

Transmission d'un couple d'allèles chez les diploïdes : le monohybridisme

L'essentiel de connaissances :

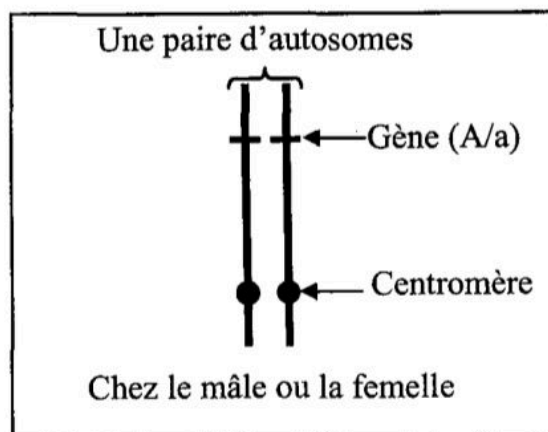
Les cellules diploïdes contiennent n paires de chromosomes homologues, chaque paire étant formée d'un chromosome paternel et d'un chromosome maternel. Les chromosomes de chaque paire portent les mêmes gènes aux mêmes emplacements (même loci) mais pas forcément les mêmes allèles.

Chez les animaux, le caryotype d'une cellule diploïde comporte $n-1$ paires d'autosomes et une paire de chromosomes sexuels, généralement XX chez la femelle et XY chez le mâle.

Le monohybridisme autosomal :

Un gène est dit autosomal lorsqu'il est porté par une paire d'autosomes ; dans ce cas toute cellule diploïde d'un individu mâle ou femelle a deux allèles pour chaque gène qui sont hérités des deux parents par le biais de la reproduction sexuée ; les deux allèles peuvent être identiques ou différents.

Représentation conventionnelle des chromosomes, des loci et des allèles :



Dans le cas d'un caractère contrôlé par un gène autosomal, la ségrégation du couple d'allèles au cours de la méiose et sa redistribution au hasard pendant la fécondation expliquent les résultats statistiques obtenus en F_1 et en F_2 dans le cas de dominance absolue et de codominance.

Conventions d'écriture en génétique

Allèle dominant : lettre majuscule **A** ou abréviation du phénotype récessif affecté par l'exposant $+$. Exemple : vg^+ pour désigner l'allèle responsable du phénotype ailes longues chez la drosophile

Allèle récessif : lettre minuscule **a** ou abréviation du phénotype récessif. Exemple : **vg** pour désigner l'allèle responsable du phénotype ailes vestigiales chez la drosophile.

Codominance : les deux allèles sont représentés par des lettres majuscules.

Phénotype : lettre (s) entre crochets. Exemple [A], [AB], [B],

Génotype : le couple d'allèles est placé de part et d'autre d'un double trait symbolisant la paire de chromosomes homologues. Exemple : $\frac{A}{A}$, $\frac{A}{a}$, $\frac{a}{a}$

