

Entraînement :

1) Encore les mouches !

a) La mouche drosophile peut avoir les yeux rouges ou les yeux bruns. Les yeux rouges sont récessifs. (B : yeux bruns et b : yeux rouges)

Trouve le rapport génotypique et phénotypique des croisements suivants.

Croisement 1 : mouche mâle Bb X mouche femelle BB

Solution :

♂	B	b
♀	B	B
	BB	Bb
	BB	Bb

Rapport génotypique : 50% BB et 50% Bb

Rapport phénotypique : 100% mouche aux yeux bruns

Croisement 2 : mouche mâle bb X mouche femelle Bb

♂	b	b
♀	B	b
	Bb	bb
	Bb	bb

rapport génotypique : 1 Bb : 1 bb  
ou 50% Bb et 50% bb

rapport phénotypique : 50% mouches aux yeux bruns  
50% mouches aux yeux rouges

Croisement 3 : mouche mâle Bb X mouche femelle Bb

♂	B	b
♀	B	b
	BB	Bb
	Bb	bb

R.G → 1 BB : 2 Bb : 1 bb

R.P → 3 yeux bruns pour 1 yeux rouges

b) Une mouche mâle aux yeux rouges est croisée avec une mouche femelle aux yeux bruns. Des 715 mouches (les mouches pondent beaucoup d'œufs) provenant de ce croisement, 360 ont les yeux rouges et 355 ont les yeux bruns. Quel est le génotype des deux parents ?

P1 : yeux rouge X yeux bruns

$bb$   $Bb$

F1 : 360 mouches aux yeux rouges, 355 mouches aux yeux bruns

Génotype de papa mouche :  $bb$  (yeux rouges)

Génotype de maman mouche :  $Bb$  (yeux bruns, mais passe le gène b à ses descendants)

# Exercices de génétique 1

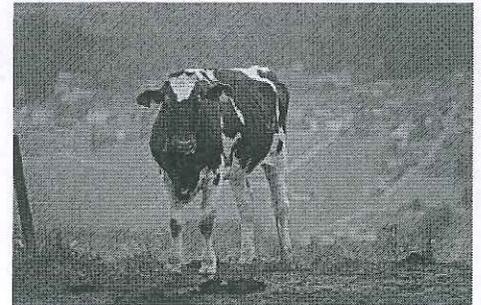
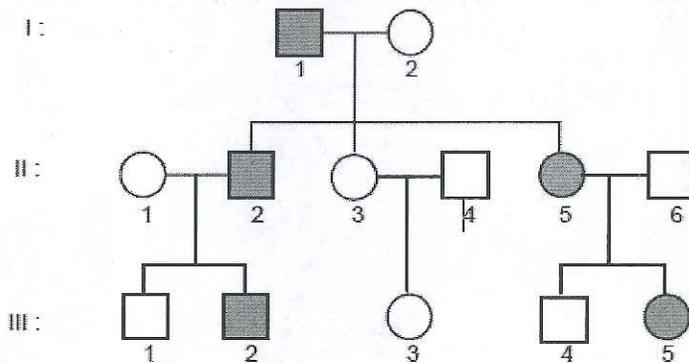
- 2) Les poulets peuvent avoir un plumage soyeux (doux et brillant) ou normal. Le plumage soyeux est dû à un gène récessif (S : plumage normal et s : plumage soyeux)
- a) Le croisement entre deux poulets hétérozygotes (Ss) donnera quelle probabilité d'avoir des descendants homozygote récessifs avec des plumes soyeuses (ss) ?

$$Ss \times Ss \Rightarrow \begin{array}{c|cc} & S & s \\ \hline S & SS & Ss \\ \hline s & Ss & ss \end{array} \rightarrow P(ss) = \frac{1}{4} \text{ ou } 25\%$$

- b) Si deux poulets hétérozygotes sont croisés et produisent 48 descendants. Combien de ces descendants devraient avoir un plumage soyeux ? (en théorie du moins)

$$\frac{1}{4} \times 48 \text{ descendants} = 12 \text{ poussins avec plumage soyeux}$$

- 3) Le bœuf Ayrshire est caractérisé par une encoche sur son oreille. Cette encoche provient d'un allèle dominant (appelé le gène notch : N). Voici l'arbre généalogique d'une famille de bœuf Ayrshire. Les individus en gris possèdent l'encoche caractéristique à l'extrémité de leurs oreilles. Les autres n'ont pas cette caractéristique. Les mâles sont des carrés et les femelles des cercles. On note un individu par le numéro de la génération (chiffre romain I, II et III) et par son numéro. Par exemple, le mâle tout en haut est l'individu I1.



