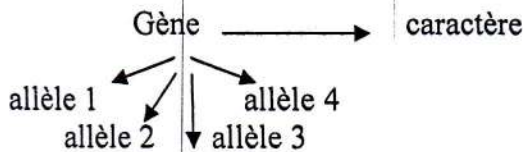


1 CHAPITRE I : MONOHYBRIDISME

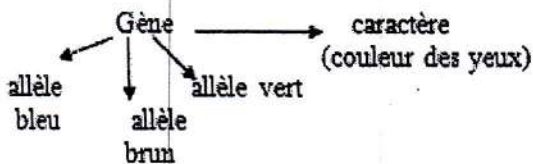
A. TERMINOLOGIE

- **Gènes:** nom donné par Johanssen (1909) aux facteurs mendéliens qui déterminent le développement d'un caractère donné.

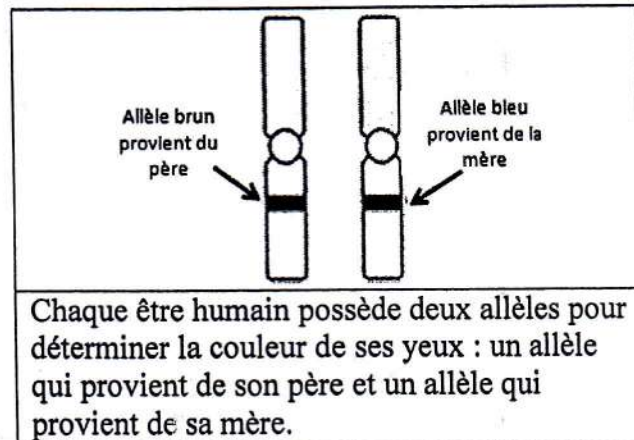
- **Allèle :** c'est l'une des deux ou plusieurs formes alternatives que peut avoir un gène. Puisque les allèles d'un gène ne sont que des formes différentes de ce même gène, ils conduisent tous à la réalisation d'un même caractère, mais avec des modalités variées.



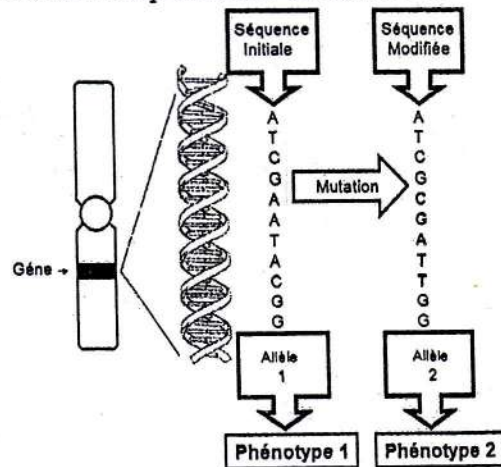
Exemple : dans le cas du gène responsable de la couleur des yeux, un allèle donne des yeux bleus, l'autre allèle donne des yeux bruns, d'autres allèles donnent d'autres couleurs.



Même si un gène présente dans la population plusieurs formes alléliques. Un organisme diploïde ne possède que deux allèles d'un même gène ; un allèle qui provient de son père et un autre allèle qui provient de sa mère. Ainsi, les deux allèles d'un même gène sont situés en des **loci** identiques sur la paire de chromosomes homologues qui les porte



Les différents allèles d'un même gène sont créés par des mutations qui modifient la séquence initiale du gène et entraînent l'apparition de nouvelles séquences, variable selon les allèles. Les variations qui n'ont pas de conséquences sur le fonctionnement du gène contribuent à augmenter le **polymorphisme du gène et donc le nombre de phénotypes différents présents**. Les variations qui entraînent un dysfonctionnement du gène créent des allèles morbides responsables de maladies.



- **Homozygote** : se dit d'un organisme diploïde dont le génotype porte deux allèles identiques pour un gène donné.

- **Hétérozygote** : se dit d'un organisme diploïde dont le génotype porte deux allèles différents pour un gène donné.

- **Génotype** : ensemble des gènes contenus dans les cellules d'un organisme. Précisément le mot génotype désigne la composition allélique d'un individu pour un certain nombre de gènes d'intérêt.

