

9<sup>èmes</sup> Journées techniques Ovines  
14-15 octobre 2020



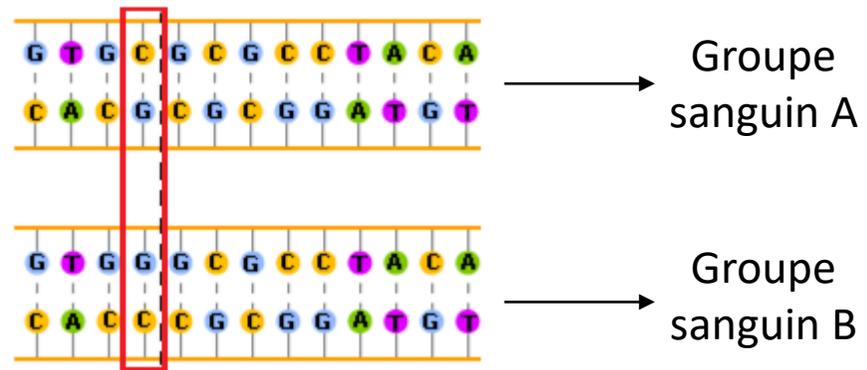
# Génomique et Sélection: Pour qui et pour quoi faire ?

Diane BUISSON et Valérie LOYWYCK  
Institut de l'élevage, Castanet-Tolosan



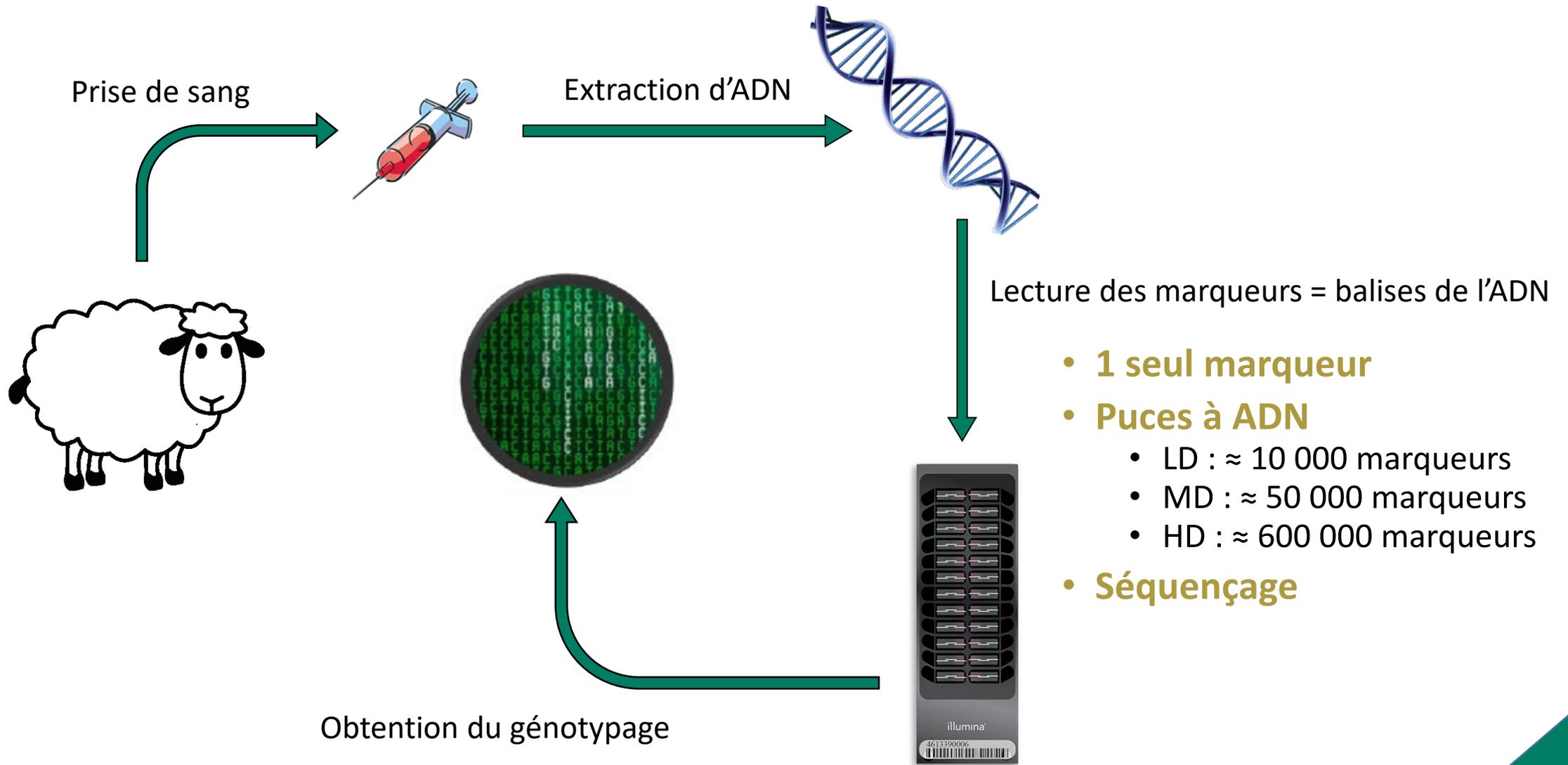
# Qu'est-ce qu'une information moléculaire ?

