

Support de cours et de travaux dirigés

**Sélection et amélioration génétique des
animaux domestique**

Chapitre 1:
G é n é t i q u e q u a l i t a t i v e e t i n t é r ê t s e n
s c i e n c e s a g r o n o m i q u e s

Travaux dirigés

TD 1 : Dominance et récessivité / lois de Mendel

Exercice 1:

Le locus couleur de la robe des bovins est un locus autosomal diallélique (c'est à dire à deux allèles); N = noir et r = rouge.

a- Analysez le croisement entre une vache pie noire (NN) avec un taureau pie rouge (rr).

Quelle est la loi de Mendel qui peut être déduite de ce croisement?

b- Analysez le croisement des individus de la F1 entre eux. Quelle autre loi de Mendel pouvez-vous déduire de ce croisement.

Solution

Il s'agit d'un monohybridisme

Gène couleur de la robe des bovins a deux allèles :

- N = noir
- r = rouge

a- Croisement d'une vache pie noire NN avec un taureau pie rouge rr

	Parents		
	Vaches NN		Taureau rr
	Gamètes		
	N		r
F1	Nr		

Tous les individus sont pie noires hétérozygotes
1^{ère} loi de Mendel (loi d'homogénéité des hybrides de la première génération)

b- Croisement des hybrides F1xF1

	Parents			
	Vaches Nr		Taureau Nr	
	Gamètes			
	N	r	N	r
F2	¼ NN	½ Nr	¼ rr	

Il y a ségrégation des caractères en F2 ; c'est la 2^{ème} loi de Mendel

Exercice 2:

Chez les bovins il existe deux gènes ou caractères:

- Caractère n°1 couleur de la robe à 2 allèles N (robe pie noire) et r (robe pie rouge)
- Caractère n°2 coloration de la tête, avec 2 allèles H = tête blanche et c = tête colorée.

Analysez le croisement d'un individu Montbéliard (tête blanche, robe rouge) avec un Prim'holstein (tête colorée, robe pie noire)

- Quelle est la loi de Mendel qui peut être déduite de ce croisement?

Solution

Il s'agit d'un dihybridisme

Cet exercice ne sera pas corrigé. L'étudiant doit le faire.

Exercice 3:

On croise un taureau sans cornes avec trois vaches :

- la vache, Joséphine, avec cornes donne un veau avec cornes
- la vache, dite «la Noiraude» qui a des cornes donne un veau sans cornes.
- La vache, Margueritte, qui n'a pas de cornes donne un veau muni de cornes.

P : allèle absence de cornes ; son allèle récessif est p.

- Quel est le génotype des parents dans les trois cas ?

Solution

- Génotype du taureau Pp
- Génotype de Joséphine pp
- Génotype de Noiraude pp
- Génotype de Margueritte Pp

Exercice 3 :

Chez les bovins, le gène «poil raide»(S) domine son allèle «poil bouclé»(s). La paire de gènes déterminant la coloration de la robe (R=robe rousse, R' = robe blanche) montre une absence de dominance; les hétérozygotes (RR') ont une robe rouanne (roux mêlé de poils blancs et noirs dispersés).

- Une vache rousse au poil bouclé est croisée avec un taureau blanc au poil raide (homozygote). Indiquez le génotype et le phénotype de leur veau ?
- Si le veau est croisé plus tard avec une vache rouanne au poil bouclé, quels seront les phénotypes possibles de leur progéniture ?

