

**Université de Biskra –  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de  
l'Univers  
Département des Sciences Vétérinaires**

# **Amélioration Génétique et Biotechnologie AGB**

**Préparé par:**

**Dr. Houfani Asma**

**Année universitaire 2025/2026**

## **CHAPITRE III : Génétique quantitative**

### **1. Déterminisme génétique des caractères quantitatifs**

#### **1.1. Polygénie**

#### **1.2. Mesurables**

#### **1.3. Influencés par le milieu**

#### **1.4. Variation continue**

### **2. Héritabilité des caractères quantitatifs**

#### **2.1. Définition (variation de P, variation de G et variation de M)**

#### **2.2. Estimation de $h^2$**

#### **2.3. Détermination de A (valeur génétique additive ou valeur d'élevage)**

#### **2.4. Variations de $h^2$**

#### **2.5. Intérêts de $h^2$ dans le choix des méthodes de sélection**

### **Coefficient de répétabilité**

#### **. 3.1 Définition**

#### **3.2. Quelques exemples**

#### **3.3. Intérêts**

### **4. Corrélations génétiques entre caractères**

#### **4.1. Définition**

#### **4.2. Estimation**



**La génétique quantitative est une branche de la génétique qui étudie l'hérédité et la variation des caractères complexes mesurables (appelés traits quantitatifs) au sein des populations.**

**Ces caractères présentent une variation continue et sont généralement déterminés par l'action combinée de nombreux gènes (polygènes) ainsi que par l'influence de facteurs environnementaux**





**L'analyse en génétique quantitative repose largement sur des méthodes statistiques permettant d'estimer la contribution relative des composantes génétiques et environnementales à la variation phénotypique observée.**

## **1. Déterminisme génétique des caractères quantitatifs**

**Les caractères quantitatifs possèdent plusieurs caractéristiques fondamentales qui permettent de comprendre leur déterminisme génétique et leur mode de variation au sein des populations.**

**Parmi ces caractéristiques principales, on distingue notamment la polygénie, le caractère mesurable, l'influence du milieu et la variation continue.**

## **1.1. Polygénie**

**Les caractères quantitatifs sont généralement polygéniques, c'est-à-dire qu'ils sont contrôlés par plusieurs gènes, chacun ayant un effet relativement faible sur l'expression du caractère**

## **1.2. Mesurables**

**Les caractères quantitatifs sont mesurables numériquement et peuvent être exprimés par des unités (cm, kg, rendement...).**

**Ils permettent ainsi l'utilisation d'analyses statistiques telles que la moyenne, la variance ou l'écart-type.**

### **1.3. Influencés par le milieu**

**Contrairement aux caractères qualitatifs, les caractères quantitatifs sont fortement influencés par les facteurs environnementaux, tels que la nutrition, la température, la lumière ou d'autres conditions du milieu.**

## **Exemple : Production laitière chez les vaches**

**Caractère quantitatif étudié : Quantité de lait produite par jour (en litres)**

- **Nutrition : Une vache bien nourrie (ration équilibrée, suffisante en énergie et protéines) produira plus de lait qu'une vache sous-alimentée, même si elles ont le même génotype.**
- **Température : En cas de stress thermique (forte chaleur), la production laitière diminue, même chez les vaches à haut potentiel.**
- **Santé et soins : Une vache malade ou mal soignée produira moins.**
- **Logement : Confort des stabulations, accès à l'eau, etc.**

## **1.4. Variation continue**

**Les caractères quantitatifs présentent une variation continue dans la population, c'est-à-dire que les valeurs phénotypiques se répartissent progressivement entre deux extrêmes plutôt que sous forme de catégories**

**Dans un troupeau de 100 bovins, les poids peuvent être répartis comme suit :**

**400 kg, 405 kg, 412 kg, 418 kg, 425 kg, 430 kg, ... jusqu'à 600 kg.**

**Si on représente ces données sous forme d'un histogramme ou d'une courbe de distribution, on obtient généralement une courbe en cloche (distribution normale), caractéristique des caractères quantitatifs.**