- Un marqueur moléculaire est une séquence particulière d'ADN (une base ou plusieurs bases) qui est corrélée à un caractère observable et mesurable.



- La caractérisation de ces marqueurs grâce à la lecture de l'ADN permet de prédire très tôt le niveau de performance d'un individu (production de lait, ...)

# Comment sont collectées les données moléculaires ?



# A quoi la génomique peut-elle servir ?

1. A faire de l'assignation de parenté et du contrôle de filiation
2. A faire de la sélection assistée par gène
3. A mettre en place une sélection génomique



# 1. Assignation de parenté et contrôle de filiation

# Contrôle de filiation & Assignation de parenté



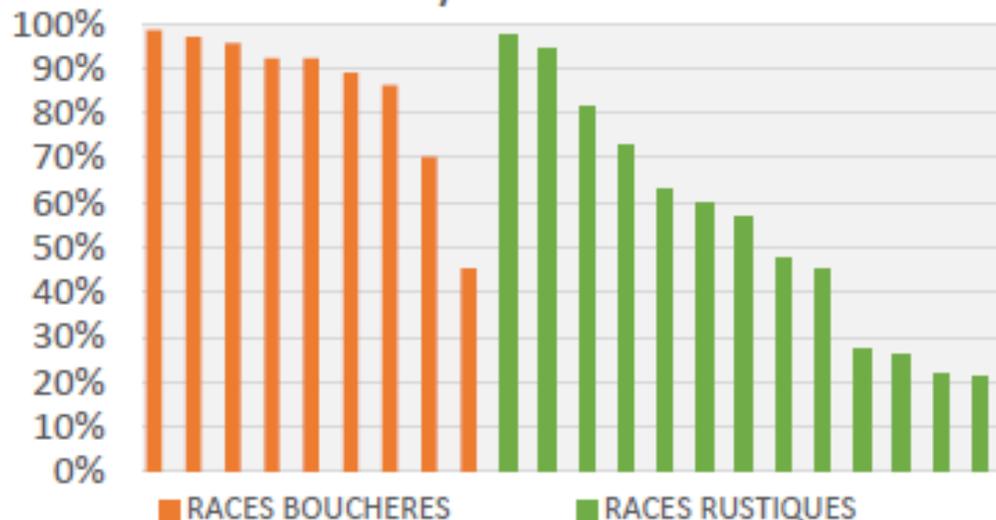
**Races bouchères** - testage sur descendance des aptitudes bouchères