Génération : P : parents ; F₁ : première génération ; F₂ : deuxième génération

		Dominance absolue : un couple d'allèles (A,a) / A > a	Codominance : un couple d'allèles (A,B) / A=B																		
Interprétation																					
2 parents P de lignées pures #	Phénotypes des P	P ₁ : [A] × P ₂ : [a]	P ₁ : [A] × P ₂ : [B]																		
	Génotypes des P	$\frac{A}{A}$ $\frac{a}{a}$	$\frac{A}{A}$ $\frac{B}{B}$																		
	Génotypes et proportions des gamètes	100% A 100% a	100% A 100% B																		
	Génotype et proportion de F ₁	100% $\frac{A}{a}$	100% $\frac{A}{B}$																		
	Phénotype et proportion de F ₁	100% [A]	100% [AB]																		
F ₁ × F ₁	Phénotypes et génotypes des parents de F ₁	F ₁ [A] × F ₁ [A]	F ₁ [AB] × F ₁ [AB]																		
	Génotypes et proportions des gamètes de F ₁	$\frac{A}{a}$ $\frac{A}{a}$ 50% A 50% a 50% A 50% a	$\frac{A}{B}$ $\frac{A}{B}$ 50% A 50% B 50% A 50% B																		
	Echiquier de croisement	<table><tr><td>γ° \ γ°</td><td>A 1/2</td><td>a 1/2</td></tr><tr><td>A 1/2</td><td>$\frac{A}{A}$ [A] 1/4</td><td>$\frac{A}{a}$ [A] 1/4</td></tr><tr><td>a 1/2</td><td>$\frac{A}{a}$ [A] 1/4</td><td>$\frac{a}{a}$ [a] 1/4</td></tr></table>	γ° \ γ°	A 1/2	a 1/2	A 1/2	$\frac{A}{A}$ [A] 1/4	$\frac{A}{a}$ [A] 1/4	a 1/2	$\frac{A}{a}$ [A] 1/4	$\frac{a}{a}$ [a] 1/4	<table><tr><td>γ° \ γ°</td><td>A 1/2</td><td>B 1/2</td></tr><tr><td>A 1/2</td><td>$\frac{A}{A}$ [A] 1/4</td><td>$\frac{A}{B}$ [AB] 1/4</td></tr><tr><td>B 1/2</td><td>$\frac{A}{B}$ [AB] 1/4</td><td>$\frac{B}{B}$ [B] 1/4</td></tr></table>	γ° \ γ°	A 1/2	B 1/2	A 1/2	$\frac{A}{A}$ [A] 1/4	$\frac{A}{B}$ [AB] 1/4	B 1/2	$\frac{A}{B}$ [AB] 1/4	$\frac{B}{B}$ [B] 1/4
	γ° \ γ°	A 1/2	a 1/2																		
	A 1/2	$\frac{A}{A}$ [A] 1/4	$\frac{A}{a}$ [A] 1/4																		
a 1/2	$\frac{A}{a}$ [A] 1/4	$\frac{a}{a}$ [a] 1/4																			
γ° \ γ°	A 1/2	B 1/2																			
A 1/2	$\frac{A}{A}$ [A] 1/4	$\frac{A}{B}$ [AB] 1/4																			
B 1/2	$\frac{A}{B}$ [AB] 1/4	$\frac{B}{B}$ [B] 1/4																			
Résultats statistiques de F ₂	75% [A] (25% $\frac{A}{A}$; 50% $\frac{A}{a}$) + 25% [a] ($\frac{a}{a}$)	25% [A] + 50% [AB] + 25% [B]																			

* Un individu est dit de lignée pure quand il possède un seul type d'allèles et il produit un seul type de gamètes.

* Un individu est dit homozygote quand il possède 2 allèles identiques du gène, il est de lignée pure.

* Un individu est dit hybride ou hétérozygote quand il possède 2 allèles différents du gène provenant chacun d'un parent.

* Le phénotype des hybrides de la F_1 est :

- celui de l'un des parents dans le cas d'une dominance absolue
- intermédiaire entre les 2 phénotypes parentaux dans le cas d'une codominance.

* Chaque individu hétérozygote produit deux types de gamètes équiprobables

* La deuxième loi de Mendel explique l'hétérogénéité de F_2 ; celle-ci comprend :

- 3/4 de phénotype dominant + 1/4 de phénotype récessif dans le cas de dominance absolue

- 1/4 du 1^{er} phénotype parental + 1/2 de phénotype intermédiaire + 1/4 du 2^{ème} phénotype parental

* Dans le cas de dominance absolue, un individu de phénotype dominant peut être homozygote ou hétérozygote et un individu de phénotype récessif ne peut être qu'homozygote

* Dans le cas de codominance, un individu de phénotype parental est obligatoirement homozygote et un individu de phénotype intermédiaire est obligatoirement hétérozygote.