Solution

Données :

Gène aspect du poil

S : poil raide

s : poil bouclé

Gène couleur du poil

R: robe rousse

R' : robe blanche

- Vache rousse et poil bouclé est croisée Taureau blanc au poil raide

RR ss

X

R'R'SS

Gamètes

R s

R' S

F1

RR'Ss

100% robe rouanne et poil raide

- RR'Ss X RR'ss

Tableau de croisement

		Rs	R' s
	♂ \n ♀		
RS		RRSs	RR' Ss
Rs		RRss	RR' ss
R' S		RR' Ss	R' R' Ss
R' s		RR' ss	R' R' ss

Génotypes	Proportion	Phénotypes
RR Ss	1/8	[RS]
RR' Ss	2/8	[RR' S]
RR ss	1/8	[R s]
RR' ss	2/8	[RR' s]
R' R' Ss	1/8	[R' S]
R' R' ss	1/8	[R' s]

Exercice 4:

Un coq aux plumes gris est accouplé avec poule possédant le même pelage. Parmi les petits 15 sont gris, 6 sont noirs et 8 sont blancs.

Comment expliquer le plus simplement possible la transmission de ces couleurs chez les poussins ?

Quelle descendance peut-on prévoir si le coq gris est accouplé avec une poule noire ?

Solution

Couleur noire sera désignée par la lettre N alors que la couleur blanche sera désignée par la lettre B.

Donc les parents de cette descendance a pour génotype NB

Croisement :

NB x NB

Tableau de croisement

		Gamètes	
	♂ \n ♀	N	B
Gamètes	N	NN	NB
	B	NB	BB

Génotypes :

- NN a pour phénotype [N] c'est-à-dire couleur noire avec une proportion de 25%, ce qui correspond à 6 dans notre cas, théoriquement 7.
- NB a pour phénotype [NB] c'est-à-dire couleur grise avec une proportion de 50%, ce qui correspond à 15 individus, dans notre cas, théoriquement 14.
- BB a pour phénotype [B] c'est-à-dire couleur blanche avec une proportion de 25%, ce qui correspond à 8 dans notre cas, théoriquement 7.

TD 2 : Interactions géniques, Hérité lié au sexe , gène létal

Exercice 1 :

Ce phénomène d'**épistasie**, au cours duquel un gène altère l'effet d'un autre, est illustré par la façon dont la couleur du pelage est déterminée chez les souris. Le type sauvage est agouti, c'est-à-dire présente un aspect gris dû à la succession de bandes claires et foncées le long de chaque poil. Les couleurs sont déterminées par plusieurs loci. L'allèle dominant A détermine la couleur agouti, alors que le génotype aa produit un pelage noir. Un autre locus, non lié au locus agouti, affecte un premier stade dans la formation du pigment du pelage: l'allèle N permet la synthèse normale du pigment, n ne permettant pas de réaliser la première étape de la production pigmentaire, nn étant albinos. En conclusion, nn est épistatique sur A-.

On croise une souris de lignée pure agouti AA,NN avec une albinos aa,nn, comment sera la F1 et la F2 ?

Solution

Si une souris de lignée pure agouti AA,NN est croisée avec une albinos aa,nn, les F1 sont tous Aa,Nn et de phénotype agouti, mais les F2 sont constitués de 9/16 d'agoutis, 3/16 de noirs et 4/16 d'albinos.

♀ / ♂		Différents gamètes issus d'un génotype Aa,Nn			
		A,N	A,n	a,N	a,n
Différents gamètes issus d'un génotype Aa,Nn	A,N	agouti	agouti	agouti	agouti
	A,n	agouti	blanc	agouti	blanc
	a,N	agouti	agouti	noir	noir
	a,n	agouti	blanc	noir	blanc

Exercice 2 :

Chez la souris il existe deux gènes :

- le gène couleur du pelage, avec l'allèle B dominant qui détermine la couleur noir (Black) et l'allèle b, qui détermine la couleur brune récessif.
- Le gène synthèse des pigments, avec l'allèle C dominant qui permet la synthèse des pigments, et son allèle récessif c qui empêche l'expression du gène couleur du pelage.

On vous demande de croiser deux souris doublement hétérozygotes et de déterminer les proportions des phénotypes issus de ce croisement.