Dans un croisement le génotype d'un individu pour un gène donné est désigné par deux lettres (une lettre pour chacun des deux allèles). Les deux lettres sont identiques pour un individu homozygote, différentes pour un individu hétérozygote.

- **Phénotype** : ensemble des caractères observables d'un individu, le phénotype est l'expression au niveau du corps du génotype.

Pour certains caractères simples, la correspondance entre le génotype et le phénotype est directe. Pour d'autres caractères, plus complexe, le phénotype résulte de l'interaction entre le génotype et le milieu dans lequel l'organisme vit.

Lignée pure : ensemble d'individus homozygote pour un gène donné. Le croisement entre ces individus donne une descendance **homogène**, formée d'individus semblables ayant le même génotype et le même phénotype que leurs parents pour le caractère étudié.

B. TRANSMISSION D'UN SEUL CARACTERE : LE MONOHYBRIDISME

I. DOMINANCE -RECESSIVITE

1. Expérience

On dispose de deux lignées pures de rats qui diffèrent par un seul caractère : l'une est constituée de rats blancs et l'autre de rats gris. Le croisement d'un mâle gris avec une femelle blanche (génération parentale: **P**) donne une première génération filiale d'hybride (**F1**) constituée exclusivement de rats gris : **la F1 est homogène (uniforme)**.

Le croisement des rats gris (**F1**) entre eux donne une deuxième génération filiale (**F2**) **hétérogène**, constituée de 25% de rats blancs pour 75% de rats gris, soit 1/4 pour 3/4.

2. Analyse et interprétation

En **F1** tous les individus sont gris (semblables à l'un des parents) alors que la couleur blanche disparaît et ne réapparaît qu'en **F2**, elle était donc masquée par la couleur grise.

- Le caractère gris apparaît chez l'hybride est dit **dominant**.
- Le caractère blanc effacé chez l'hybride est dit **récessif**.

Par convention on utilise une majuscule pour désigner le caractère dominant **G** et une minuscule pour désigner le caractère récessif **g**.

Les deux parents étant de lignée pure (homozygotes) leur génotype est désigné par 2 lettres identiques, une lettre pour chaque allèle:

- **GG** pour le parent gris.
- **gg** pour le parent blanc.

Lors de la formation des gamètes les deux allèles (de chaque génotype) se séparent et chacun d'entre eux sera porté par un gamète. Les parents étant homozygotes chacun produira un seul type de gamètes.

- 100% de gamètes **G** pour le parent gris.
- 100% de gamètes **g** pour le parent blanc.

La rencontre des gamètes **G** et **g** chez l'hybride (**F1**) donnera naissance à des rats hétérozygotes **Gg** tous de phénotype dominant gris (**G**).

F2 → 25% (g) → 25% gg
 75% (G) → 25% GG + 50% Gg

3. Conclusion

Dans le cas le plus simple un gène existe sous 2 formes distinctes appelées **allèles**.

L'allèle qui détermine à lui seul le caractère envisagé est dit **dominant**.

L'allèle dont l'action est masquée en présence de l'allèle dominant est appelé allèle **récessif**.

Lors de croisement et selon **les lois de Mendel**:

- Tous les hybrides F1 issus de parents purs sont **homogènes** et présentent le phénotype contrôlé par l'allèle dominant → **loi d'uniformité des hybrides de première génération**.

- La génération F2 (issue du croisement des hybrides F1) est **hétérogène**, elle présente deux phénotypes différents avec les proportions statistiques de:

- 3/4 (75%) pour le phénotype dominant.
- 1/4 (25%) pour le phénotype récessif.

A ces classes phénotypiques correspondent les proportions génotypiques de



- 1/4 d'homozygotes dominants.
- 1/4 d'homozygotes récessifs.
- 1/2 d'hétérozygotes (de phénotype dominant).

Cette hétérogénéité des individus F2 s'explique par la disjonction des allèles au moment de la formation des gamètes de la génération F1 → **loi de disjonction ou ségrégation des caractères en F2**.