## **2. Héritabilité des caractères quantitatifs**

- 2.1. Définition (variation de P, variation de G et variation de M)**
- 2.2. Estimation de  $h^2$**
- 2.3. Détermination de A (valeur génétique additive ou valeur d'élevage)**
- 2.4. Variations de  $h^2$**
- 2.5. Intérêts de  $h^2$  dans le choix des méthodes de sélection**

**L'héritabilité d'un caractère** correspond à la proportion de la variation phénotypique observée dans une population qui est due aux différences génétiques entre les individus.

**Polycopier de Génétique Quantit...Autrement dit, elle permet de déterminer dans quelle mesure les différences observées entre individus pour un caractère donné sont dues :aux facteurs génétiques, ou aux facteurs environnementaux.**

La variation phénotypique totale d'un caractère dans une population provient de deux sources principales :

**la variance génétique ( $\sigma^2g$ )** : variation due aux différences entre les génotypes.

**la variance du milieu ( $\sigma^2e$ )** : variation causée par les facteurs environnementaux.

**La variance phénotypique totale ( $\sigma^2p$ ) est donc**

$$\sigma_p^2 = \sigma_g^2 + \sigma_e^2$$

## VARIATION PHÉNOTYPIQUE (VP)

Différences observées entre les individus pour un caractère donné

### VARIATION GÉNÉTIQUE (VG)



Différences dues aux gènes entre les individus

### VARIATION ENVIRONNEMENTALE (VE)



Différences dues au milieu (alimentation, climat, élevage, santé...)

## HÉRITABILITÉ ( $h^2$ )

$h^2$  = proportion de la variation phénotypique expliquée par les différences génétiques entre les individus dans une population

entre les individus dans une population expliquée par les différences génétiques  
 $h^2$  = proportion de la variation phénotypique

## HÉRITABILITÉ ( $h^2$ )

Deux types d'héritabilité sont distingués :

➤ **Héritabilité au sens large ( $H^2$ )**

Elle représente **la proportion de la variance phénotypique due à l'ensemble des effets génétiques** (additifs, dominance et épistasie)

$$H^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_p^2}$$

➤ **Héritabilité au sens étroit ( $h^2$ )**

Elle correspond uniquement à la part de la variance phénotypique expliquée par les effets génétiques additifs.

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_p^2}$$

: où

.variance génétique additive :  $\sigma_a^2$  •

## 2.2 Estimation de $h^2$

L'estimation de l'héritabilité au sens étroit ( $h^2$ ) se fait généralement à partir :

- de l'analyse des variances génétiques,
- ou de la ressemblance entre apparentés (parents et descendants).

Elle repose sur la décomposition de la variance phénotypique en différentes composantes :

$$\sigma_p^2 = \sigma_a^2 + \sigma_d^2 + \sigma_i^2 + \sigma_e^2 \quad \sigma^2\_p = \sigma^2\_a + \sigma^2\_d + \sigma^2\_i + \sigma^2\_e$$

$$\sigma_p^2 = \sigma_a^2 + \sigma_d^2 + \sigma_i^2 + \sigma_e^2$$

: avec

- variance génétique additive :  $\sigma_a^2$
- variance de dominance :  $\sigma_d^2$
- variance d'interaction (épistasie) :  $\sigma_i^2$
- variance environnementale :  $\sigma_e^2$

: Dans ce cas

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_p^2}$$

**Une valeur élevée de  $h^2$  indique que les différences phénotypiques sont largement déterminées par les effets génétiques additifs.**

## 2.3 Détermination de A

(valeur génétique additive ou valeur d'élevage)

La **valeur génétique additive (A)** correspond à la **contribution moyenne des allèles qu'un individu transmet à sa descendance.**

Elle est aussi appelée **valeur d'élevage (breeding value).**

Elle représente :

- la partie **transmissible** de la valeur génétique,
- celle qui **répond réellement à la sélection.**

La valeur phénotypique d'un individu peut être exprimée par :

$$P = A + D + I + E$$

: où

- **A** : effet génétique additif
- **D** : effet de dominance
- **I** : interaction génique (épistasie)
- **E** : effet de l'environnement

La sélection agit principalement sur **la composante additive A** car elle est **héritable et transmissible aux descendants**.