Solution

- Premier Gène : couleur du pelage chez la souris

B : couleur noire

b: couleur brune

Exercice 4 :

On croise un coq "Sussex" blanc avec une poule "Rhode Island" rouge. Tous les poussins issus de ce croisement sont blancs. On croise par ailleurs un coq "Rhode Island" rouge avec une poule "Sussex" blanche. On obtient dans ce cas 50% de poussins blancs et 50% de poussins rouges. Donnez le génotype d'un coq "Sussex" blanc et d'une poule "Rhode Island" rouge.

Solution

Puisque la fréquence des phénotypes des enfants d'un couple dépend du sexe des parents, il s'ensuit que le caractère envisagé est porté par une portion de chromosome sexuel présent chez un sexe seulement. Chez les poules, oiseaux gallinacés, les chromosomes sexuels sont ZZ chez le mâles et Z- chez la femelle.

On comprend qu'un coq blanc $Z^B Z^B$ donne avec une poule rouge Z^r - 100% de poussins blancs, soit mâles $Z^B Z^r$, soit femelles Z^B -.

Par contre, le croisement réciproque d'un coq rouge $Z^r Z^r$ donne avec une poule blanche Z^B - 50% de poussins mâles blancs $Z^B Z^r$ et 50% de poussins femelles rouges Z^r -.

Solution en détail

Chez les poules, oiseaux gallinacés, les chromosomes sexuels sont ZZ chez les mâles et Z- chez la femelle.

1^{ier} croisement

Coq "Sussex" blanc X poule "Rhode Island" rouge

	$Z^B Z^B$		Z^r -
Gamètes	Z^B		Z^r -
F1	$Z^B Z^r$	et	Z^B -

Poussins mâles blancs Poussins femelles blancs

Tous les poussins sont blancs qu'ils soient mâles ou femelles

Conclusion : Cela veut dire que la couleur blanche domine le rouge.

2^{ième} croisement

Par contre, le croisement réciproque d'un coq rouge $Z^r Z^r$ donne avec une poule blanche Z^B - 50% de poussins mâles blancs $Z^B Z^r$ et 50% de poussins femelles rouges Z^r -.

Coq "Rhode Island" rouge X poule "Sussex" blanche

	$Z^r Z^r$	x	Z^B -
Gamètes	Z^r		Z^B -
50	$Z^r Z^B$	et	Z^r -

50% Poussins mâles
Blancs hétérozygotes

50% Poussins femelles
rouges

Exercice 5 :

Chez les poulets, le plumage argenté est dû au gène dominant **S** lié au sexe, et le plumage doré à son allèle récessif **s**. donnez les différents phénotypes et génotypes attendus parmi la descendance des croisements suivants :

a) $X^sO \times X^S X^S$.

c) $X^S O \times X^S X^s$.

b) $X^S O \times X^S X^s$.

d) $X^S O \times X^s X^s$.

NB: Chez le poulet le mâle est homogamétique XX la femelle est hétérogamétique XO

Solution

Plumage argenté: S ; Plumage doré: s

M \ F	X^s	O	50% de poussins à plumage doré 50% de poussins à plumage argenté
X^S	$X^S X^s$	$X^S O$	
X^S	$X^S X^s$	$X^S O$	

Faire le reste des croisements de la même manière

Exercice 6:

Chez le lapin, la maladie de Pelger se traduit par une anomalie de la division des leucocytes. Les individus atteints sont Pp, les individus normaux sont PP et les individus pp meurent à la naissance. Si des individus atteints sont croisés entre eux et que l'on croise au hasard les F1 produits, quels seront, parmi les lapins viables, les différents phénotypes et leur fréquence d'apparition en F2?

Solution

Chez le lapin, la maladie de Pelger se traduit par une anomalie de la division des leucocytes. Les individus atteints sont Pp, les individus normaux sont PP et les individus pp meurent à la naissance. Si des individus atteints sont croisés entre eux et que l'on croise au hasard les F1 produits, quels seront, parmi les lapins viables, les différents phénotypes et leur fréquence d'apparition en F2?