Quelle est la probabilité que les couples suivants produisent des descendants avec le phénotype « encoche sur les oreilles » ?

- a) III1 X III3

Solution :

III1 est de génotype nn car il n'a pas le trait dominant

III3 est aussi de génotype nn car elle n'a pas le trait dominant

Donc selon Punnett :

♂	n	n
♀	n	n
	nn	nn
	nn	nn

100 % des descendants auront le génotype nn

100 % des descendants n'auront pas d'encoche

Aucune chance d'avoir des descendants avec une encoche sur l'oreille

- b) III1 X III5

Indice III5 présente le trait dominant. Elle doit donc avoir l'allèle N. Elle a reçu cet allèle de sa mère (II5). Quelle allèle a-t-elle reçu de son père (II6) ?

III1 → pas d'encoche est nn  
III5 → encoche est Nn (n provenant de II6)

$$\begin{array}{c|cc} & n & n \\ \hline N & Nn & Nn \\ \hline n & nn & nn \end{array} \rightarrow \frac{1}{2} \text{ ou } 50\%$$

c) III 2 X III 3

III 2 (encoche) est Nn (n de sa mère II-1)  
 III 3 (pas encoche) est nn

	N	n
n	Nn	nn
n	Nn	nn

50% de chance que le descendant sera Nn (encoche)

d) III 2 X III 5

III 2 → Nn  
 III 5 → Nn

	N	n
N	NN	Nn
n	Nn	nn

→  $\frac{3}{4}$  ont une encoche  
 $P(\text{encoche}) = 75\%$

e) III 3 X III 4

III 3 → nn  
 III 4 → nn

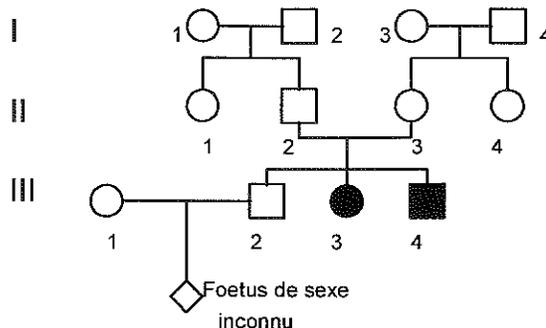
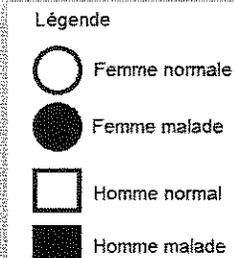
100% nn → 0% encoche  
 tous les descendants seront nn  
 donc 0% de probabilité  
 d'encoche.

Problème 1

On considère une maladie qui se transmet selon le mode autosomal récessif.

La probabilité pour qu'un individu pris au hasard dans la population soit hétérozygote pour le gène considéré est de 2%

1. Quelle est la probabilité pour un couple pris au hasard dans la population d'avoir un enfant atteint par la maladie ?
2. Quelle est la probabilité pour le couple III1 - III2 d'avoir un enfant atteint de la maladie ?



Quelle réaction as-tu face à ce problème :

Élève 1 :

**Quoi ? J'comprends pas !**

Je vais juste utiliser ma stratégie habituelle quand je ne comprends pas : ignorer le problème. Je vais juste parler avec mes amis de tout sauf de ce problème et je vais même réussir à oublier que j'ai un travail à faire.

[Une stratégie que j'ai utilisé souvent et qui m'a fait échouer dans le passé, mais pourquoi ça ne fonctionnerait pas cette fois-ci ?]

Élève 2 :

**Quoi ? J'comprends pas !**

Peut-être que je peux relire une autre fois et essayer de voir si nous avons fait ce travail déjà dans mes notes. Je peux aussi demander à mes amis pour voir s'ils ont compris ou si ensemble on peut essayer de trouver une solution. Si je ne suis toujours pas certain, je peux demander à l'enseignant... Attends, il y a d'autres explications plus bas dans le document! Ça pourra peut-être aider.

[Une stratégie que j'ai utilisé souvent et qui m'a permis de réussir dans le passé, alors pourquoi ça ne fonctionnerait pas cette fois-ci ?]

Deux réactions similaires au départ, mais différentes dans les résultats. Laquelle choisiras-tu ? C'est ton choix. Mais si tu considères sérieusement réussir, l'attitude à adopter est assez évidente.