**Races rustiques**

Ex: Préalpes du Sud, Mérinos d'Arles

% de femelles de paternité connue dans le noyau de sélection



**Taille grandissante des élevages**

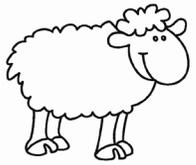
+

**Main d'œuvre rare et chère**

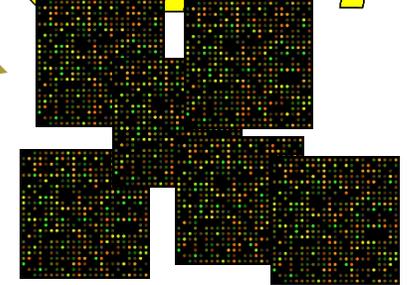
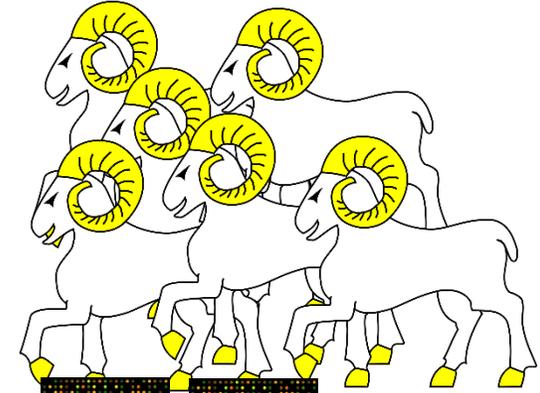
→ **Obtention des paternités = une contrainte**

- monte naturelle majoritaire
- lutte en paternité coûteuse en temps, en organisation et difficile à mettre en place pour certains élevages (pâturage, grands troupeaux)

# Assignation de parenté



Comparaison de l'information aux 249 balises placées sur le génome



## Pourquoi vouloir les parentés ?

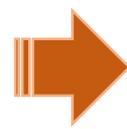
ELEVAGE

Augmentation du nombre d'animaux avec une paternité connue

Amélioration du tri sur ascendance

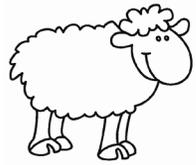
Meilleure gestion de la consanguinité dans l'élevage

Meilleure précision des index



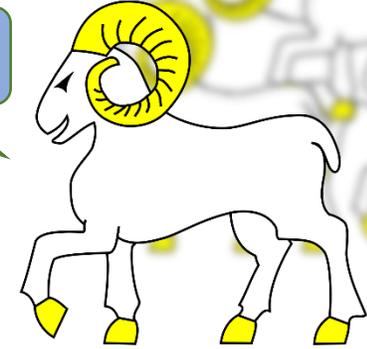
RACE

- ✓ Progrès génétique
- ✓ Diversité génétique
- ✓ Connexion entre les élevages



# Assignation de parenté

Je suis ton père \*



\* Fiabilité de 96%

## Pourquoi vouloir les parentés ?

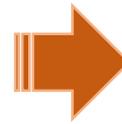
ELEVAGE

Augmentation du nombre d'animaux avec une paternité connue

Amélioration du tri sur ascendance

Meilleure gestion de la consanguinité dans l'élevage

Meilleure précision des index



RACE

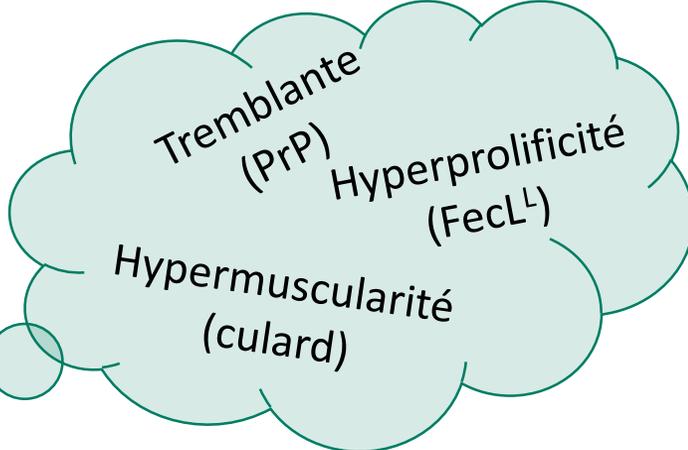
- ✓ Progrès génétique
- ✓ Diversité génétique
- ✓ Connexion entre les élevages