* Dans le cas de monohybridisme autosomal, il y a autant de mâles que de femelles pour chaque phénotype obtenu dans une descendance.

Test cross et back cross:

Le test cross ou croisement test est utilisé pour préciser le génotype inconnu d'un individu de phénotype dominant ; il consiste à croiser cet individu (le testé) avec un individu de phénotype récessif (le testeur).

les proportions phénotypiques de la descendance d'un test cross reflètent exactement les proportions des génotypes des gamètes formés par l'individu à tester.

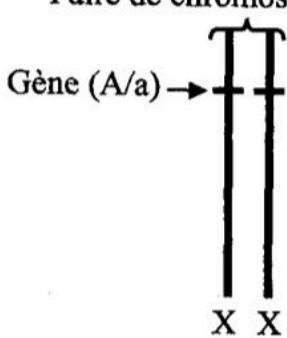
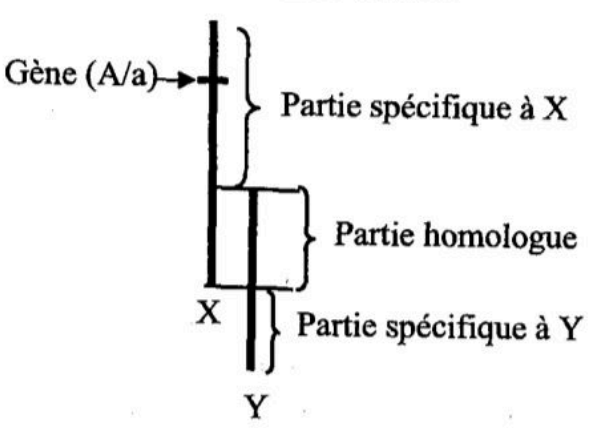
Le back cross ou croisement en retour est un cas particulier du test cross : c'est le croisement d'un hybride (de la F_1) avec le parent récessif. La descendance présente les proportions phénotypiques ($\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$) : 50% de phénotype dominant 50% de phénotype récessif.

croisement d'un hybride avec un testeur :	Phénotypes des parents	$P_1: [A] \times P_2: [a]$	
	génotypes des parents	$\begin{array}{c} A \\ \equiv \\ a \end{array}$	
	Génotypes et proportions des gamètes	$\begin{array}{cc} \swarrow & \searrow \\ 50\% A & 50\% a \end{array}$ $\begin{array}{c} a \\ \equiv \\ a \\ \downarrow \text{Méiose} \\ 100\% a \end{array}$	
	Echiquier de croisement	$\begin{array}{c c} \gamma^\circ & A \ 1/2 & a \ 1/2 \\ \hline \gamma^\delta & \begin{array}{c} A \\ \equiv \\ a \end{array} [A] \ 1/2 & \begin{array}{c} a \\ \equiv \\ a \end{array} [a] \ 1/2 \end{array}$	
	Résultats statistiques	$50\% [A] \left(\frac{A}{a} \right) + 50\% [a] \left(\frac{a}{a} \right)$	

Monohybridisme lié au sexe, cas d'un gène porté par X :

Un gène est dit lié au sexe lorsqu'il est porté par la partie spécifique du chromosome sexuel X (gène lié à X) ou par la partie spécifique du chromosome sexuel Y (gène lié à Y).

Représentation conventionnelle des chromosomes, des loci et des allèles dans le cas d'un gène porté par X

Paire de chromosomes sexuels  Gène (A/a) → X X Chez la femelle	Paire de chromosomes sexuels  Gène (A/a) → Partie spécifique à X Partie homologue Partie spécifique à Y X Y Chez le mâle
---	---

Conventions d'écriture

On utilise la même convention d'écriture que dans le cas d'un gène autosomal. Toutefois, au niveau du génotype on symbolise les chromosomes sexuels affectés en indice par les allèles qu'ils portent.