II. TEST-CROSS :

Dans la génération F2, seul le génotype des rats blancs est immédiatement identifiable, ces rats présentent le phénotype récessif et sont donc obligatoirement homozygote gg (le caractère récessif ne s'exprime que chez les individus homozygotes).

Les individus ayant par contre un phénotype dominant gris (G), sont soit homozygotes GG, soit hétérozygotes Gg.

	= gg
	= G ? Gg ou GG

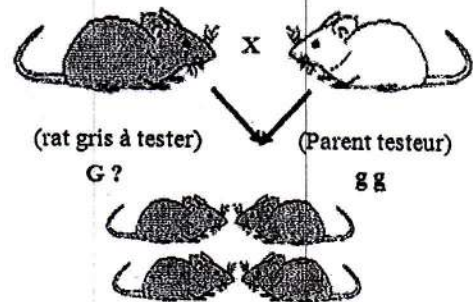
Pour connaître le génotype des rats gris F2, on a recours au **test-cross** ou **croisement test**.

Ce test consiste à croiser chacun des rats gris F2 de phénotype connu mais de génotype inconnu avec un individu de phénotype récessif. Deux possibilités se présentent :

- Si les descendants de ce croisement présentent tous un phénotype dominant, on conclut que l'individu testé est homozygote GG.

- Si, par contre, les individus issus du test présentent deux phénotypes différents (G) (g), l'individu testé est hétérozygote Gg.

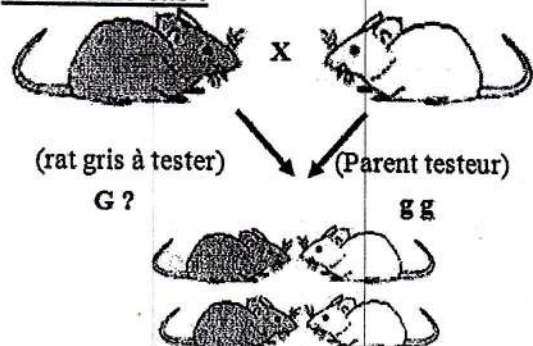
Premier cas :



Résultats : tous les individus sont gris donc le rat testé n'a fourni qu'une seule catégorie de gamètes G il était donc homozygote GG

Individu gris à tester	
Parent testeur	100 % G
100% g	100 % Gg

Deuxième cas :



3. Conclusion

Les deux allèles déterminant un caractère peuvent posséder la même force d'expression et donc participent tous les deux à l'expression du phénotype observé.

Dans le cas d'absence de dominance : la F1 présente un caractère souvent intermédiaire entre les deux parents purs.

La F2 présente trois phénotypes différents qui correspondent à trois génotypes différents.

- 25% : homozygotes pour le premier allèle.
- 25% : homozygotes pour le deuxième allèle.
- 50% : hétérozygotes portant le caractère intermédiaire.

→ LA CODOMINANCE : CAS PARTICULIER D'ABSENCE DE DOMINANCE

La codominance est un cas particulier d'absence de dominance mais dans ce cas, les effets individuels de chacun des deux allèles sont visibles au niveau du phénotype. Le phénotype de l'hétérozygote est composé par la juxtaposition des phénotypes des deux homozygotes.

Exemple

Chez la poule Wyandotte, la couleur du plumage est déterminée par deux allèles **codominants** : un allèle N noir et un allèle B blanc :

- Les poules homozygotes NN ont un plumage noir.
- Les poules homozygotes BB ont un plumage blanc.
- Les poules hétérozygotes NB ont un plumage bigarré, formé d'un mélange de plumes totalement noires et de plumes totalement blanches

Si les deux allèles N et B présentaient une dominance incomplète, le plumage aurait été entièrement gris et pas bigarré.

Les proportions phénotypiques observées lors de la dominance incomplète et lors de la codominance sont similaires.

