

## TD 3 : Dihybridisme

- + Rappel
- + Monohybridisme
- + Dihybridisme
- + Maladies humaines héréditaires
- + Exercices

# Rappels

- ★ Les caractères héréditaires (**phénotype**) sont gouvernés par des gènes (**génotype**).
- ★ Pour un caractère donné, chaque individu possède **2 allèles**. Si les 2 allèles sont identiques, l'individu est **homozygote**, s'ils sont différents l'individu est dit **hétérozygote**.
- ★ Les 2 allèles (a) peuvent s'exprimer, ils sont alors **codominant** ou (b) l'un est **dominant** sur l'autre, qui est dit **récessif**.
- ★ La transmission des caractères obéit à des lois :
  - ✦ Si l'on croise entre eux deux individus homozygotes pour un couple d'allèles, **tous les individus F1** ont le même phénotype et le même génotype
  - ✦ Chaque individu transmet **un seul des deux allèles** à sa descendance. Il en résulte que F2 issue des hybrides de F1 possèdent des **caractères hétérogènes**.
  - ✦ Lorsque les sujets diffèrent par plusieurs caractères, les allèles de chaque paire ségréguent de manière indépendante

# Rappels

- ★ Un caractère donné peut être gouverné par **deux ou plusieurs allèles** différents.

Ex: Les groupes sanguins chez l'homme (système ABO):

3 allèles (i, A et B), 4 phénotypes et 6 génotypes différents :

[O]: i / i      [A]: i / A ou A / A      [B]: i / B ou B / B      [AB]: A / B

Parents      A/A x B/B



F 1      100% [AB]



F 2      50 % [AB]  
25 % [A]  
25 % [B]

A/A x i/i



100% [A]



75 % [A] ←  
25 % [O]

Nécessité d'effectuer un **rétro-croisement** pour connaître le génotype de F2

Remarque : L'hémoglobine est codée par 200 allèles différents

# Dihybridisme

Croisement de 2 individus de souche pure (homozygote) ne différant entre-elles que par 2 caractères.

- ★ Chaque caractère est sous la dépendance d'un couple d'allèles et chaque gène est localisé sur des chromosomes différents (cas d'indépendance génétique des couples d'allèles)

Caractère 1 : A et a      A > a      Caractère 2 : B et b      B > b



Parents

A/A, B/B x a/a, b/b  
[A, B]      [a, b]

Gamètes

(A, B)      (a, b)

F1

	A, B	A, B
a, b	A / a, B / b	A / a, B / b
a, b	A / a, B / b	A / a, B / b

100% [A, B] de génotype A/a, B/b

F2

Autocroisement des F1 : 2 méthodes d'études

# 1ère Méthode

F1

$A / a, B / b$

Répartition aléatoire : **A** a autant de chance de se retrouver avec **B** qu'avec **b** et **a** peut se retrouver avec **B** ou **b** avec autant de chance.

Gamètes de la F1



F2

Autocroisement des F1

	A B	A b	a B	a b
A B	$\frac{A/A B/B}{[A, B]}$	$A/A b/B$ [A, B]	$a/A B/B$ [A, B]	$a/A b/B$ [A, B]
A b	$A/A B/b$ [A, B]	$\frac{A/A b/b}{[A, b]}$	$a/A B/b$ [A, B]	$a/A b/b$ [A, b]
a B	$A/a B/B$ [A, B]	$A/a b/B$ [A, B]	$\frac{a/a B/B}{[a, B]}$	$a/a b/B$ [a, B]
a b	$A/a B/b$ [A, B]	$A/a b/b$ [A, b]	$a/a B/b$ [a, B]	$\frac{a/a b/b}{[a, b]}$

4 phénotypes

[A, B] : 9/16 [A, b] : 3/16 [a, B] : 3/16 [a, b] : 1/16

## 2ème Méthode

F1

A / a , B / b

Étudie d'abord chaque transmission de caractère de façon indépendante

F2

Autocroisement des F1

Génotype

Phénotype

A/a x A/a     $\frac{1}{4}$  AA,  $\frac{1}{2}$  Aa,  $\frac{1}{4}$  aa

$\frac{3}{4}$  [A],  $\frac{1}{4}$  [a]

