

**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**

### **1.1.2. Interactions géniques**

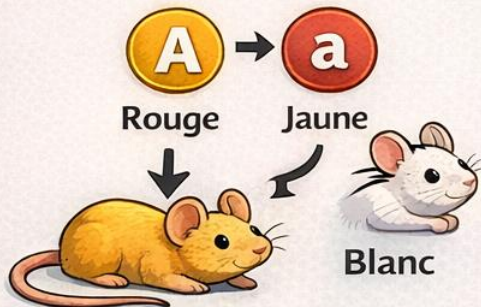
Les interactions géniques correspondent aux situations où plusieurs gènes interviennent simultanément dans l'expression d'un même caractère. Les gènes peuvent agir de manière complémentaire, additive ou inhibitrice, modifiant ainsi l'expression phénotypique finale. Contrairement au modèle mendélien, les proportions observées ne suivent pas nécessairement des ratios simples, et les phénotypes peuvent présenter des variations graduelles. On distingue trois types principaux : l'épistasie, la complémentarité génique et l'effet additif ou polygénique.

# INTERACTIONS GÉNIQUES

Plusieurs gènes interviennent simultanément dans l'expression d'un même caractère.  
Les proportions observées ne suivent pas les ratios mendéliens simples.

## ❌ ÉPISTASIE

Un gène masque l'effet d'un autre gène

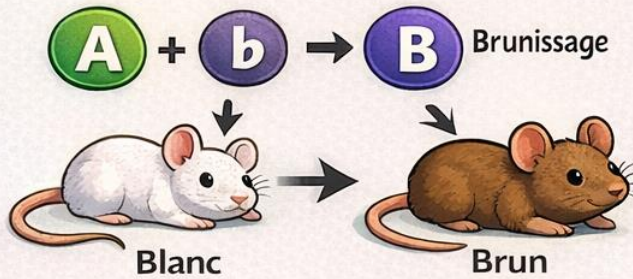


Gene B b bloque la production de pigment !

Gène B bloque la production de pigment !

## 🧩 COMPLÉMENTARITÉ GÉNIQUE

Deux gènes doivent être présents pour exprimer un caractère



Gène A et gène B nécessaires pour le phénotype brun !



Chaque gène "A", "B" ou C" contribue à la taille finale !

