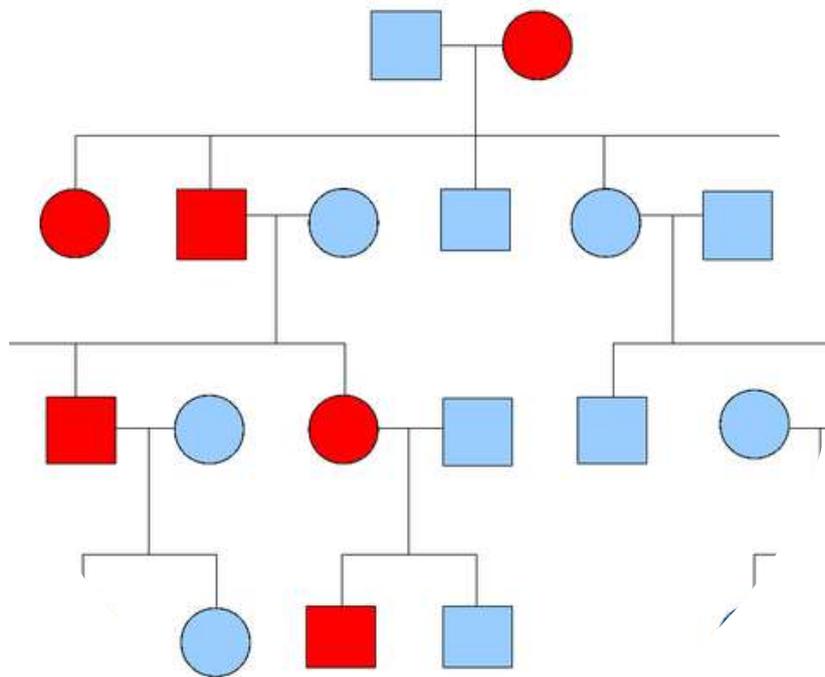


Génétique



SCIENCES DE LA VIE



Shop



- Cahiers de Biologie + Lexique
- Accessoires de Biologie



Etudier



Visiter [Biologie Maroc](http://www.biologie-maroc.com) pour étudier et passer des QUIZ et QCM en ligne et Télécharger TD, TP et Examens résolus.



Emploi

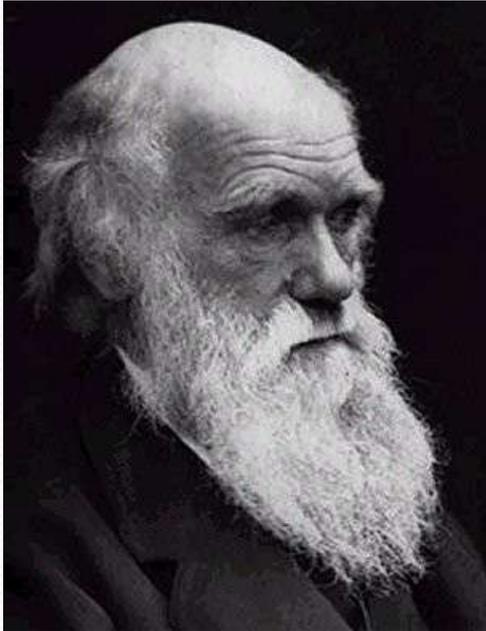


- CV • Lettres de motivation • Demandes...
- Offres d'emploi
- Offres de stage & PFE