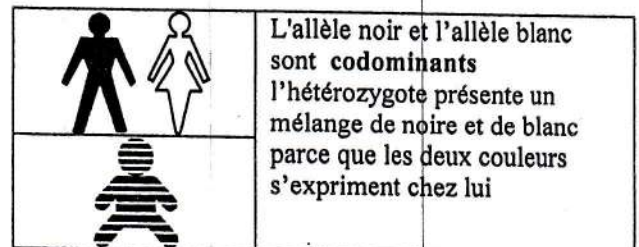
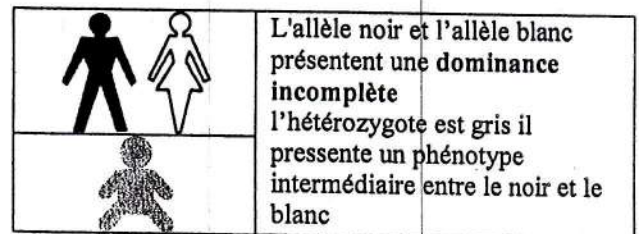
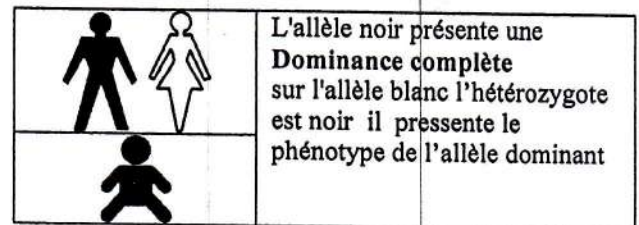
Le croisement entre deux parents, chacun homozygotes pour un allèle donne en F1 :

- 25% : homozygotes exprimant le phénotype du premier allèle.
- 25% : homozygotes exprimant le phénotype du deuxième allèle
- 50% : hétérozygotes exprimant un phénotype différent des deux phénotypes homozygotes.

La nature du phénotype exprimé par l'hétérozygote permet de savoir s'il s'agit d'un cas de codominance ou d'un cas de dominance incomplète :

- Dans le cas de la dominance incomplète, l'hétérozygote exprime un caractère intermédiaire entre les deux allèles, l'expression individuelle de chacun des deux allèles n'est pas détectable au niveau du phénotype.

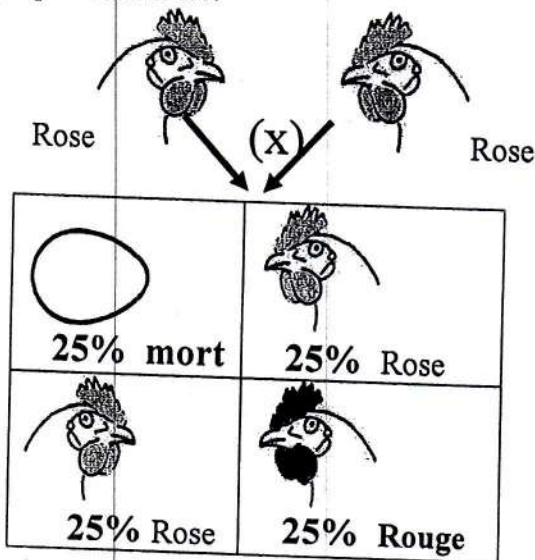
Alors que dans le cas de la codominance l'hétérozygote exprime les deux allèles simultanément dans son phénotype.



IV. GENE LETAL

1. Expérience

Dans la descendance de plusieurs couples de poulets à crête rose, un quart (1/4) environ des embryons meurent avant l'éclosion, tandis que les autres donnent des poulets à crête rose et à crête rouge, dans les proportions de 2 poulets à crête rose pour un (1) poulet à crête rouge. Quel est le génotype des embryons qui meurent avant éclosion et comment peut-on expliquer leur mort?



2. Analyse et interprétation

D'après les résultats de l'expérience :

- Les poulets à crête rose, de la génération parentale, n'appartiennent pas à une lignée pure puisque croisés entre eux ils donnent une descendance **hétérogène** constituée de deux phénotypes différents; ils sont donc **hétérozygote**.
- le caractère crête rose est **dominant**: il s'exprime à chaque génération (il est présent chez les parents et chez la descendance).
- le caractère crête rouge est **récessif** : il est présent dans la descendance alors qu'il était caché chez les parents (masqué par le caractère crête rose).
- En symbolisant par **R** l'allèle déterminant le caractère crête rose et par **r** l'allèle responsable du caractère crête rouge:
- Les poulets à crête rouge ont le génotype **rr** (ils expriment le caractère récessif, ils sont donc homozygotes)
- Les parents hétérozygotes à crête rose ont le génotype **Rr**.