Voici la solution au problème avec des explications pour chaque étape. Suit bien les étapes et les explications qui pourront t'aider pour les problèmes suivants.

Problème et solution	Explications
----------------------	--------------

<p>On considère une maladie qui se transmet selon le mode autosomal récessif.</p>	<p>Ceci signifie que la maladie se transmet par les gènes et que le gène qui provoque la maladie est récessif. Le mot autosomal signifie que le gène se trouve sur un chromosome autre que les chromosomes X et Y (chromosomes sexuels).</p>												
<p>La probabilité pour qu'un individu pris au hasard dans la population soit hétérozygote pour le gène considéré est de 2%</p>	<p>Dans la première partie, on nous dit que la maladie provient d'un gène récessif. Supposons qu'on attribue la lettre « m » pour représenter la maladie. On aurait donc les allèles suivants :</p> <p><b>M : empêche la maladie</b>  <b>m : provoque la maladie</b></p> <p>Nous avons vu qu'un génotype hétérozygote se compose des deux différents allèles. Dans ce cas, le génotype hétérozygote serait donc <b>Mm</b>. Une personne avec le génotype <b>Mm</b> n'est pas malade parce que <b>M</b> est dominant et empêche la maladie.</p> <p>Dans la population, 2% des personnes un génotype hétérozygote. Donc, si on prend une personne au hasard, il y a 2% de chance qu'elle soit de génotype <b>Mm</b>.</p>												
<p>Quelle est la probabilité pour un couple pris au hasard dans la population d'avoir un enfant atteint par la maladie ?</p> <p>Solution :</p> <p><math>P(\text{enfant malade}) = 0,02 \times 0,02 \times 0,25</math></p> <p><math>P(\text{enfant malade}) = 0,0001</math></p> <p>Ou <math>P(\text{enfant malade}) = 0,01 \%</math></p> <p>Ou encore <math>P(\text{enfant malade}) = 1</math> chance sur 10 000</p>	<p>Un enfant atteint de la maladie doit avoir le génotype homozygote récessif <b>mm</b>. Tout autre génotype empêche la maladie de s'exprimer.</p> <p>Pour qu'un couple normal donne naissance à un enfant malade, il faut donc que chaque parent soit hétérozygote <b>Mm</b>.</p> <p>On a 0,02 chance (2% = 0,02) de choisir une personne au hasard avec un génotype <b>Mm</b>. Choisir un homme et une femme au hasard avec ce génotype a donc une probabilité de <math>0,02 \times 0,02 = 0,0004</math>.</p> <p>Les parents hétérozygotes ont une chance sur 4 (0,25) d'avoir un enfant homozygote récessif selon l'échiquier de Punnet :</p> <table border="1" data-bbox="966 1228 1193 1438"> <tr> <td style="text-align: center;">♀</td> <td style="text-align: center;">♂</td> <td style="text-align: center;">M</td> <td style="text-align: center;">m</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">M</td> <td style="text-align: center;">M</td> <td style="text-align: center;">MM</td> <td style="text-align: center;">Mm</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">m</td> <td style="text-align: center;">m</td> <td style="text-align: center;">Mm</td> <td style="text-align: center;">mm</td> </tr> </table> <p>La probabilité d'avoir un enfant atteint de la maladie est donc de <math>0,0004 \times 0,25 = 0,0001</math>.</p>	♀	♂	M	m	M	M	MM	Mm	m	m	Mm	mm
♀	♂	M	m										
M	M	MM	Mm										
m	m	Mm	mm										
<p>Quelle est la probabilité pour le couple III1 - III2 d'avoir un enfant atteint de la maladie ?</p> <p><math>P(\text{IV1 atteint de maladie}) = 0,02 \times 0,6667 \times 0,25</math></p> <p><math>P(\text{IV1 atteint de maladie}) = 0,00333</math></p> <p>Ou <math>P(\text{IV1 atteint de maladie}) =</math></p>	<p>Le couple III1 et III2 sont les futurs parents de la quatrième génération (foetus IV1).</p> <p><u>Génotype de III1</u>          On ne connaît pas les origines de la femme III1. On assume donc qu'elle a 2% de chance d'être hétérozygote (<b>Mm</b>) puisqu'elle provient de la population en général (donnée du problème).</p> <p><u>Génotype de III2</u>          Pour l'homme III2 nous possédons des renseignements. Nous savons que sa sœur III3 et son frère III4 sont atteints par la maladie. III3 et III4 ont donc un génotype <b>mm</b>.</p>												

1 chance sur 300

Ou  $P(\text{IV1 atteint de maladie}) = 0,333 \%$

Le fait que le père ait des frères et sœurs atteints augmentent beaucoup probabilités d'avoir un enfant atteint

$0,003333 / 0,0001 = 33,33$  fois plus de chance d'avoir un enfant atteint que dans la population en général.