La génération F1 est le résultat du croisement Pp X Pp et est donc constituée de 25% de PP, 50% de Pp et 25% de pp:

Différents génotypes des gamètes de la femelle	Différents génotypes des gamètes du mâle	
	P	p
P	PP	Pp
p	Pp	pp

Mais parmi les lapins F1, les pp meurent à la naissance et il reste, à l'âge de la reproduction, 1/3 de PP et 2/3 de Pp:

Différents génotypes des gamètes de la femelle	Différents génotypes des gamètes du mâle	
	P	p
P	PP	Pp
p	Pp	pp

Si les individus obtenus en F2 sont le résultat de croisements aléatoires entre individus F1, ils sont le produit de 4 croisements possibles, dont les probabilités d'apparition sont les suivantes:

- le couple PP X PP apparaît avec une probabilité de: $1/3 \cdot 1/3 = 1/9$
- le couple PP (mâle) X Pp (femelle) apparaît avec une probabilité de: $1/3 \cdot 2/3 = 2/9$
- le couple Pp (mâle) X PP (femelle) apparaît avec une probabilité de: $2/3 \cdot 1/3 = 2/9$; les couples PP X Pp apparaissent donc avec une probabilité de 4/9
- le couple Pp X Pp apparaît avec une probabilité de: $2/3 \cdot 2/3 = 4/9$

On détermine, en construisant si nécessaire un échiquier de croisement, pour chacun des couples, la fréquence théorique d'apparition de chaque génotype (et donc phénotype) en F2:

- le couple PP X PP produit 100% de lapins PP normaux
- les couples PP X Pp produisent 50% de lapins PP normaux et 50% de lapins Pp malades
- le couple Pp X Pp produit 1/4 de lapins normaux PP, 2/4 de lapins malades Pp et 1/4 de lapins morts-nés; parmi les lapins viables, on trouve donc 1/3 de lapins normaux et 2/3 de lapins malades

On additionne enfin ces probabilités d'apparition des différents phénotypes F2, bien sûr pondérées par les probabilités respectives d'apparition des couples qui leur ont donné naissance. On obtient donc en F2:

- des lapins normaux avec une fréquence théorique de: $100\% \cdot 1/9 + 50\% \cdot 4/9 + 1/3 \cdot 4/9 = 48\%$
- des lapins malades avec une fréquence théorique de: $50\% \cdot 4/9 + 2/3 \cdot 4/9 = 52\%$

TD 3: Recombinaison génétique

Exercice 1 :

Chez la drosophile, la **couleur grise** du corps (**G**) domine la **couleur noire** (**g**) et la **couleur rouge** de l'œil (**R**) domine la couleur pourpre (**r**).

On a croisé une femelle hétérozygote au corps gris et aux yeux rouges avec un mâle au corps noir et aux yeux pourpres.

On a obtenu les résultats suivants:

corps noir, œil pourpre :	126
corps noir, œil rouge :	24
corps gris, œil pourpre :	27
corps gris, œil rouge :	123

Les gènes **sont-ils liés** (portés par le même chromosome)? Si oui, quels sont les génotypes des parents, des descendants? Quelle est la distance entre les gènes sur le chromosome?

Solution

G : couleur grise du corps ; **g** : couleur noire du corps

R : couleur rouge de l'œil ; **r** : couleur pourpre

Croisement :

Femelle **hétérozygote** x mâle **homozygote récessif**.
corps gris et aux yeux rouges x **corps noir et aux yeux pourpres**

GR//gr x **gr//gr**

Tableau de croisement :

	F	GR	Gr	gR	gr
	M				
	gr	GR gr	Gr gr	gR gr	gr gr
	Nombre	123	27	24	126
	Total	300			
	%	41	9	8	42

Exercice 2 :

Deux races pures de lapins sont croisées. L'une à poil court (**C⁺**) et de couleur uniforme (**U**). L'autre à pelage angora (**C**) et dont la robe est panachée de blanc (**U⁺**). Toute la génération F1 est composée d'animaux à poils courts et à robe panachée. La F2 obtenue par croisement des F1 par une souche à pelage uniforme et angora est constituée de :

- 7 panachés à poils courts.
- 190 panachés, angora.
- 9 uniformes, angora.
- 194 uniformes à poils courts.