## 2. Sélection assistée par gènes

# Quels sont les caractères concernés ?

- **Les caractères sous contrôle d'un gène majeur**

- La plupart des caractères sont sous contrôle de milliers de gènes...
- ... mais dans certains cas, il peut exister 1 gène majeur qui affecte fortement le caractère



Tremblante  
(PrP)  
Hyperprolificité  
(FecL<sup>4</sup>)  
Hypermuscularité  
(culard)

# La Tremblante classique

**1989** - Identification du gène PrP sur le chromosome 13 dont le polymorphisme permet d'expliquer la résistance/sensibilité à la Tremblante classique

→ 4 haplotypes :



*Génotypes:*

ARR/ARR

ARR/AHQ  
ARR/ARQ

AHQ/AHQ  
AHQ/ARQ  
ARQ/ARQ

ARQ/VRQ  
ARR/VRQ  
VRQ/VRQ

*Statut vis-à-vis de la tremblante:*

↓  
Résistant

↓  
Assez résistant

↓  
Sensible

↓  
Très sensible

# PNAGRTc - Programme National d'Amélioration Génétique pour la Résistance à la Tremblante classique

- **Depuis Novembre 2001**
- **Financement** : Ministère Agriculture et Union Européenne (2001-2021)
- **Collaboration**: INRA, Institut de l'Élevage, Races de France et organisations professionnelles
- **Objectifs**: protection des troupeaux et du consommateur vis-à-vis du risque de la Tremblante classique et de l'ESB.

## Pour les élevages sélectionneurs:

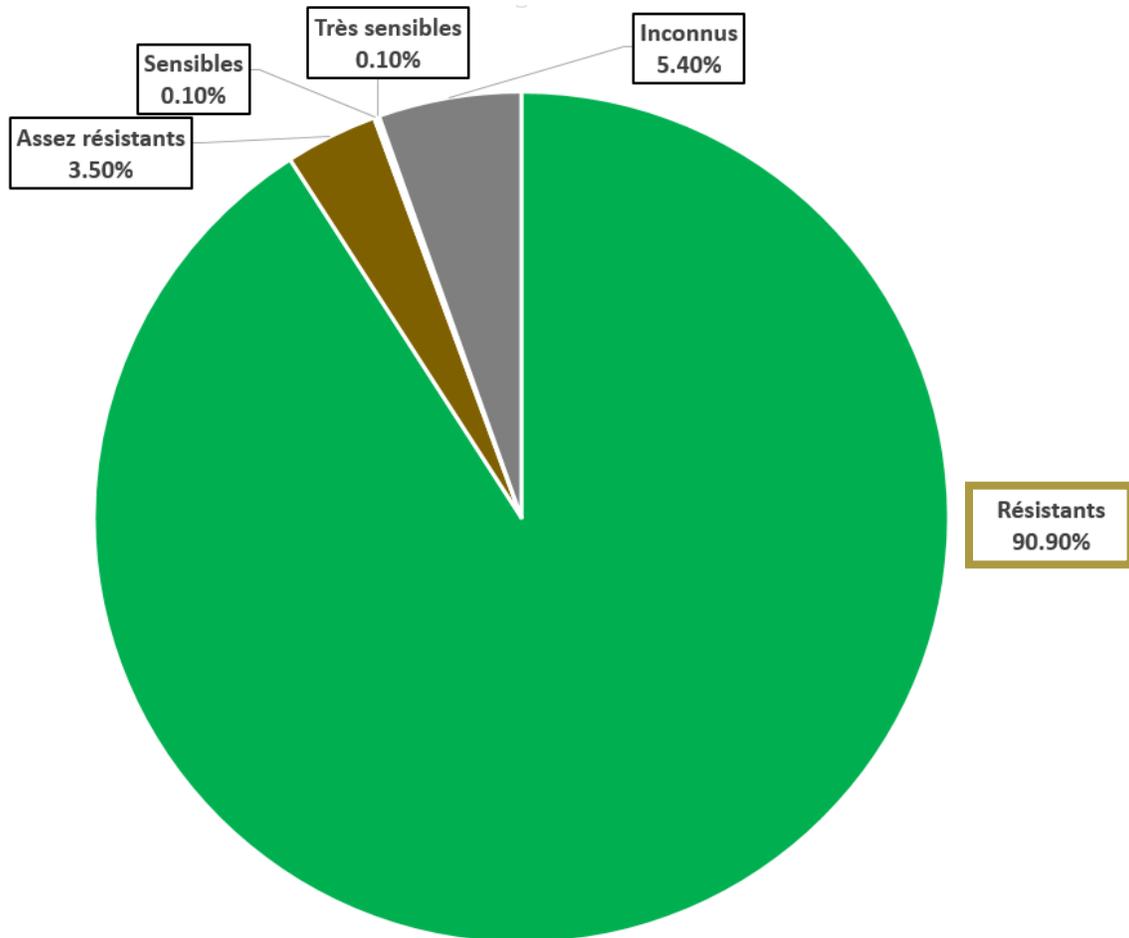
- ✓ **Élimination** de l'allèle **VRQ** (animaux très sensibles)
- ✓ **Fournir** des animaux ou de la semence d'**animaux résistants** aux élevages atteints
- ✓ **Augmenter** la fréquence de l'allèle **ARR** tout en maintenant la variabilité génétique et le niveau génétique

