERNET

Les chercheurs utilisent souvent la mouche à fruit commune (*Drosophila melanogaster*) pour étudier la transmission de caractères simples dominants (la couleur des yeux et la forme des ailes, par exemple). Les rapports génotypiques et phénotypiques des croisements sont donc faciles à déterminer. On peut utiliser un laboratoire informatique virtuel pour étudier la transmission des caractères héréditaires chez la drosophile. Pour apprendre à faire des croisements entre des mouches virtuelles, consultez le site Web ci-dessous. Le laboratoire virtuel est préférable au laboratoire conventionnel puisqu'il n'est pas nécessaire de croiser de vraies mouches et d'attendre que leurs descendants se développent. Un logiciel te permet de faire des croisements et d'en déterminer les résultats rapidement et facilement.

www.dlcmcgrawhill.ca

PAUSE

ENREGISTREMENT

À quelle étape d'un plan expérimental utiliserais-tu un échiquier de Punnett ? Explique brièvement ta réponse à l'aide d'un exemple.

Tout comme dans le cas d'un seul caractère, un croisement d'essai peut permettre de déterminer le génotype d'un individu pour deux caractères. Dans le cas d'un croisement d'essai pour deux caractères, on croise un individu qui a le phénotype dominant pour deux caractères et un individu qui est homozygote récessif pour ces deux caractères. L'individu qui montre le phénotype dominant pour les deux caractères peut être hétérozygote ou homozygote dominant. On utilise un individu homozygote récessif dans le croisement parce qu'il accroît les chances de produire des descendants homozygotes récessifs pour les deux caractères.

Par exemple, si un plant de pois est homozygote dominant pour la fleur de couleur pourpre (PP) et le pois rond (RR), les individus de génération F_1 auront tous le phénotype dominant. Cela se produira même si l'on croise un plant homozygote récessif aux fleurs blanches (pp) et une plante à graines ridées (rr). Cependant, si le plant est hétérozygote pour les deux caractères (PpRr), il y a alors 25 % de chances que la génération F_1 affiche la condition récessive pour un ou deux caractères. La figure 4.20 présente un échiquier de Punnett qui illustre un croisement entre un individu hétérozy-



CONÇOIS TA PROPRE expérience

4 • B

COMPÉTENCES

Prédire des résultats

Formuler une hypothèse

Définir des variables

Réaliser une expérience et recueillir des données

Déterminer les génotypes des plantes

Au cours de cette recherche, tu vas concevoir et réaliser des expériences pour déterminer les génotypes de graines de plants de tabac. Cette expérience se fera en petits groupes. Vous utiliserez deux variétés de graines qui produisent des plants dont les caractères diffèrent légèrement. Un groupe de graines produira des pousses vertes et des pousses blanches (albinos). Le deuxième groupe produira des pousses vertes, des pousses jaune-vert et des pousses jaunes. N'oubliez pas de faire approuver le plan de vos expériences avant de les réaliser.

Problème

Comment peut-on déterminer le génotype d'une graine de tabac d'après le phénotype de la pousse ?

Hypothèse

Chaque groupe doit formuler une hypothèse vérifiable sur le rapport entre les phénotypes des plantes et leurs génotypes. Votre hypothèse constituera le fondement de votre plan expérimental.

REMARQUE : ne mélangez pas les deux variétés de graines. Lavez-vous les mains après avoir terminé.



Matériel

2 variétés de graines de tabac
des caissettes de semis, de petits pots ou des tasses de plastique
un milieu de croissance (de la vermiculite ou du terreau fertilisé)
une loupe ou un microscope optique à dissection
de l'eau des étiquettes

Plan expérimental

1. Organisez une séance de remue-méninges pour trouver plusieurs méthodes qui vous permettraient de vérifier votre hypothèse en utilisant le matériel indiqué ici.
2. Choisissez une méthode expérimentale.
3. Votre plan de recherche devrait inclure la collecte de données qualitatives et quantitatives.
4. Votre plan devrait comporter une série d'étapes faciles à suivre et à comprendre. Un autre groupe devrait pouvoir suivre ces étapes sans clarifications supplémentaires.

Vérification du plan

Revoyez votre plan, et soumettez-le à votre enseignante ou à votre enseignant.

1. Quels types de données recueillerez-vous ?
2. Quelles sont les variables dépendantes et indépendantes ? Votre expérience comprend-

gote et un individu homozygote récessif. Le rapport attendu est : 1 fleur pourpre avec des pois ronds : 1 fleur pourpre avec des pois ridés : 1 fleur blanche avec des pois ronds : 1 fleur blanche avec des pois ridés (1 : 1 : 1 : 1).

Figure 4.20 Ce croisement d'essai pour deux caractères montre un croisement entre un individu hétérozygote et un individu homozygote récessif. L'échiquier de Punnett indique que les chances de produire chacun des quatre phénotypes sont de 25 %.