3. Représentation du croisement

Parents	crête rose	x	crête rose
phénotype	(R)		(R)
génotype	Rr		Rr
gamètes	50 % R		50 % R
	50% r		50% r

	R	r
R	 25% RR	 25% Rr
r	 25% Rr	 25% rr

Descendance :

- 25% de poulets à crête rouge **rr** et 50% poulets à crête rose **Rr**, soit la proportion de 2 poulets à crête rose pour un poulet à crête rouge.
- Le 25% qui reste correspond au quart des embryons qui meurent avant éclosion, qui sont donc de génotype **RR**. Ces individus meurent à cause de l'effet létal du gène **R** qui conduit à la mort des individus homozygotes qui le portent.

4. Conclusion

Un gène est considéré comme létale lorsqu'il entraîne la mort (ou la stérilité) de l'individu homozygote qui le porte.
 Dans ce cas les proportions mendéliennes en F2 sont modifiées puisque

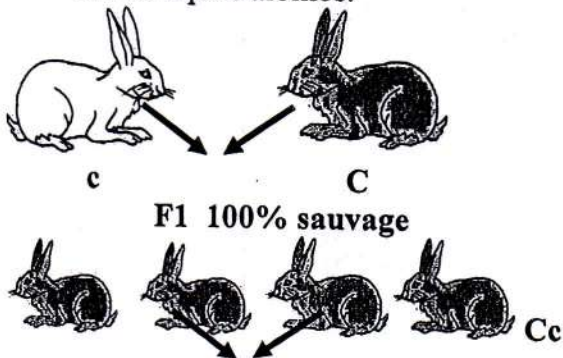
- 25% des individus de cette génération ne sont pas viables.
- Parmi les individus encore en vie on distingue:
 - 1/3 d'individus homozygotes porteurs de 2 allèles normaux.
 - 2/3 d'individus hétérozygotes porteurs d'un allèle létal et d'un allèle normal.

V. POLYALLELISME

1. Expérience

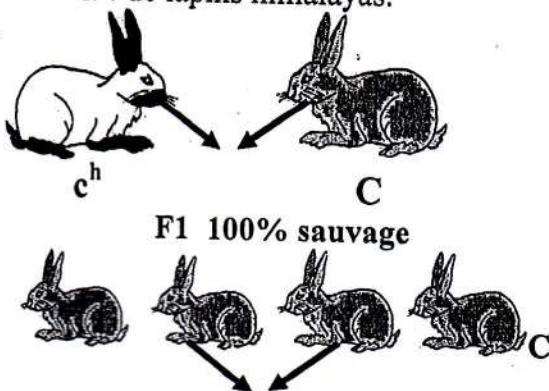
Un éleveur de lapins réalise 3 croisements :

- 1^{er} croisement entre un lapin sauvage (C) (gris fauve) et un lapin albinos (c) (pelage blanc, yeux rouge) :
- La F1 est constituée de 100% de lapins sauvages,
- La F2 est composée de:
 - 3/4 de lapins sauvages.
 - 1/4 de lapins albinos.



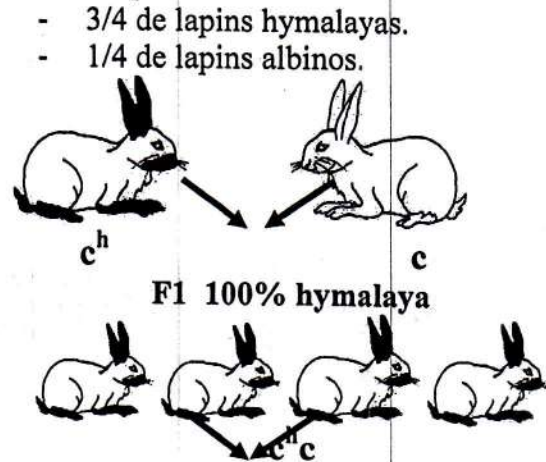
	F1 (x) F1	
	C	c
C	CC	Cc
c	Cc	cc

- 2^{ème} croisement entre un lapin sauvage (C) et un lapin himalaya (c^h) (pelage blanc, oreille et museau noirs), la F1 est constituée de 100% de lapins sauvages, la F2 est composée de:



		c ^h	
		C	c ^h
C	Cc ^h	Cc ^h	
c ^h	Cc ^h	c ^h c ^h	

- 3^{ème} croisement entre un lapin himalaya (c^h) et un lapin albinos (c) , la F1 est constituée de 100% de lapins himalayans, la F2 est composée de:



		c ^h	c
c ^h	c ^h c	c ^h c	
c	c ^h c	cc	

2. Analyse et interprétation

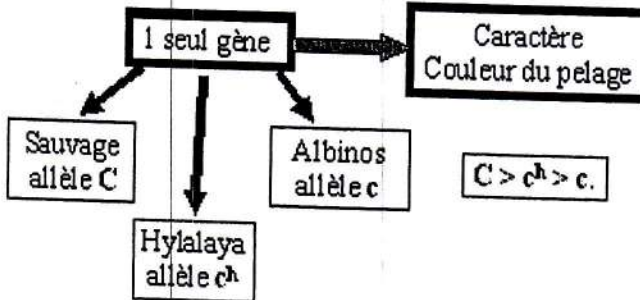
- D'après le 1^{er} croisement → C > c avec 3/4 C + 1/4 c résultats d'une ségrégation monogénique. (= d'un seul gène)
 Les allèles sauvages C et albinos c appartiennent à un seul gène

- D'après le 2^{ème} croisement $\rightarrow C > c^h =$ ségrégation monogénique $3/4 C + 1/4 c^h$.
Les allèles sauvages C et himalaya c^h appartiennent à un seul gène

- D'après le 3^{ème} croisement $\rightarrow c^h > c =$ ségrégation monogénique $3/4 c^h + 1/4 c$.
Les allèles himalaya c^h et albinos c appartiennent à un seul gène

Ces 3 croisements étudient la transmission d'un seul caractère chez le lapin \rightarrow la couleur du pelage, cette dernière se manifeste sous trois formes : sauvage, himalaya et albinos. Les résultats statistiques dans les 3 croisements correspondent à une ségrégation monogénique $3/4 + 1/4$.

On peut donc conclure que les trois formes observées (sauvage, himalaya, albinos) représentent l'expression d'un même gène qui existe sous trois allèles avec $C > c^h > c$.



3. Conclusion

Dans le cas le plus simple un gène est représenté par deux allèles. Cependant un gène peut subir plusieurs mutations et de ce fait exister sous plusieurs formes on dit alors qu'il y a **polyallélie** ou **allélisme multiple**. A noter, cependant, qu'un individu ne peut porter plus de deux allèles différents pour un gène donné \rightarrow un allèle pour chacun des deux chromosomes homologues.

▪ **Exemples:**

1) Le gène responsable de la couleur des yeux chez la drosophile présente une série de 12 allèles connus, donnant des teintes intermédiaires entre rouge et blanc.

$W^+ > W^{co} > W^{bl} > W^e > W^{ch} > W^a > W^h > W^{bf} > W^t > W^p > W^i > W$
Rouge > corail > rouge sang > éosine > cerise > abricot > miel > fauve > teinté > perle > ivoire > blanc

2) Chez l'homme la série allélique la mieux connue est celle qui contrôle les groupes sanguins du **système ABO** le gène responsable présente trois allèles A, B et O; avec A et B codominants entre eux et tous deux dominants sur l'allèle O récessif

Phénotype (groupe sanguin)	Génotype
(A)	A/A ou A/O
(B)	B/B ou B/O
(O)	O/O
(AB)	A/B

Exercices

Exercice 1

On dispose de deux souches pures de drosophile, l'une aux ailes sauvages, l'autre aux ailes vestigiales.

1) Q'est-ce qu'une souche pure?

Le croisement entre des mouches sauvages (vg+) avec des mouches aux ailes vestigiales (vg), donne en F1 une descendance constituée de 100% de mouches sauvages.