## Pour les élevages de production:

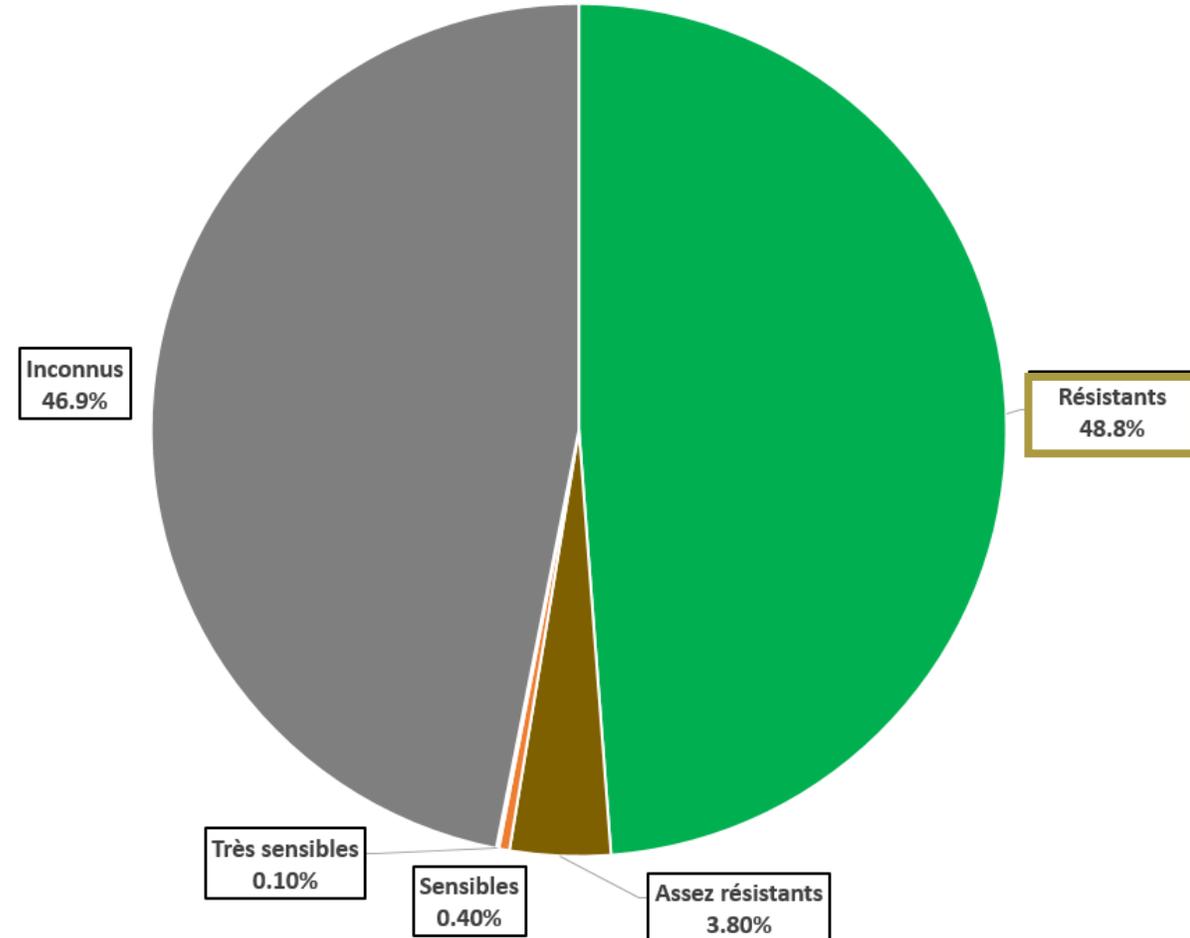
- ✓ **Fournir** des animaux ou de la semence d'animaux **ARR/ARR** aux élevages de production