B/b x B/b     $\frac{1}{4}$  BB,  $\frac{1}{2}$  Bb,  $\frac{1}{4}$  bb

$\frac{3}{4}$  [B],  $\frac{1}{4}$  [b]

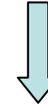
	$\frac{1}{4}$ AA	$\frac{1}{2}$ Aa	$\frac{1}{4}$ aa
$\frac{1}{4}$ BB	1/16 A/A B/B	2/16 A/a B/B	1/16 a/a B/B
$\frac{1}{2}$ Bb	2/16 A/A B/b	4/16 A/a B/b	2/16 a/a B/b
$\frac{1}{4}$ bb	1/16 A/A b/b	2/16 A/a b/b	1/16 a/a b/b

9 génotypes différents

	$\frac{3}{4}$ [A]	$\frac{1}{4}$ [a]
$\frac{3}{4}$ [B]	9/16 [A, B]	3/16 [a, B]
$\frac{1}{4}$ [b]	3/16 [A, b]	1/16 [a, b]

4 phénotypes différents

Dans la descendance F2 on a : 9/16 [A, B], 3/16 [A, b], 3/16 [a, B] et 1/16 [a,b]. Si les proportions sont différentes alors les allèles ne se séparent pas avec équiprobabilité : ils sont liés (3<sup>ème</sup> loi de Mendel non vérifiée)



dans ce cas, les proportions phénotypiques sont différentes par rapport à 9:3:3:1 et imprévisibles (dues aux recombinaisons intrachromosomiques)



Pour vérifier que les gènes sont bien indépendants, on peut effectuer un **test-cross**. Croisement entre un individu de type F1 [A, B] avec un individu double récessif pour les 2 caractères [a, b]

Gamètes	A, B	A, b	a, B	a, b
a, b	A/a, B/b [A, B]	A/a, b/b [A, b]	a/a, B/b [a, B]	a/a, b/b [a, b]

Dans le cas d'allèles indépendants, la descendance est formée de 25% de [A, B], 25% de [A, b], 25% de [a, B] et 25% de [a, b].



Il est important de garder à l'esprit que les tableaux de croisement ne donnent que des **probabilités d'apparition** et non le nombre précis que l'on obtient à chaque croisement !

Caractère 1	Caractère 2	Nb [ ]	Phénotype
D x r		2	3:1
Co x Co		3	1:2:1
r x létal		2	2:1
D x r	D x r	4	9:3:3:1
D x r	Co x Co	6	3:6:3:1:2:1
D x r	r x létal	4	3:1:6:2
Co x Co	Co x Co	9	1:2:1:2:4:2:1:2:1
Co x Co	r x létal	6	1:2:1:2:4:2
r x létal	r x létal	4	4:2:2:1

# Maladies humaines héréditaires

Grâce au modèle mendélien, on peut, dans des familles à risques estimer les probabilités qu'il y a d'avoir un enfant malade pour diverses pathologies (e.g. la mucoviscidose ou la chorée de Huntington).

## ★ La mucoviscidose

- ✦ ~ 1 nouveau né sur 2500 en Europe (maladie fréquente). L'espérance de vie ~ 30ans
- ✦ **Comment se transmet cette maladie ?**



Pour transmettre la maladie à l'enfant, les deux parents doivent être porteurs de l'allèle responsable de la maladie (le gène est situé sur le chromosome 7 et a été repéré en 1989).



Les parents sont donc tous deux hétérozygotes et ont le génotype **N/m**, avec **N** pour l'allèle normal (dominant) et **m** pour l'allèle « mucoviscidose » (récessif). À chaque naissance d'un enfant d'un couple d'hétérozygotes **N/m**, il y a :

- 1/4 d'avoir un enfant sain, non porteur du gène déficient (**N/N**)
- 1/2 d'avoir un enfant sain, porteur du gène déficient (**N/m**)
- 1/4 d'avoir un enfant atteint de la maladie (**m/m**)

Quand il y a un ou des membres d'une des deux (ou les deux) familles atteint(s) de la maladie, la femme enceinte peut demander un dépistage prénatal de la maladie sur son foetus.