2) Que peuvent être les proportions phénotypiques et génotypiques des croisements suivants :

- a) F1 x F1.
- b) F1 x parent sauvage.
- c) F1 x parent vestigiale

3) Quel non porte les deux derniers croisements ? Lequel d'entre eux a plus d'intérêt ?

Exercice 2

On dispose de deux lignées pures de rats qui diffèrent par un seul caractère: l'une est constituée de rats blancs et l'autre de rats gris

1) Comment peut-on s'assurer de la pureté de ces lignées?

2) Le croisement d'un rat gris avec un rat blanc donne en F1 des rats gris. Quels seront les résultats en F2 du croisement des rats de F1 ?

3) Doit-on obligatoirement s'assurer de la pureté de la lignée de rats blancs?

4) On trouve dans la salle d'élevage un rat gris. Comment peut-on savoir qu'il appartient à une lignée pure?

Exercice 3

Chez l'homme le caractère œil brun est dominant sur le caractère œil bleu.

Le père de Mohammed a les yeux bruns et sa mère a les yeux bleus. Mohammed épouse une femme dont le père et la mère ont les

yeux bruns. Quelques années plus tard, le jeune couple a un fils aux yeux bleus.

Peut-on être sûr du génotype de Mohammed? Quels sont les génotypes de Mohammed et de sa femme?

Quels sont les génotypes possibles pour les autres parents?

Exercice 4

Un homme aux yeux bleus se marie avec une femme aux yeux bruns. Le père de la mariée a les yeux bleus. 12 ans plus tard le couple possède 12 enfants aux yeux bruns.

Cela vous paraît-il normal ?

Exercice 5

Chez l'homme, on rencontre des individus qui trouvent un goût prononcé au corps chimique appelé phénylthiocarbamide (PTC) et d'autres qui le trouvent insipide.

Des parents tous deux sensibles au PTC peuvent avoir des enfants insensibles. Si le père et la mère sont tous les deux insensibles, tous leurs enfants sont insensibles au PTC.

Que peut-on conclure sur la transmission du caractère saveur du PTC?

Exercice 6

La couleur des pois peut être entre autres verte ou blanche. On réalise plusieurs croisements entre des plantes de génotype inconnu.

crois.	Phénotype des parents	Phénotype de la descendance	
		vert	Blanc
1	(vert) x (blanc)	74	80
2	(vert) x (vert)	121	38
3	(blanc) x (blanc)	0	91
4	(vert) x (blanc)	64	0
5	(vert) x (vert)	99	0

1) Quel est le caractère dominant et quel est le caractère récessif ?

2) Indiquer les génotypes des parents dans tous les croisements étudiés ?

Exercice 7

Chez les giroflées, la couleur rouge de la fleur (R) n'est pas dominante sur la couleur blanche (B). Les plantes hétérozygotes ont des fleurs roses.

Dans les croisements suivants, les génotypes des parents étant données, quelle sera la couleur des fleurs de la génération suivante:

- $RB \times RB$.
- $RR \times BB$.
- $RB \times RR$.
- $BB \times RB$.

Exercice 8

Une variété de visons possède un pelage blanc marqué d'une ligne dorsale noire. Croisés entre eux, ces visons donnent une génération dans laquelle on remarque 50% de visons blancs à ligne dorsale noire, 25% de visons noirs et 25% de visons blancs.

-Quels sont les génotypes de tous ces visons?

Exercice 9

Les chevaux Palomino sont des hybrides de couleur dorée avec une queue et une crinière claire. Ce système de coloration est régi par un couple d'allèle D1 et D2. Un cheval D1D1 est noisette, l'hétérozygote est Palomino et l'homozygote D2D2 qu'on appelle créme est presque blanc.

- Si on croise des Palomino entre eux, quel sera le rapport Palomino/non Palomino parmi les descendants?
- Parmi les non Palomino de la question précédente, quel est le pourcentage d'individus de souche pure ?
- Quel croisement produit uniquement les Palomino ?

Exercice 10

La portée de deux chiens à queues courtes est composée de trois chiots sans queue, deux aux queues longues et six aux queues courtes.