On considère un monohybridisme à dominance absolue. Soit le couple d'allèles (A, a), avec $A > a$

	Croisement parental	Croisement réciproque																		
Phénotypes des parents	$P_1 \text{ ♀}[A] \times P_2 \text{ ♂}[a]$	$P_1 \text{ ♂}[A] \times P_2 \text{ ♀}[a]$																		
Génotypes des parents	$\frac{X_A}{X_A} \times \frac{X_a}{Y}$	$\frac{X_A}{Y} \times \frac{X_a}{X_a}$																		
Génotypes et proportions des gamètes	$\downarrow$ $100\% X_A$ $50\% X_a$ $50\% Y$	$\downarrow$ $50\% X_A$ $50\% Y$ $100\% X_a$																		
Echiquier de croisement	<table border="1"> <tr> <td>γ^σ</td><td>$\frac{1}{2} X_a$</td><td>$\frac{1}{2} Y$</td></tr> <tr> <td>γ^φ</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>X_A</td><td>$\frac{X_A}{X_a}[A] \frac{1}{2}$</td><td>$\frac{X_A}{Y}[A] \frac{1}{2}$</td></tr> </table>	γ^σ	$\frac{1}{2} X_a$	$\frac{1}{2} Y$	γ^φ			X_A	$\frac{X_A}{X_a}[A] \frac{1}{2}$	$\frac{X_A}{Y}[A] \frac{1}{2}$	<table border="1"> <tr> <td>γ^σ</td><td>$\frac{1}{2} X_A$</td><td>$\frac{1}{2} Y$</td></tr> <tr> <td>γ^φ</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>X_a</td><td>$\frac{1}{2} \frac{X_A}{X_a}[A]$</td><td>$\frac{1}{2} \frac{X_A}{Y}[A]$</td></tr> </table>	γ^σ	$\frac{1}{2} X_A$	$\frac{1}{2} Y$	γ^φ			X_a	$\frac{1}{2} \frac{X_A}{X_a}[A]$	$\frac{1}{2} \frac{X_A}{Y}[A]$
γ^σ	$\frac{1}{2} X_a$	$\frac{1}{2} Y$																		
γ^φ																				
X_A	$\frac{X_A}{X_a}[A] \frac{1}{2}$	$\frac{X_A}{Y}[A] \frac{1}{2}$																		
γ^σ	$\frac{1}{2} X_A$	$\frac{1}{2} Y$																		
γ^φ																				
X_a	$\frac{1}{2} \frac{X_A}{X_a}[A]$	$\frac{1}{2} \frac{X_A}{Y}[A]$																		
Résultats statistiques de F_1	$50\% \text{ ♀}[A] + 50\% \text{ ♂}[A] \longrightarrow$ $100\% [A] : \text{Génération homogène}$	$50\% \text{ ♀}[A] + 50\% \text{ ♂}[a] \longrightarrow$ Génération hétérogène ; il y a ségrégation phénotypique selon le sexe.																		

- * Le parent femelle est homogamétique, 100% de ses gamètes contiennent un chromosome X.
- * Le parent mâle est hétérogamétique : 50% des gamètes portent le chromosome X et 50% contiennent le chromosome Y.
- * Les descendants femelles reçoivent un chromosome X de chaque parent elles ont deux allèles du gène, elles peuvent être homozygotes ou hétérozygotes. Leur phénotype dépend des allèles qu'elles possèdent et du type de dominance
Dans le cas de codominance, seules les femelles possèdent le phénotype intermédiaire.
- * Les descendants mâles reçoivent un chromosome X maternel et le chromosome Y paternel ; ils possèdent toujours un seul allèle du gène qui s'exprime dans leur phénotype
- * Les deux croisements réciproques donnent des résultats différents : dans un cas F_1 est homogène, dans l'autre cas F_1 est hétérogène avec ségrégation phénotypique selon le sexe. La première loi de Mendel n'est pas vérifiée.