Parents		Femelle (pprr)	
	Ovule	pr	
	Spermatozoïde		
Mâle (PpRr)	PR	PpRr	
	Pr	Pprr	
	pR	ppRr	
	pr	pprr	

P = fleur pourpre
p = fleur blanche
R = pois rond
r = pois ridé

elle une variable de contrôle ? Quelles variables voudriez-vous contrôler ?

3. Quelle est la durée de l'expérience et quelles sont les données qu'il faut recueillir durant cette période ?
4. Avez-vous préparé un tableau pour recueillir ces données ?
5. L'enseignante ou l'enseignant a-t-il approuvé votre plan expérimental ?
6. Avez-vous établi les consignes de sécurité à suivre ?

Données et observation

Chaque groupe doit réaliser sa propre collecte de données. Consignez vos observations dans votre tableau. Chaque groupe doit aussi analyser ses résultats. Les résultats doivent être présentés sous forme de diagramme ou de tableau.



Analyse

1. Suggérez les génotypes (combinaisons d'allèles) qui pourraient correspondre aux

phénotypes observés (par exemple, VV pourrait indiquer la dominance homozygote pour le vert).

2. Pourquoi est-il impossible de déterminer les génotypes des différentes pousses de tabac à partir des graines seulement ?
3. Précisez chacune des variables établies dans votre plan. Expliquez pourquoi il a été nécessaire de considérer chaque variable afin de pouvoir obtenir des résultats scientifiques valides.
4. Déterminez le mode de transmission de la variété de graines qui a produit des pousses vertes ou blanches. Donnez une explication.
5. Décrivez la façon dont vous avez établi le génotype des graines. Donnez un exemple de chacun des groupes de graines.

Conclusion et mise en pratique

6. Déterminez le mode de transmission de la variété de graines qui a produit des pousses vertes, jaune-vert ou jaunes. En quoi ce mode est-il différent de la méthode que vous avez décrite ci-dessus ? Correspond-il aux principes exposés par Mendel ? Donnez une explication.

Pour en savoir plus

7. Dans cette expérience, vous avez observé les variations d'un même caractère (la couleur des plants). Quelle modification apporteriez-vous à votre plan expérimental pour déterminer les génotypes des graines pour deux caractères différents ?

Un croisement, deux caractères

Deux cochons d'Inde (mâle et femelle) sont tous les deux hétérozygotes pour la couleur et la texture du pelage. Le pelage foncé (F) et rude (R) correspond à deux caractères dominants.

- a) Quels sont les caractères récessifs et quelles lettres utilise-t-on pour les désigner?
- b) Quels sont les phénotypes des parents ?
- c) Combien de gamètes différents sont formés ? Que sont-ils ?
- d) Détermine le nombre des descendants homozygotes pour les deux caractères.
- e) Détermine le nombre des descendants dont le pelage est rude et foncé.
- f) Détermine le nombre des descendants chez qui les deux caractères récessifs sont exprimés.

Le problème à résoudre

On te demande de déterminer les caractères récessifs et de les désigner par des lettres. Tu dois aussi déterminer les phénotypes des parents et de leur descendance.

Les données du problème

Tu sais que le pelage foncé (F) et rude (R) sont tous deux des caractères dominants. Par conséquent, le pelage pâle (f) et doux (r) correspond à deux caractères récessifs. Les deux parents sont hétérozygotes. Cela signifie que le génotype de chaque parent est FfRr. En raison de la loi de dominance, chaque parent devrait avoir un pelage foncé et rude.

Détermine ta stratégie

Pour déterminer le génotype et le phénotype de la descendance, tu dois faire le croisement suivant : FfRr x FfRr. Un gamète issu de chaque parent peut porter un allèle de chaque caractère. Par conséquent, il est possible pour les parents de produire quatre gamètes : FR, Fr, fR et fr.

Résous le problème

Place les gamètes de chaque parent le long des colonnes et des rangées de l'échiquier de Punnett et indique les croisements possibles.

		Gamètes femelles			
		FR	Fr	fR	fr
Gamètes mâles	FR	FFRR	FFRr	FfRR	FfRr
	Fr	FFRr	FFrr	FfRr	Ffrr
	fR	FfRR	FfRr	ffRR	ffRr
	fr	FfRr	Ffrr	ffRr	ffrr

Il n'y a que deux individus homozygotes pour deux caractères à la fois (la couleur et la texture du pelage) : FFRR et de ffrr. Par conséquent, la proportion des descendants de lignée pure pour ces caractères est de 2/16 ou 1/8.

Les descendants suivants ont un pelage rude et foncé : FFRR, FFRr, FfRR et FfRr. Neuf individus ont ce génotype. Par conséquent, 9/16 des descendants ont un pelage rude et foncé.

Un seul descendant est homozygote récessif (ffrr). Par conséquent, 1/16 de tous les descendants auront un pelage pâle et doux.