## 2.4 Variations de $h^2$

**L'héritabilité n'est pas une propriété fixe d'un caractère. Elle varie selon :**  
**la population étudiée,**  
**les conditions environnementales,**  
**la variabilité génétique présente.**

**Par exemple :**

si une population possède peu de variation génétique, alors  $\sigma^2_g \approx 0$ , donc  $H^2 \approx 0$  ; si l'environnement est très homogène, la variance du milieu diminue et l'héritabilité augmente.

Ainsi, une forte héritabilité ne signifie pas que le caractère n'est pas influencé par l'environnement, mais simplement que la variation observée est majoritairement d'origine génétique dans cette population donnée.

## **2.5 Intérêts de $h^2$ dans le choix des méthodes de sélection**

**L'héritabilité est un paramètre essentiel pour les programmes de sélection génétique. Elle permet de : Prédire la réponse à la sélection. Choisir la meilleure stratégie de sélection. Estimer l'efficacité de la sélection sur un caractère. Cas d'une héritabilité élevée Lorsque  $h^2$  est élevée : la sélection phénotypique directe est efficace, l'amélioration génétique peut être rapide.**

### **Cas d'une héritabilité faible**

**Lorsque  $h^2$  est faible : l'environnement influence fortement le caractère, il faut utiliser d'autres méthodes comme : la sélection sur descendance, la sélection familiale, ou l'augmentation de la taille des populations testées. Ainsi, l'héritabilité au sens étroit ( $h^2$ ) est le meilleur indicateur pour prévoir le progrès génétique obtenu par sélection.**

The background of the slide is a light gray gradient. In the top-left and bottom-right corners, there are several realistic-looking water droplets of various sizes, rendered with soft shadows and highlights to give them a three-dimensional appearance. The text 'Exercice d'application' is centered on the slide and is highlighted with a bright yellow background.

# **Exercice d'application**

- **Définissez les quatre caractéristiques fondamentales des caractères quantitatifs. Expliquez brièvement chacune d'elles.**
- **Quelle est la différence fondamentale entre l'héritabilité au sens large ( $H^2$ ) et l'héritabilité au sens étroit ( $h^2$ ) ?**
- **Qu'appelle-t-on la "valeur génétique additive" (A) ou "valeur d'élevage" ? Pourquoi est-elle la composante clé sur laquelle agit la sélection ?**
- **Si vous êtes en charge d'un programme de sélection pour un caractère avec une héritabilité ( $h^2$ ) faible, quelle stratégie d'amélioration génétique devriez-vous adopter et pourquoi ?**

**Exercice** Chez une race de chats, la couleur de la robe est contrôlée par un gène lié au chromosome X. Deux allèles sont en présence :

- $X^n$  : allèle responsable de la couleur noire,
- $X^r$  : allèle responsable de la couleur rousse.

**Données observées chez les mâles :**

**Dans une population féline, on a observé 150 mâles :**

- 45 mâles sont roux ( $X^rY$ ),
- 105 mâles sont noirs ( $X^nY$ ).

**Questions :**

**1. Calculez la fréquence de l'allèle roux (q) et de l'allèle noir (p) chez les mâles.**

**2. En supposant que la population est en équilibre de Hardy-Weinberg, calculez les fréquences génotypiques attendues chez les femelles pour les génotypes suivants :**

1.  $X^nX^n$  (noire),
2.  $X^nX^r$  (tricolore / Calico),
3.  $X^rX^r$  (rousse).

**3. Déterminez le nombre attendu de femelles pour chaque génotype si la population compte 200 femelles.**

**4. Expliquez pourquoi les mâles ne peuvent pas être tricolores.**