TP2: Simulation de la sélection naturelle

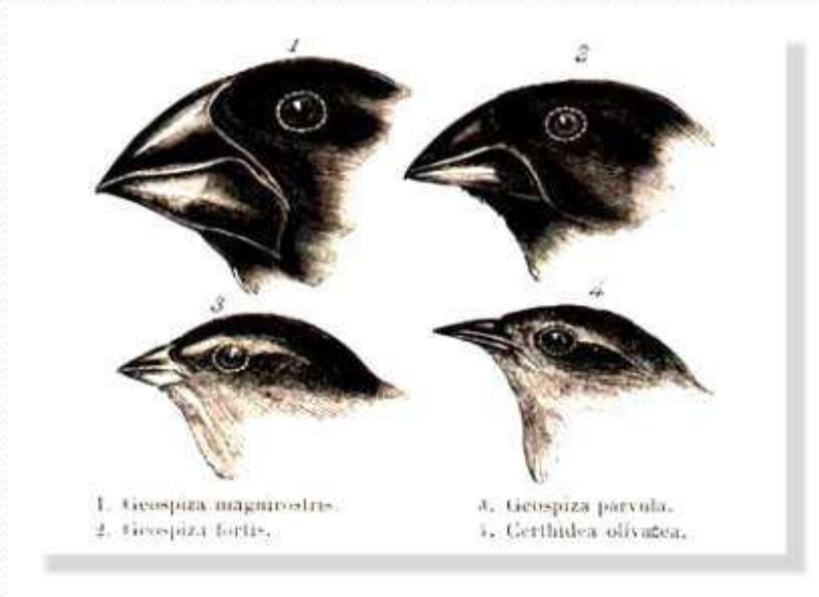
Charles Darwin (1809-1882)



- fut le fondateur de "la théorie de la sélection naturelle" .
- Lors de son voyage aux îles des Galápagos il pensait que les différences présentées par les becs de pinsons des îles Galápagos leur permettaient d'être mieux adaptés à leur environnement.
- En 1858 il publie son livre : « L'origine des espèces. », dans lequel il prétend que ***tous les êtres vivants proviennent d'un ancêtre unique.***

D'après sa théorie de la sélection naturelle, les espèces présentant les caractères les plus avantageux pour survivre vont se développer, et celles les moins adaptées vont disparaître.

Les becs des pinsons de Darwin



Définition de la sélection naturelle

- C'est une force évolutive qui correspond aux changements, d'une génération à l'autre, dans la composition génétique (fréquence des gènes) d'une population.
- Ces changements s'expliquent par **des contributions génotypiques différentes**:
 - **Fertilité différente**: les organismes constituant la population ont des fertilités différentes.
 - **Probabilité de survie différente**: les chances de survie des individus d'une population varient en fonction de leur constitution.
 - Chaque génotype a une valeur adaptative propre (une valeur sélective)

Définition actuelle

- Formulation moderne de la sélection naturelle:
 - Dans chaque espèce, **plus de descendants** sont produits que ce qui pourra survivre et se reproduire
 - Les **individus** diffèrent par leur **capacité à survivre et à se reproduire**, en partie en raison de leurs **différences phénotypiques et en relation avec leurs caractéristiques génotypiques** (la relation entre les deux pouvant être complexe)
 - A chaque génération, les phénotypes et donc les **génotypes** favorisant la survie et l'accès à la reproduction dans l'environnement actuel sont sur-représentés à l'âge de reproduction, et **contribuent de façon disproportionnée** à la descendance de la génération suivante

Valeur adaptative

- **Valeur sélective** d'un génotype: valeur **absolue** du produit de sa viabilité par sa fertilité (ex. Valeur sélective de AA = $W_{AA} = 1.5$; $W_{aa} = 1.0$): *Darwinian fitness*
- **Valeur sélective relative** d'un génotype: viabilité x fertilité = valeur sélective **relative** par rapport à celle d'un génotype choisi comme **référence** (ex. $w_{AA} = 1.0$; $w_{aa} = 1.00/1.50=0.67$)

Modélisation mathématique

- **Modèle:**

- modèle de Hardy-Weinberg avec panmixie pour un locus diallélique
- sélection agit via les phénotypes sur les 3 géotypes produits
- générations discrètes (non chevauchantes)