## 📊 EFFET ADDITIF OU POLYGÉNIQUE

Plusieurs gènes cumulent leurs effets de manière graduelle

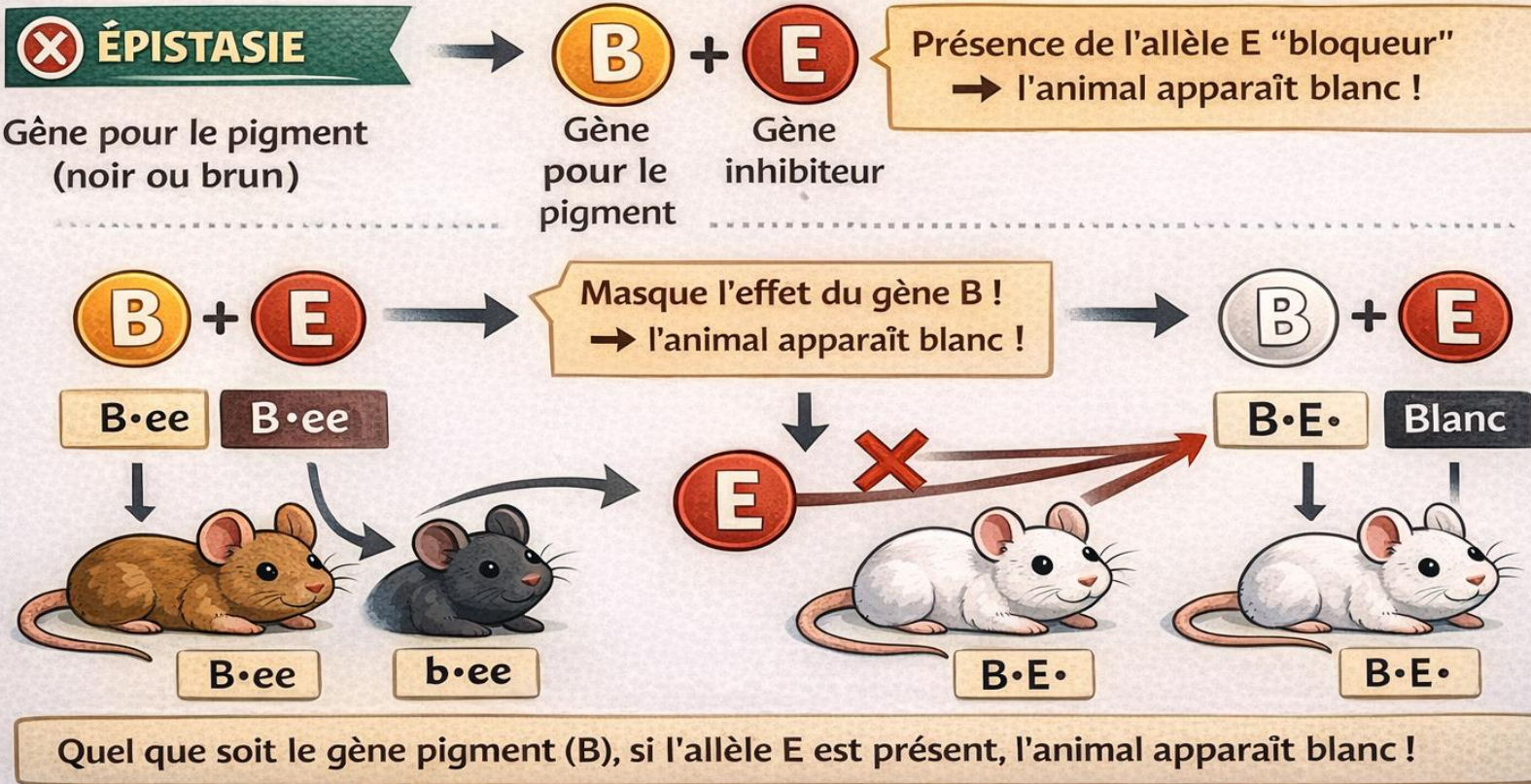


$a_1 a_1 b_1 b_1 c_1 c_1$	▶	—	
$A_1 a_1 b_1 b_1 c_1 c_1$	▶	—	
$A_1 A_1 b_1 b_1 c_1 c_1$	▶	—	
$A_1 A_1 B_1 B_1 c_1 c_1$	▶	—	
$A_1 A_1 B_1 B_1 C_1 C_1$	▶	—	
<b>Très Grand</b>			<b>Très Grand</b>

Chaque gène "A", "B" ou C" contribue à la taille finale !

# ÉPISTASIE

Un gène masque ou modifie l'effet d'un autre gène. Exemple :  
couleur du pelage chez certains animaux



# 1. Épistasie

**L'épistasie se**

**produit lorsqu'un gène masque ou modifie l'effet d'un autre gène. Même si le second gène est présent, son effet peut ne pas s'exprimer.**

**Exemple simple : couleur du pelage chez certains animaux**

- **Gène pour le pigment (B) : noir ou brun**
- **Gène inhibiteur (E) : empêche la production du pigment**  
**Si le gène inhibiteur est présent → l'animal apparaît blanc, quel que soit le gène du pigment.**

**Principe clé : un gène peut dominer l'effet d'un autre.**

## 2. Complémentarité génique

Dans ce type, **plusieurs gènes doivent être présents simultanément** pour que le caractère s'exprime. L'absence d'un seul gène empêche l'expression de la caractéristique.

### **Exemple simple : couleur d'une fleur**

- . Gène A : produit un précurseur du pigment
  - . Gène B : transforme le précurseur en couleur visible
- Si l'un des deux gènes manque → la fleur reste incolore.

**Principe clé : les gènes coopèrent pour produire le caractère.**

### **3.Effet additif ou polygénique**

Plusieurs gènes contribuent chacun à **une partie de l'expression quantitative** du caractère. L'effet final est la somme des contributions de tous les gènes.

#### **Exemples simples :**

- Taille chez les animaux
- Poids des animaux
- Production laitière chez les bovins

Chaque gène ajoute un petit effet → le phénotype final varie graduellement entre les individus.