# Maladies humaines héréditaires

## ★ La chorée de Huntington

- ✦ Maladie "neurodégénérative" qui dépend d'un gène situé sur le chromosome 4 (ce gène a été identifié en 1993), ~ 5 cas sur 100 000
- ✦ L'allèle qui cause cette maladie est **dominant**. S'il y a un ou plusieurs cas dans la famille, **quels sont les risques de transmettre la maladie à sa descendance ?**



- Ex 1: Une mère " normale " et un père atteint de chorée. Le génotype de la mère est n/n et celui du père C/n (n pour normal et C pour l'allèle de la chorée)



il y a **un risque sur deux** d'avoir, à chaque grossesse, un enfant atteint de la maladie

- Ex 2 : Si le père (ou la mère) était homozygote " C/C ", quelle serait la probabilité d'avoir un enfant malade ? Ce cas est-il plausible ? Quelles conditions faudrait-il réunir pour avoir un tel homozygote ?

# Exercices

## Exo 8 :

- a) Quel est le génotype d'une personne dont le groupe sanguin est [O] ?
- b) Que peut-on dire d'une personne dont le groupe sanguin est [B] ? Et pour le groupe [AB] ?
- c) Quelle est la probabilité pour qu'un couple dont l'homme est de groupe sanguin [O Rh-] et la femme est de groupe sanguin [O Rh+] ait un enfant de groupe sanguin [A]. Pourquoi ?
- d) Ces personnes ont un enfant de groupe sanguin [O Rh-]. Pouvez-vous décrire les génotypes des parents. Pourquoi ? Quelle est la probabilité de ce phénotype ?
- e) Que peut-on dire du groupe sanguin d'un enfant issu d'un couple dont l'homme est de groupe sanguin [A] et la femme de groupe sanguin [O].
- f) Dans une famille, la mère est du groupe A, le mari du groupe B et l'enfant du groupe O. Le mari peut-il être le père biologique de l'enfant ?
- g) Même question si la mère est du groupe B, le mari est du groupe AB et l'enfant du groupe O.

## Exo 9 :

Les chevaux *Palomino* sont des hybrides de couleur dorée avec une queue et une crinière claires. Ce système de pigmentation est régi par un couple d'allèles  $D^1$  et  $D^2$ . Un cheval  $D^1/D^1$  est noisette, l'hétérozygote est *Palomino* et l'Homozygote  $D^2/D^2$  que l'on appelle *crenello* est presque blanc.

- 1) Quels est le mode de transmission de ces caractères ?
- 2) Si on croise des *Palomino* entre eux, quel sera le rapport *Palomino/non-Palomino* parmi les descendants ?
- 3) Parmi les *non-Palomino* de la question 2, quel est le % d'individus de souche pure ?
- 4) Quel croisement produit uniquement des *Palomino* ?

### **Exo 10 :**

Quelles sont les proportions de génotypes que l'on observe en F1 en croisant 2 individus de génotype  $A/a$ ,  $B/b$  si, à l'état homozygote,  $b$  cause la mort de l'embryon ?

### **Exo 11 :**

Un éleveur achète un couple de cobayes gris à pelage lisse. Dans les 4 ans qui suivent l'achat, l'éleveur constate que le couple de cobayes a donné naissance à 128 petits dont 78 gris à pelage lisse, 19 gris à pelage rude, 26 blancs à pelage lisse et 5 blancs à pelage rude.

- 1) Quels peuvent être les génotypes possibles des cobayes gris à pelage lisse apparus dans la descendance du couple acheté ?
- 2) Quel est le génotype du couple acheté par l'éleveur ?
- 3) Comment l'éleveur pourra-t-il obtenir une lignée pure de cobayes blancs à pelage rude ?

### **Exo 12 :**

Chez le poulet il existe un gène dont les allèles  $P$  et  $p$  contrôlent le développement des plumes et un gène dont les allèles  $B$  et  $b$  contrôlent la coloration du plumage. Les poulets au plumage normal sont  $pp$ . Les poulets  $PP$  ont des plumes très bouclées et les  $Pp$  des plumes moyennement bouclées. Les poulets  $BB$  ont le plumage tacheté de blanc, les  $bb$  sont noirs et les  $Bb$  sont bleutés. On croise une poule à plumage très bouclé et tacheté de blanc avec un coq noir et normal.

- 1) Qu'observe-t-on en F1 puis en F2 ?