	Genotype			Total
Génération $t-1$	<i>AA</i>	<i>Aa</i>	<i>aa</i>	
Fréquence avant sélection:	p^2	$2pq$	q^2	$1 = p^2 + 2pq + q^2$
Valeur sélective relative:	w_{11}	w_{12}	w_{22}	
Après sélection:	p^2w_{11}	$2pqw_{12}$	q^2w_{22}	$\bar{w} = p^2w_{11} + 2pqw_{12} + q^2w_{22}$
Normalisation	$\frac{p^2w_{11}}{\bar{w}}$	$\frac{2pqw_{12}}{\bar{w}}$	$\frac{q^2w_{22}}{\bar{w}}$	
Génération t :				
Fréquence allélique		$p' = \frac{p^2w_{11} + pqw_{12}}{\bar{w}}$		
			$q' = \frac{pqw_{12} + q^2w_{22}}{\bar{w}}$	

↙
valeur sélective moyenne
dans population

Changements des fréquences

- **Changement des fréquences alléliques:**

- fréquence de A et de a à la génération t : (p' ou p_t , q')

$$p' = p_t = \frac{p_{t-1}^2 w_{11} + p_{t-1} q_{t-1} w_{12}}{\bar{w}}, \quad q' = \frac{p_{t-1} q_{t-1} w_{12} + q_{t-1}^2 w_{22}}{\bar{w}}$$

- variation de p entre génération t et génération $t-1$: $\Delta p_s = p' - p = p_t - p_{t-1}$

$$\Delta p_s = \frac{pq[p(w_{11} - w_{12}) + q(w_{12} - w_{22})]}{\bar{w}} = \frac{pq}{2\bar{w}} \frac{d\bar{w}}{dp} \quad (\text{Wright, 1945})$$

$$\Delta q_s = -\Delta p_s$$

Signe de la variation des fréquences

Devenir des fréquences alléliques: il va dépendre du signe de Δp_s :

- Si Δp_s est positif, la fréquence de l'allèle A augmente (et celle de a diminue)
- Si Δp_s est nul on se trouve à un équilibre
- Si Δp_s est négatif, la fréquence de A diminue

⇒ Il faut analyser la variation de Δp_s pour les différents types de relations d'ordre entre les valeurs sélectives

Types de sélection

Les quatre différents types de sélection:

Génotypes

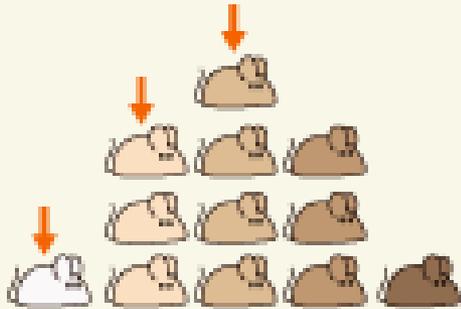
AA Aa aa

1. $w_{11} \geq w_{12} \geq w_{22}$: sélection **directionnelle** en faveur de A
2. $w_{11} \leq w_{12} \leq w_{22}$: sélection **directionnelle** en faveur de a
3. $w_{11} < w_{12} > w_{22}$: sélection en faveur de l'hétérozygote
= **superdominance**
4. $w_{11} > w_{12} < w_{22}$: sélection contre l'hétérozygote
= **sous dominance** (*non traité*)