- Quelle est la façon la plus simple d'expliquer l'hérédité de la longueur de la queue chez cette race de chiens ?
- Quels peuvent être leurs génotypes?

Exercice 11

Chez les lapins, la maladie de Pelger se traduit par une anomalie de la division cellulaire des leucocytes. Les individus atteints sont hétérozygotes Pp, les normaux sont PP, les homozygotes récessifs pp ont un squelette

gravement malformé et meurent à la naissance .

Si des individus atteints sont croisés entre eux, quels résultats obtiendra-t-on ?

Exercice 12

L'étude de la descendance de plusieurs couples de canaris huppés, montre qu'environ un 1/4 des œufs couvés ne se développent pas, tandis que les autres donnent une progéniture où l'on compte environ deux canaris huppés pour un canaris normal.

- Trouver les génotypes des canaris et des œufs non éclos.
- Indiquer sous forme de tableaux à doubles entrées le résultat des croisements : canaris huppés avec canaris normaux et canaris huppés avec canaris huppés.

Exercice 13

Chez la drosophile, le gauchissement des ailes vers le haut est provoqué par l'action d'un gène G. on croise un mâle (G) avec une femelle (G). la F1 est composée de 207 mouches présentant le phénotype G(et 101 normales . Quelle hypothèse proposez-vous pour expliquer ce résultat ?

Exercice 14

La coloration d'une espèce de canard est déterminée par un seul gène ayant trois allèles. Les allèles H et I sont codominants et l'allèle i est récessif par rapport aux deux autres. Dans une volée de canard contenant toutes les combinaisons possibles de ces trois allèles, combien de génotypes et de phénotypes sont-ils possibles ?

Exercice 15

La détermination de la couleur du pelage chez le lapin est contrôlée par la série allélique C (sauvage) > c^{ch} (chinchilla) > c^h (himalaya) > c (albinos).

1) le croisement d'un lapin sauvage (pelage sombre) avec un chinchilla (gris argent) donne en F1

- 5 lapins sauvages.
- 2 lapins gris argent.
- 1 lapin albinos.

Quel est le génotype des parents ?

Exercice 16

Une série allélique gouverne l'intensité de la coloration chez la souris $\rightarrow D > d > dl$ où D conduit à une coloration normale, d à une coloration pâle et dl est récessif et létale. Le croisement $D dl \times d dl$ est réalisé, les individus F1 issus de ce croisement sont croisés avec des individus ddl .

- Quel est le pourcentage des différentes catégories phénotypiques obtenues ?
- Quel est le pourcentage des individus normaux qui portent l'allèle dl ?
- Quel est le pourcentage des individus pâles qui portent l'allèle dl ?

Exercice 17

La coloration de la robe chez les bovins est contrôlée par la série allélique

$$S > s^h > s^c > s.$$

L'allèle S détermine une bande blanche autour de la taille de l'animal, caractère appelé "ceinture hollandaise". s^h conduit au tacheté du type Herford, s^c à une robe unie, et s au tacheté de type Holstein. Des taureaux homozygotes à ceinture hollandaise sont croisés avec des femelles Holstein tachetées. Les femelles F1 qui en résultent sont croisées avec des taureaux Herford tachetés de génotype $s^h s^c$.

Faites l'analyse de la descendance obtenue.

Exercice 18

Déterminer le génotype des parents dans les familles suivantes :

- Le père est du groupe A la mère est du groupe B, mais les quatre groupes sont représentés chez leurs enfants.
- Les deux parents sont de groupe B, mais ils ont des enfants du groupe B et d'autres du groupe O.
- Le père est du groupe AB, la mère est du groupe B, parmi leurs enfants une fille est du groupe A, un garçon du groupe AB et trois filles du groupe B.

Exercice 19

Dans les cas suivants de recherche de paternité, déterminer le père probable de l'enfant

- La mère appartient au groupe B, le fils au groupe O, l'un des pères possibles appartient au groupe A et l'autre au groupe AB.
- La mère appartient au groupe B, le fils au groupe AB ; l'un des pères possibles appartient au groupe A, l'autre au groupe B.