Toutefois, les parents ne sont pas atteints de la maladie. Les parents II2 et II3 doivent donc être hétérozygotes **Mm** pour pouvoir avoir des enfants homozygotes récessifs **mm** sans être atteints de la maladie.

L'homme III2 n'est pas atteint de la maladie (**Mm** ou **MM**), mais nous venons de voir que ses parents sont de génotype **Mm**. Le génotype de III2 qui nous intéresse est **Mm** parce que s'il est **MM** il ne peut pas transmettre la maladie à son descendant.

Quelle est la probabilité que III2 soit du génotype **Mm** ?

Comme on connaît le génotype des parents et qu'on sait que III2 n'est pas du génotype **mm** (il n'est pas malade), on peut trouver la probabilité par l'échiquier de Punnet suivant :

♀ \ ♂	M	m
M	MM	Mm
m	Mm	mm

Il y a trois possibilités dont deux sont **Mm**. Il y a donc 2 chances sur 3 que III2 soit du génotype **Mm**. (0,6667)

Génotype du fœtus IV1

Nous connaissons maintenant la probabilité de III1 et III2 d'être de génotype **Mm**, condition nécessaire pour que le fœtus IV1 soit possiblement atteint de la maladie.

Grâce à l'échiquier de Punnet, on peut maintenant calculer la probabilité du fœtus d'être atteint en supposant des parents hétérozygotes **Mm** :

♀ \ ♂	M	m
M	MM	Mm
m	Mm	mm

Il y a 1 chance sur 4 que le fœtus soit du génotype **mm** provoquant la maladie.

Tu as eu les explications en détails... Essaie les autres problèmes qui peuvent tous se résoudre de la même manière.

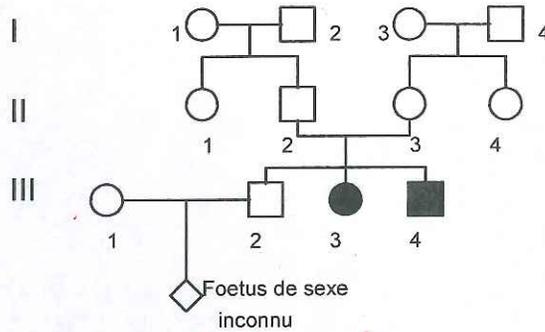
Problème 2

On considère une maladie qui se transmet selon le mode autosomal récessif.

La probabilité pour qu'un individu pris au hasard dans la population soit hétérozygote pour le gène considéré est de 1/40

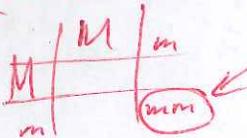
1. Quelle est la probabilité pour un couple pris au hasard dans la population d'avoir un enfant atteint?
2. Quelle est la probabilité pour le couple III1 - III2 d'avoir un enfant atteint ?
3. Si jamais la femme III1 avait eu des frères et des soeurs malades, quelle aurait été la probabilité pour le couple III1-III2 d'avoir un enfant atteint ?

$(m) \rightarrow \begin{cases} M : \text{sain} \\ m : \text{atteint} \end{cases}$   
 $\frac{1}{40} Mm$



1. Pour avoir un enfant mm, il faut des parents Mm.

$P(Mm \times Mm \Rightarrow mm) = \frac{1}{4}$



$P(Mm) = \frac{1}{40}$  (donnée)

donc  $P(Mm + Mm = mm) = \frac{1}{40} \cdot \frac{1}{40} \cdot \frac{1}{4} = \frac{1}{6400}$

2. III-1  $\rightarrow \frac{1}{40}$  d'être Mm

III-2  $\rightarrow \frac{2}{3}$  d'être Mm (parents Mm)

$P(III-1 \times III-2 \Rightarrow mm) = \frac{1}{40} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{4} = \frac{1}{240}$