**Principe clé : plusieurs gènes ajoutent leurs effets pour déterminer la valeur finale.**

# 1.1.3. Exemples de caractères autosomaux en production animale

## EXEMPLES DE CARACTÈRES GÉNÉTIQUES EN ÉLEVAGE

### CARACTÈRE CULARD

Développement musclé du train arrière chez bovins et ovins

- Souvent dominant, autosomal
- Sélection pour améliorer la morphologie



### CORNAGE CHEZ LES CAPRINS

Présence ou absence de cornes chez les chèvres

- Souvent dominant, autosomal
- Sélection pour faciliter la gestion de l'élevage
- Interaction de gènes pour la taille/forme des cornes



### GÈNES D'AUTO-SEXAGE CHEZ LA VOLAILLE

Distinction mâle/femelle dès l'éclosion

- Lié au sexe ou autosomal selon les souches
- Sélection pour production d'œufs ou de viande



### GÈNES D'AUTO-SEXAGE CHEZ LA VOLAILLE

Distinction mâle/femelle dès l'éclosion

- Lié au sexe ou autosomal selon les souches
- Sélection pour production d'œufs ou de viande

### GÈNES DU NANISME CHEZ LA VOLAILLE

Taille réduite des individus

- Autosomale, récessif souvent
- Optimisation de l'espace d'élevage ou animal de co



### SYNTHÈSE

- Tous ces caractères montrent l'application de la génétique formelle et autosomale dans l'élevage.
- Certains caractères sont simples et mendéliens (corne, nanisme), d'autres peuvent impliquer plusieurs gènes ou interactions (culard, traits plus complexes).

## Hérédité liée au sexe

L'hérédité liée au sexe correspond à un mode de transmission des caractères génétiques déterminés par des gènes localisés sur les chromosomes sexuels plutôt que sur les chromosomes autosomiques. Étant donné que la constitution chromosomique diffère entre les mâles et les femelles, l'expression phénotypique et la transmission de ces caractères varient selon le sexe. Chez les mammifères, la femelle possède deux chromosomes X (XX) alors que le mâle possède un chromosome X et un chromosome Y (XY). Chez les oiseaux, la situation est inversée : le mâle est ZZ et la femelle ZW. Ces différences chromosomiques constituent la base biologique de la spécificité des caractères liés au sexe.

## **Mécanisme de transmission des caractères liés au chromosome X**

Lors de la reproduction, le père détermine le sexe de la descendance en transmettant soit le chromosome X soit le chromosome Y. Cependant, les mâles héritent toujours de leur chromosome X exclusivement de leur mère, puisqu'ils reçoivent le chromosome Y du père. Ainsi, les caractères liés au chromosome X observés chez les mâles proviennent généralement du patrimoine génétique maternel. Chez les femelles, la transmission conduit le plus souvent à un état de portage sans expression clinique du caractère lorsque l'allèle est récessif.

# MÉCANISME DE TRANSMISSION DES CARACTÈRES LIÉS AU CHROMOSOME X

Le père détermine le sexe.



Le chromosome X transite généralement la mère.

Mère  
(XX)

Père  
(XY)

Transmission des caractères liés au chromosome X lors de la reproduction

$X^x \rightarrow XI$   
Mère (XX)

$X \rightarrow XY$   
Femelle (XX)



Mâle (XX)

- Hérite du X de sa mère
- Présente le caractère récessif lié à X:  
Il reçoit un seul chromosome X, toujours de sa mère



Mâle (XY)

- Présente le caractère récessif lié à X:  
Il reçoit un seul chromosome X, toujours de sa mère



Femelle (XX)

- Porteuse du caractère lié à X lorsqu'il est récessif:  
Elle a deux chromosomes X / le caractère lié à X reste souvent non exprimé



Hérite d'un X de chaque parent

- L'allèle récessif lié à X provient généralement de la mère. Les femelles (XX) sont souvent non affectées, mais porteuses du caractère.

\* Génotype :  $X^*X^R$

## **Exemple appliqué en médecine vétérinaire : l'hémophilie chez le chien**

**L'hémophilie canine** constitue un exemple classique de caractère récessif lié au chromosome X.

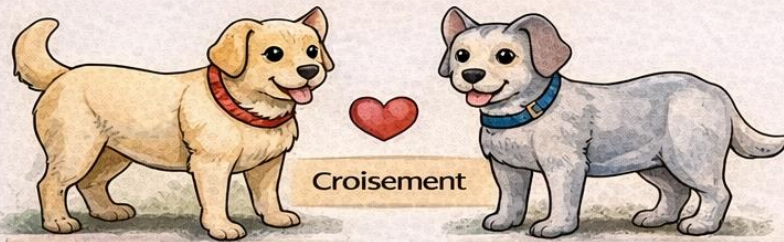
Cette affection se caractérise par un déficit en facteurs de coagulation entraînant des troubles hémorragiques. Lorsqu'une femelle porteuse asymptomatique est accouplée à un mâle sain, une proportion des descendants mâles peut être atteinte, car ils héritent de leur chromosome X uniquement de la mère.