Interprétez ces résultats (relation de dominance et de récessivité, nombre de gènes, liaison des gènes, distance, représentation du croisement).

Solution

Chez le lapin : C+ poil court ; C poil angora
U Couleur uniforme ; U+

1^{er} Croisement :

Race à poil court, couleur uniforme x Race à pelage angora , couleur panaché de blanc

Génotype : C+U //C+U x CU+ //CU+
Gamètes 100% C+U 100% CU

F1 → C+U //CU+
100% d'animaux à poils courts et à robe panaché

2^{ième} croisement :

Animaux à poils courts et à robe panaché x pelage angora et couleur uniforme

Génotype : C+U //CU+ x CU //CU
Gamètes 100% C+U 100% CU

F2 :

- 7 panachés à poils courts
- 190 panachés, angora
- 9 uniformes, angora
- 194 uniformes à poils courts

Tableau de croisement:

F \ M	C+U	C+U+	CU	CU+
CU	C+U// CU	C+U+// CU	CU// CU	CU+// CU
Nombre	194	7	9	190
Total	400			
%	48.5	1.75	2.25	47.5

Distance entre les deux gènes est de 4 Cm.

Exercice3 :

Chez la drosophile on connaît trois gènes sauvages vg+, pr+, e+, et leurs allèles récessifs respectifs vg, pr, e. Le croisement entre une femelle homozygote sauvage (vg+ pr+ e+) par un mâle (vg pr e) donne une F1 constituée d'individus de phénotype sauvage. Le croisement d'une femelle F1 par un mâle (vg pr e) donne une descendance composée de:

- 963 mouches (vg pr e)
- 989 mouches (vg+ pr+ e+)
- 161 mouches (vg pr+ e+)
- 156 mouches (vg+ pr e)
- 87 mouches (vg pr e+)
- 65 mouches (vg+ pr+ e)
- 11 mouches (vg+ pr e+)
- 8 mouches (vg pr+ e)

- 1) Ces gènes sont-ils liés ou indépendants?
- 2) S'ils sont liés, calculez les distances et établissez la carte factorielle.

Solution

Les 3 gènes sont liés car on a 8 catégories d'effectifs différents.

1^{er} croisement :

Génotypes $vg+pr+e+//vg+pr+e+$ x $vg\ pr\ e//vg\ pr\ e$
 Gamètes $vg+pr+e+$ $vg\ pr\ e$

F1 → $vg+pr+e+//vg\ pr\ e$
 100% sauvage

2^{ème} croisement :

Génotypes $vg+pr+e+//vg\ pr\ e$ x $vg\ pr\ e//vg\ pr\ e$

Tableau de croisement :

F \ M	$vg\ pr\ e$	$Vg+pr+e+$	$vg\ pr+e+$	$Vg+pr\ e$	$Vg+pr+e$	$vg\ pr\ e+$	$vg+pr\ e+$	$Vg\ pr+e$
$vg\ pr\ e$	[$vg\ pr$]	[$Vg+pr+e+$]	[$vg\ pr+e+$]	[$Vg+pr\ e$]	[$Vg+pr+e$]	[$vg\ pr\ e+$]	[$vg+pr\ e+$]	[$Vg\ pr+e$]
Nombre	963	989	161	156	65	87	11	8
Total	2440							
%	39.5	40.5	6.6	6.4	2.7	3.6	0.45	0.33

Parentales : $Vg+pr+e+$ et $vg\ pr\ e$

Doubles recombinés : $vg\ pr\ e$ et $Vg\ pr+e$ → pr se trouve au milieu

Distance entre les 03 gènes en cM :

- Distance entre vg et pr : $161+156+11+8/2440*100=14.18$
- Distance entre pr et e : $65+87+11+8/2440*100=7$

Distance entre Vg et e = $14.17+7=21.17$ Cm.