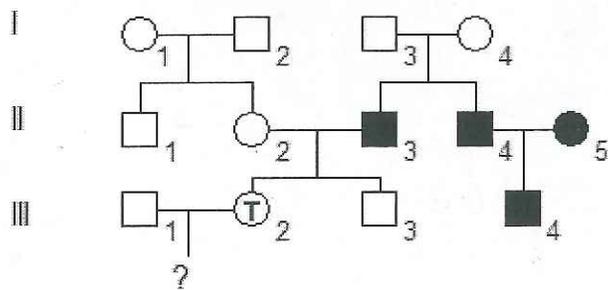
3.  $P(III-1 \times III-2 \Rightarrow mm) = \frac{2}{3} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{4} = \frac{1}{9}$

Problème 3 - surdité-mutité

Madame Tranquille, née d'un père sourd-muet, est enceinte. Elle a peur que son enfant soit né sourd-muet. Elle décide de consulter un médecin qui établit l'arbre généalogique de la famille de madame Tranquille :

II3 : M. Tranquille (père de madame Tranquille) sourd-muet

III2 : Mme Tranquille n'est pas sourde-muette



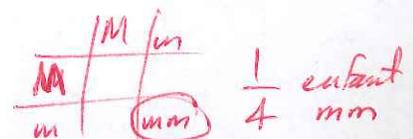
1. Récessif car parents 1-3 et 1-4 sont normaux et leurs enfants sont atteints  $\rightarrow Mm \times Mm$   
 $\downarrow$   
 $mm$

1. À partir de l'arbre, détermine si la surdité-mutité est un trait provenant d'un allèle dominant ou récessif. Explique ton raisonnement.
2. Quel est le génotype de Mme Tranquille.
3. Si on considère qu'une personne sur 30 est hétérozygote pour le caractère de surdité-mutité, quel est le risque pour le bébé de madame Tranquille (identifié par le « ? ») d'être sourd-muet ?

2. Mm car est normale (M) et son père est mm.

3. III-1 est M?  $\rightarrow \frac{1}{30}$  chance d'être Mm  
 III-2 est Mm (100%)

$P(III-1 \times III-2 \Rightarrow mm) = \frac{1}{30} \cdot \frac{1}{4} = \frac{1}{120}$



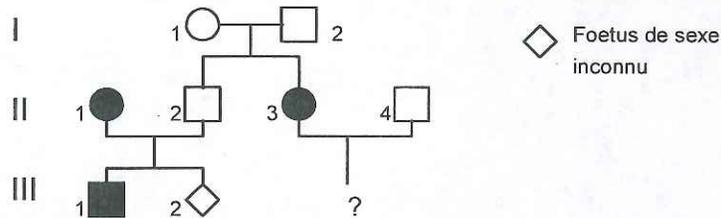
M : normal  
m : atteint

Problème 4 Mucoviscidose

Un individu sans antécédents familiaux connus a un risque sur 22 d'être hétérozygote pour le gène considéré.

Le document suivant présente l'arbre généalogique d'une famille dont certains membres sont atteints de mucoviscidose.

(La mucoviscidose est une maladie grave associant troubles digestifs et respiratoires. Ces troubles, qui s'aggravent avec l'âge, sont dus à une viscosité excessive des sécrétions des glandes muqueuses de l'organisme.)



- 1°) Etablir, à partir d'arguments précis, le mode de transmission de la maladie.
- 2°) Calculer le risque pour un couple pris au hasard dans la population d'avoir un enfant atteint.
- 3°) Calculer le risque pour le couple II<sub>3</sub> - II<sub>4</sub>, d'avoir un enfant atteint.

1) Mucoviscidose est récessif car parents I-1 normal et I-2 normale ont un enfant II-3 atteint. Donc

$$\begin{array}{c} Mm \times Mm \\ \hline mm \end{array}$$

2) couple pris au hasard  $P(\sigma = Mm \times \eta = Mm \rightarrow mm)$

$$\frac{1}{22} \times \frac{1}{22} \times \frac{1}{4}$$

$$P = \frac{1}{22} \cdot \frac{1}{22} \cdot \frac{1}{4} = \frac{1}{1936}$$

3) II-3  $\rightarrow$  100% mm (atteint)  
II-4  $\rightarrow$   $\frac{1}{22}$  Mm (au hasard)

$$P(\text{II-3} \times \text{II-4} \rightarrow mm) = \frac{1}{1} \cdot \frac{1}{22} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{44}$$

	M	m
m	Mm	mm
m	Mm	mm
		$\frac{1}{2}$