# Impact du PNAGRTc : génotypes des béliers

Dans les élevages en sélection

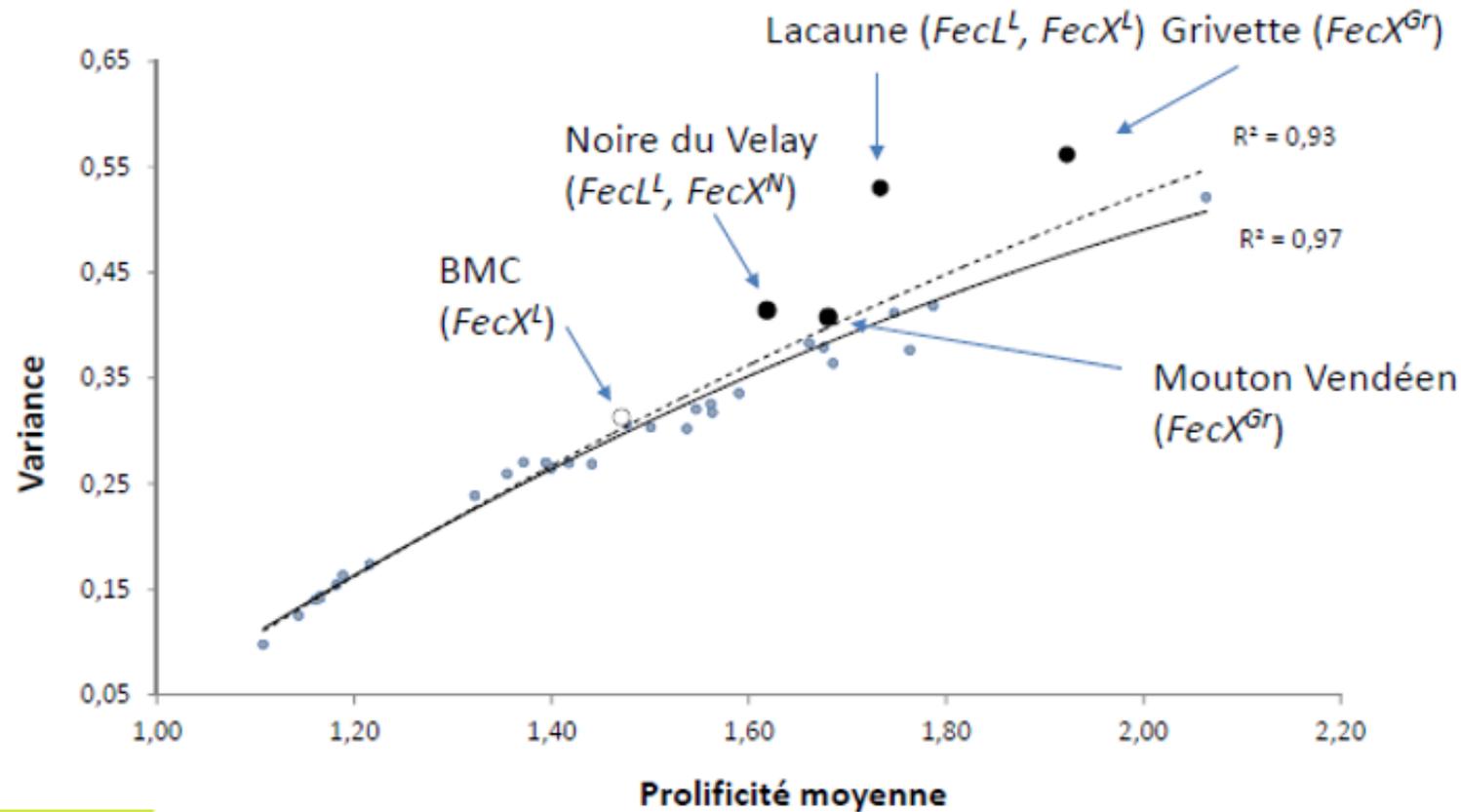


Dans les élevages en production



# La sélection assistée par gène

- Les gènes d'hyper-ovulation

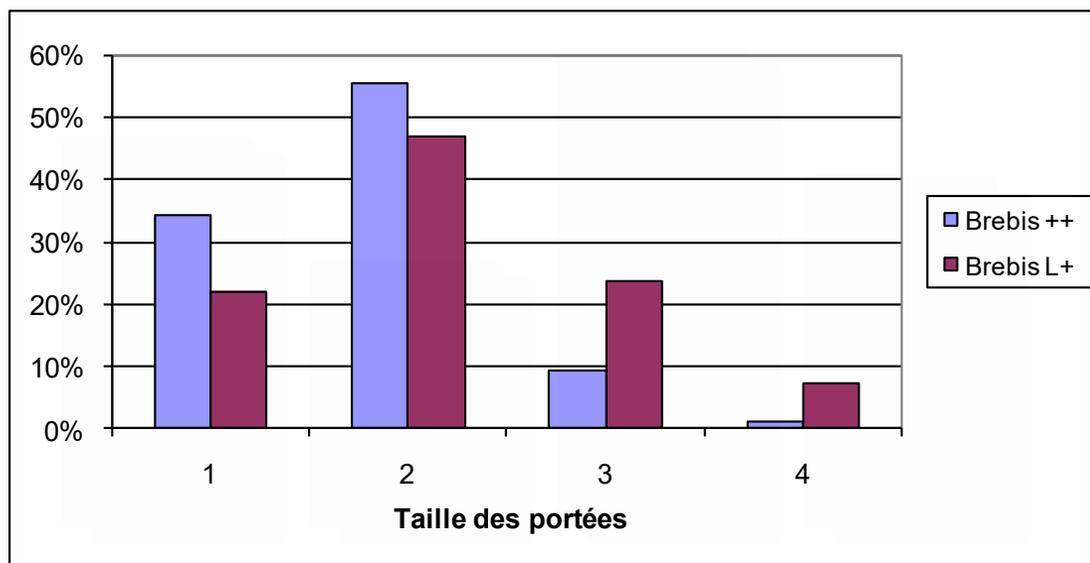


# La sélection assistée par gène

## • Le gène « Lacaune »

- Prolificité moyenne des ++ = 1,76
- Prolificité moyenne des L+ = 2,17

+ 0,41 agneau / MB pour les brebis L+



Chez les Brebis porteuses hétérozygotes L+  
(par rapport aux non-porteuses ++):

- ✓ augmentation (+14,6 %) des portées triples
- ✓ diminution (-12,4 %) des portées simples

Effet significatif du génotype sur :