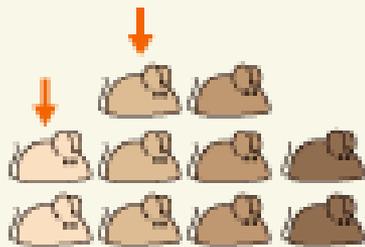
Types de sélection

Pression directionnelle

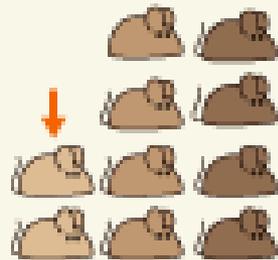
Génération 1



Génération 2

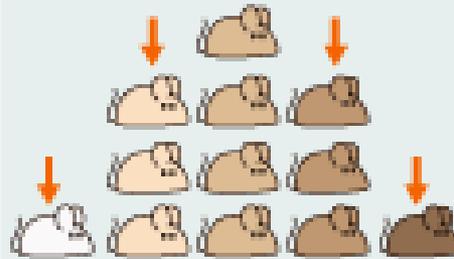


Génération 3



Pression stabilisante

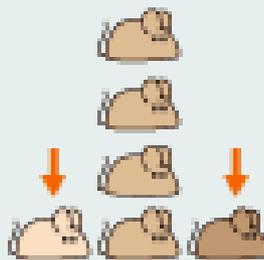
Génération 1



Génération 2

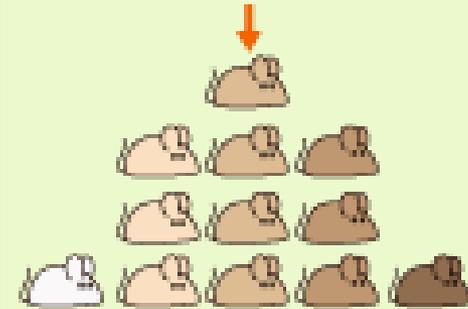


Génération 3

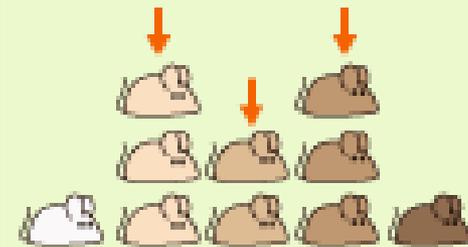


Pression divergente

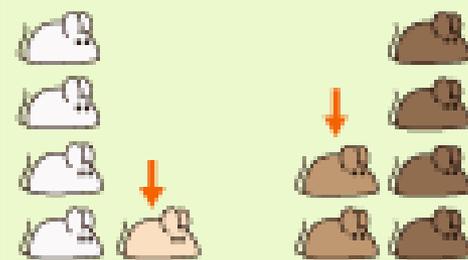
Génération 1



Génération 2



Génération 3



Avantage de l'hétérozygote

- Sélection en faveur des hétérozygotes ou **superdominance**:

	génotypes	<i>AA</i>	<i>Aa</i>	<i>aa</i>
– valeurs sélectives		w_{11}	w_{12}	w_{22}
– superdominance		$1-s$	1	$1-t$

$$\Delta p_s = \frac{pq[p(w_{11} - w_{12}) + q(w_{12} - w_{22})]}{p^2 w_{11} + 2pqw_{12} + q^2 w_{22}} = \frac{pq[p((1-s) - 1) + q(1 - (1-t))]}{p^2(1-s) + 2pq + q^2(1-t)}$$

$$\Delta p_s = 0 \Rightarrow \hat{p} = \frac{t}{s+t}, \quad \hat{q} = \frac{s}{s+t}$$

- Sélection en faveur des hétérozygotes ou superdominance:

génotypes	<i>AA</i>	<i>Aa</i>	<i>aa</i>
	$1-s$	1	$1-t$

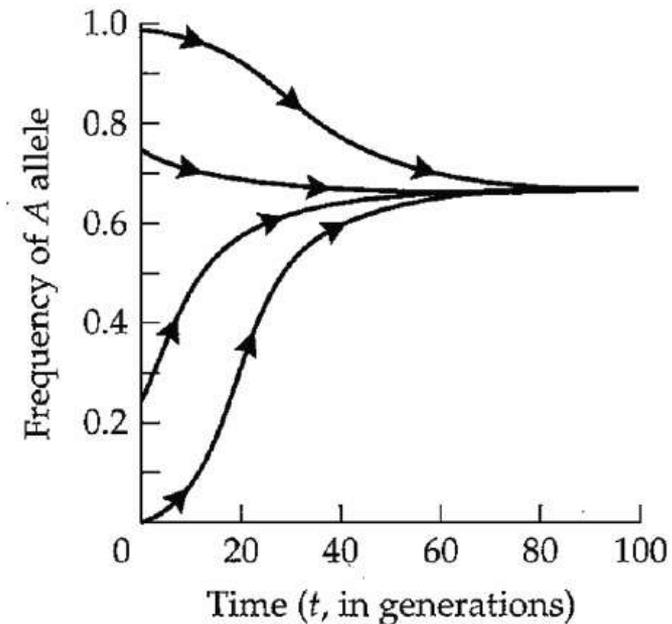
– superdominance

– Exemple:

- $s = 0.1$
- $t = 0.2$

$$\hat{p} = \frac{t}{s+t} = 0.667$$

Equilibre stable car indépendant
du point de départ



En conclusion:

- Maintien de 2 allèles en un **polymorphisme stable (balancé)**
- Permet l'**augmentation en fréquence d'allèles létaux** chez les homozygotes (drépanocytose, mucoviscidose?,...)

Déroulement du TP

1- Matériel d'étude



Déroulement du TP

2- Protocole

- Jetons de couleurs différentes (rouge et noir) représentent un gène diallélique A_1/A_2 ;
- La structure initiale de la population est représentée par N et par les fréquences alléliques (fréq. des jetons);
- On simule le tirage au sort des gamètes utiles pour constituer la génération des descendants. On fait un tirage sans remise de deux jetons à la fois;
- Le couple de jetons tirés est séparé en 3 types d'individus: A_1A_1 , A_1A_2 et A_2A_2
- Le résultat permet de constituer la structure de la nouvelle génération et de calculer p et q .

Exemple de tirage

- Soit une population constituée de 50 individus et 2 allèles ayant les fréquences $p=0,2$ et $q=0,8$
- Dans le sac on met: 2×50 soit 100 jetons dans les mêmes proportions (80 noirs et 20 rouges)
- On simule le tirage des zygotes (formés par l'union de deux gamètes) donc on fait 50 tirages sans remises
- A chaque fois on note la couleur des jetons tirés (rouge-rouge, rouge-noir ou noir-noir)
- A la fin des 50 tirages on compte le nombre de fois où les jetons rouges sont tirés et le nombre de fois où les jetons noirs tirés: on obtient les fréquences alléliques de la panmixie (avant sélection)
- On applique la sélection en tenant compte des valeurs adaptatives respectives des 3 génotypes
- On calcule les nouvelles fréquences après sélection
- On remet dans le sac 100 jetons avec les nouvelles fréquences
- On refait la même procédure jusqu'à la 6^{ème} génération.

Les manipulations

- **Simulation 1)**: $N=50$ individus, $p_o=0,2$ et $q_o=0,8$; $\sigma_{A1A1}=1$, $\sigma_{A1A2}=1$ et $\sigma_{A2A2}=0$
- **Simulation 2)**: $N=50$ individus, $\sigma_{A1A1}=\sigma_{A2A2}=0.5$ et $\sigma_{A1A2}=1$
- Cas 1: $p_o=0,2$ et $q_o=0,8$;
- Cas 2: $p_o=0,8$ et $q_o=0,2$.
- **Simulation 3)**: $N=50$ individus, $\sigma_{A1A1}=\sigma_{A2A2}=1$ et $\sigma_{A1A2}=0.5$
- Cas 1: $p_o=0,6$ et $q_o=0,4$;
- Cas 1: $p_o=0,4$ et $q_o=0,6$.

Travail à effectuer

- Remplir le tableau de l'évolution des fréquences des hétérozygotes et celle des homozygotes en fonction des générations,
- Tracer la courbe d'évolution de la fréquence de l'allèle a en fonction des générations,
- Interpréter les résultats.

Bon courage



LIENS UTILES 🙌

Visiter :

1. <https://biologie-maroc.com>

- Télécharger des cours, TD, TP et examens résolus (PDF Gratuit)

2. <https://biologie-maroc.com/shop/>

- Acheter des cahiers personnalisés + Lexiques et notions.
- Trouver des cadeaux et accessoires pour biologistes et géologues.
- Trouver des bourses et des écoles privées

3. <https://biologie-maroc.com/emploi/>

- Télécharger des exemples des CV, lettres de motivation, demandes de ...
- Trouver des offres d'emploi et de stage