Vérifie ta solution

Le génotype de chaque parent est FfRr. Cela signifie que chaque parent aura un pelage rude et foncé. Ce croisement peut produire neuf génotypes : FFRR, FFRr, FfRR, FFrr, FfRr, Ffrr, ffRR, ffRr et ddr. Le rapport phénotypique de la descendance est le suivant :

- 9/16 : pelage foncé et rude ;
- 3/16 : pelage foncé et doux ;
- 3/16 : pelage pâle et rude ;
- 1/16 : pelage pâle et doux.

Exercice

1. Chez les êtres humains, les cheveux frisés sont un caractère dominant par rapport aux cheveux raides, et la capacité de rouler la langue est dominante par rapport à l'incapacité de le faire. Un homme aux cheveux frisés qui est capable de rouler la langue et une femme aux cheveux frisés qui n'est pas capable de rouler la langue ont des enfants. Quels sont les rapports génotypique et phénotypique possibles de leur descendance ?

RÉVISION DE LA SECTION

- C/C** Définis l'expression « croisement dihybride ». Donne trois exemples de croisements dihybrides de plants de pois que Mendel aurait pu effectuer.
- C/C** Énonce la loi de la ségrégation indépendante. Explique brièvement ce qu'on entend par « ségrégation indépendante ».
- C/C** On utilise souvent un échiquier de Punnett pour résoudre des problèmes de génétique portant sur les croisements monohybrides et dihybrides, mais rarement pour les croisements plus complexes (entre trois paires de gènes ou plus). Explique pourquoi.
- RS** On fait un croisement dihybride entre deux plants de pois : un homozygote pour deux caractères dominants, et l'autre homozygote pour les caractères récessifs. Quel sera le rapport phénotypique de la génération F_1 ? De la génération F_2 ?



- RS** Le génotype d'une femme est JjKkLl. Quels allèles peuvent être présents dans les ovules de cette femme ?
- RS** Chez *Drosophila melanogaster*, les ailes normales (A) sont dominantes par rapport aux moignons d'aile (a) ; la couleur grise (G) est dominante par rapport à la couleur ivoire (g) ; les antennes normales (N) sont dominantes par rapport à l'Antennepedia (n). Zig, une drosophile mâle homozygote pour la couleur et les ailes normales, s'accouple avec Zag, une femelle homozygote récessive pour la couleur et la forme des ailes.
 - Écris les génotypes de Zig et de Zag pour la couleur et la forme des ailes. Ils constituent la génération P.
 - Quels sont les allèles que peut fournir Zig pour la couleur ? Pour la forme des ailes ?
 - Quels sont les allèles que peut fournir Zag pour la couleur ? Pour la forme des ailes ?

- Construis un échiquier de Punnett et montre les génotypes possibles de la génération F_1 produite par Zig et Zag.
 - Quels sont les pourcentages correspondant à chaque génotype ?
 - Quels allèles associés à la couleur et à la forme des ailes peuvent être fournis par n'importe lequel des membres de la génération F_1 ?
 - Croise maintenant deux individus de la génération F_1 (croisement dihybride). Illustre ce croisement. Les descendants issus de ce croisement forment la génération F_2 .
 - Quels sont les rapports génotypiques pour la couleur à la génération F_1 ? Pour la forme des ailes ?
- RS** Dino, une autre drosophile, est homozygote récessif pour la couleur et homozygote dominant pour les antennes. Il s'accouple avec la sœur de Zag, Lulu, qui est homozygote dominante pour la couleur et homozygote récessive pour les antennes.
 - Quels sont les génotypes de la génération P ? N'oublie pas d'inclure les deux caractères.
 - Construis un échiquier de Punnett et montre le croisement entre Dino et Lulu. Leur descendance formera la génération F_1 .
 - Quels sont les pourcentages correspondant aux génotypes chez la génération F_1 ?
 - Énumère les quatre combinaisons d'allèles que des membres de la génération F_1 pourraient produire dans les gamètes.
 - Croise deux individus de la génération F_1 . Illustre ce croisement par un échiquier de Punnett.
 - Quels rapports phénotypiques ce croisement devrait-il produire ?
 - RS** Chez la drosophile, les yeux sépia sont récessifs par rapport aux yeux rouges ; les ailes courbées sont un caractère récessif par rapport aux ailes droites. Si une drosophile aux yeux sépia et aux ailes droites de lignée pure est accouplée à une drosophile aux yeux rouges et aux ailes courbées de lignée pure, quels phénotypes aura-t-on à la génération F_1 ? Si on permet à deux drosophiles de la génération F_1 de s'accoupler, quels phénotypes aura-t-on à la génération F_2 et dans quelle proportion ?
 - RS** Chez un végétal, les fruits avec graines sont dominants par rapport aux fruits sans graines ; et la couleur bleue est dominante par rapport à la couleur pourpre. On croise un plant homozygote qui donne des fruits avec graines de couleur pourpre avec un plant homozygote qui donne des fruits sans graines de couleur bleue. Quels seront les génotypes et les phénotypes de la génération F_2 ?