Les femelles issues de ce croisement sont généralement saines ou porteuses sans signes cliniques apparents. Cet exemple illustre clairement la prédominance des maladies liées au chromosome X chez les mâles

## EXEMPLE APPLIQUÉ EN MÉDECINE VÉTÉRINAIRE : L'HÉMOPHILIE CHEZ LE CHIEN



L'hémophilie canine est un exemple classique de caractère récessif lié au chromosome X, caractérisée par un déficit en facteurs de coagulation entraînant des troubles hémorragiques.



Mère Porteuse  
Asymptomatique

$X^{Ri} X^h$

Mâle Sain  
(XY)

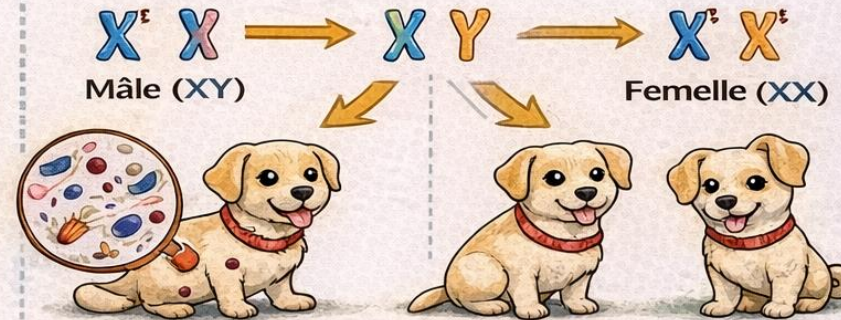


Mâle Atteint 50%  
hémophile,  $X^h Y$

Mâle Sain 50%  
XY



- Déficit en facteurs de coagulation
- Troubles hémorragiques



Mâle Atteint 50%  
• hémophile,  
 $X^h Y$

Femelle Porteuse 50%  
• Fixation du chromosome XI<sup>1</sup>  
normal  
• Aucun signe de la maladie

- Les femelles sont généralement saines ou porteuses sans signes cliniques apparents.
- Pourcentage de la descendance :  
50% mâles – 50% femelles



Cet exemple illustre la prédominance des maladies liées au chromosome X chez les mâles

## **Cytogénétique et hérédopathologie**

**La cytogénétique est la branche de la génétique qui étudie la structure, le nombre et la fonction des chromosomes dans les cellules**  
**Elle permet de comprendre :**

- . La transmission des caractères héréditaires**
- . Les anomalies chromosomiques responsables de maladies génétiques**

**La hérédopathologie (ou pathologie génétique) est l'étude des maladies causées par des anomalies génétiques ou chromosomiques, qu'elles soient:**

- . Monogéniques (un seul gène affecté)**
- . Polygéniques (plusieurs gènes)**
- . Chromosomiques (anomalies du nombre ou de la structure des chromosomes)**

# CYTOGÉNÉTIQUE ET HÉRÉDO-PATHOLOGIE

## Introduction générale


La **cytogénétique** est la branche de la génétique qui étudie la **structure**, le nombre et la fonction des chromosomes dans les cellules.

Elle permet de **comprendre** :

- La transmission des caractères héréditaires
- Les **anomalies chromosomiques** responsables de maladies génétiques



## CYTOGÉNÉTIQUE : OBJECTIFS ET MÉTHODES

- **Karyotype** : représentation ordonnée de tous les chromosomes d'une cellule
- **G-banding** : FISH (fluorescence in situ hybridization), 
- **Microarray et CGH** :
  - Détection de duplications ou suppressions submicroscopiques



- **Bande chromosomiques (G-banding)** :

- Déletions ou prusiéurs gènes
- **Chromosomiques**
  - Fixation du duplications ou suppressions submicroscopiques



## APPLICATIONS EN MÉDECINE VÉTÉRAIRE :

### 3. Maladies monogéniques

- Résultent d'une mutation dans un seul gene
- Transmission réfassiné, ou liée au sexe



### 3. Héredo-pathologie : Types de maladies

- Résultent d'une mutation dans un seul gène
- Transmission classique : autosomique dominante, autosomique récessive, ou liée au sexe



## TECHNIQUES DE CYTOGÉNÉTIQUE : APPLIQUÉES À LA PATHOLOGIE

### Karyotype

- Identifier le nombre total de chromosomes
- **Détection** de inrosomie chez bovins



### G-banding

- Identifier séquences spécifiques sur
- : mâles canine



### FISH

- Identifier séquences spécifiques sur
- Détection et gènes responsable de nanisme chez Votaille



### Microarray



## TECHNIQUES DE CYTOGÉNÉTIQUE APPLIQUÉES A LA PATHOLOGIE

La **cytogénétique** et la **héredo-pathologie** permettent de comprendre l'origine des maladies génétiques, leur transmission et leur impact sur la sante animale.

- Elles sont essentielles pour la sélection génétique, le diagnostic précoce,

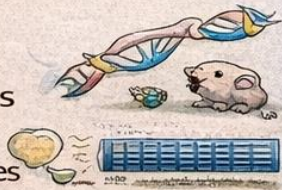
# CYTOGÉNÉTIQUE HÉRÉDO-PATHOLOGIE

## Introduction générale

La **cytogénétique** est la branche de la génétique qui étudie la **structure**, le nombre et la **fonction** des chromosomes dans les cellules.

Elle permet de **comprendre** :

- La transmission des caractères héréditaires
- Les anomalies chromosomiques responsables de maladies génétiques



▲ **Hérédo-pathologie** (ou **pathologie génétique**) est l'étude des maladies causées par des anomalies génétiques ou chromosomiques, qu'elles soient...

- **Monogéniques** : (un seul gène affecté)
- **Polygéniques** : (plusieurs gènes)
- **Chromosomiques** (anomalies du nombre ou la structure des chromosomes)

# CYTOGÉNÉTIQUE HÉRÉDO-PATHOLOGIE

## CYTOGÉNÉTIQUE : OBJECTIFS ET MÉTHODES

La **cytogénétique** permet de détecter et analyser les anomalies chromosomiques grâce à :

- **Karyotype** : représentation ordonnée de tous les chromosomes d'une cellule
- **Bandes chromosomiques** (G-banding) : permet d'identifier chaque chromosome et ses anomalies
- **Microarray et CGH** : pour détecter les duplications ou suppressions submicroscopiques

1. Identifier les anomalies du nombre de chromosomes (ex: trisomie, monosomie)
2. Identifier les anomalies de structure (ex: délétions, duplications, translocations, inversions)
3. Comprendre la relation entre anomalies chromosomiques et maladies héréditaires

# CYTOGÉNÉTIQUE HÉRÉDO-PATHOLOGIE

## APPLICATIONS EN MÉDECINE VÉTÉINAIRE

1. **DIAGNOSTIC PRÉNATAL ET ÉMBRYONNAIRE** : détection précoce de maladies génétiques chez animaux reproducteurs

2. **SÉLECTION GÉNÉTIQUE** :
  - éliminer les animaux porteurs de mutations graves

3. **EPIDÉMIOLOGIE DES MALADIES GÉNÉTIQUES** : comprendre la prévalence et la transmission dans les populations animales

## TECHNIQUES DE CYTOGÉNÉTIQUE

1. **Diagnostic prénatal et embryonnaire** : détection précoce de maladies génétiques chez animaux reproducteurs
2. **Epidémiologie des maladies génétiques** : comprendre la prévalence et la transmission des différentes espèces

## **Épigénétique et influence de l'environnement sur l'expression génétique**

**L'épigénétique correspond à l'ensemble des mécanismes qui modifient l'expression des gènes sans altérer la séquence de l'ADN.**

**Autrement dit :**

- . Le gène est présent dans le génome**
- . Mais son activité peut être activée, diminuée ou totalement silencieuse**
- . Sans mutation de l'ADN**

**On parle donc de régulation de l'expression génique**

**On peut comparer :**

- . Génétique classique → modification de la séquence d'ADN**
- . Épigénétique → modification de l'activation des gènes**

**L'ADN reste identique, mais son fonctionnement change.**

# Mécanismes épigénétiques principaux

## Mécanismes épigénétiques principaux

### 1. Méthylation de l'ADN

Ajout de groupements méthyle ( $-CH_3$ ) sur l'ADN.

Effet :

- Généralement silencieux le gène
- Empêche sa transcription

### 2. Modifications des histones

L'ADN est enroulé autour de protéines appelées histones.

Si les histones sont modifiées :

- ADN compacté → gène non exprimé
- ADN relâché → gène exprimé

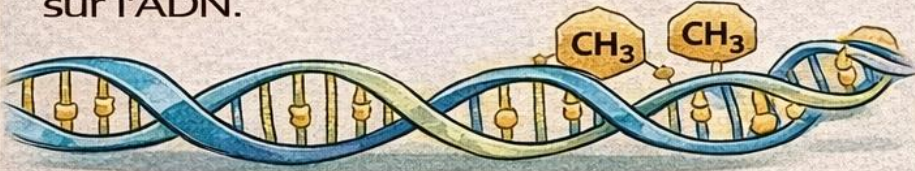
### 3. ARN non codants

Certains ARN régulent l'expression des gènes en bloquant leur traduction.

# MÉCANISMES ÉPIGÉNÉTIQUES PRINCIPAUX

## 1. MÉTHYLATION DE L'ADN

- Ajout de groupements méthyle ( $-CH_3$ ) sur l'ADN.

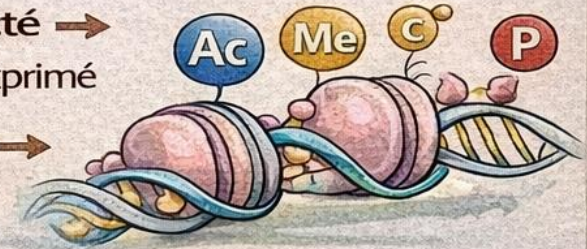


- Généralement silencieux le gène
- Empêche sa transcription

## 2. MODIFICATIONS DES HISTONES

L'ADN est enroulé autour de protéines appelées **histones**.

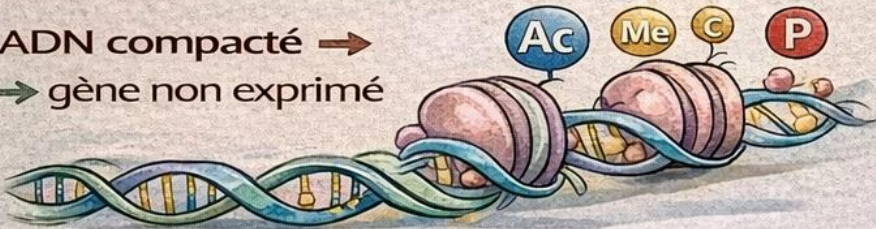
- ADN compacté →  
→ gène non exprimé
- ADN relâché →  
gène exprimé



## 2. MODIFICATIONS DES HISTONES

- L'ADN est enroulé autour de protéines appelées **histones**.

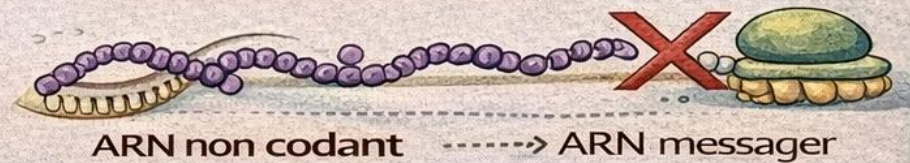
- ADN compacté →  
→ gène non exprimé



- ✓ Généralement silencieux le gène
- ✓ Empêche sa transcription

## 3. ARN NON CODANTS

- Certains ARN régulent l'expression des gènes en bloquant leur traduction.



## **Exemples en médecine vétérinaire**

### **Chez les bovins**

**La nutrition maternelle pendant la gestation peut influencer :**

- **La croissance du veau**
- **Son métabolisme**
- **Sa future production laitière**

### **Chez la volaille**

**Les conditions d'incubation (température, stress) peuvent modifier :**

- **Le développement embryonnaire**
- **La croissance**
- **La résistance aux maladies**

### **Chez les mammifères domestiques**

**Le stress précoce peut influencer :**

- **Le comportement**
- **La réponse immunitaire**

# **Importance en élevage et en sélection**

**L'épigénétique permet de comprendre :**

- Les variations de performance non expliquées par la génétique classique**
- L'impact des conditions d'élevage sur la productivité**
- L'apparition de certaines pathologies**

**Elle complète la génétique mendélienne en montrant que :**

**Le phénotype dépend non seulement du génotype, mais aussi de l'environnement et des mécanismes régulateurs.**