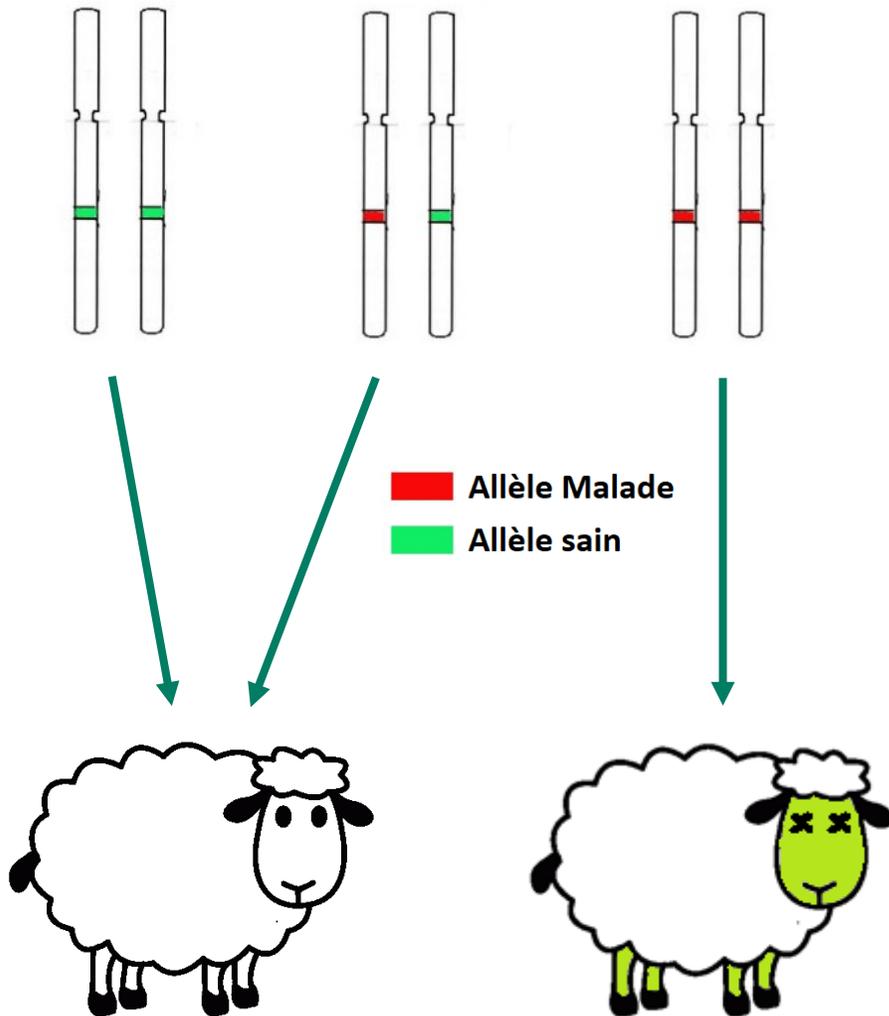
- la prolificité moyenne
- la distribution des tailles de portées

# La sélection assistée par gène

## • Gestion des mutations d'hyper-ovulation

Races	Gène(s)	Gestion de la mutation dans les populations	Effets
Lacaune Ovi-Test	Lacaune	Gestion du gène à l'état hétérozygote dans le noyau. Génotypage systématique de toutes les femelles de renouvellement + Optimisation des accouplements par IA → objectif : 50% L+ et 50% ++	+ 0,45 agn/Mbas
	BMP15-L	Eradication	+ 0,8 agn/Mbas Stérilité (homo)
BMC	BMP15-N	En cours de réflexion	+0,16-0,20 agn/Mbas
Lacaune GID	Lacaune	Conservation des mâles porteurs dans le schéma mais diffusion limitée	-
Noire du Velay	Lacaune	(en réflexion ) Pas d'éradication souhaitée mais pas d'augmentation de la prolificité. Génotypage des béliers du noyau Génotypage des agnelles pour caractériser finement l'effet du gène.	-
Grivette	BMP15-G	(proposée) Génotypage des mâles et répartition équilibrée des génotypes par élevage. Elevages avec prolificité importante → utilisation de mâles non porteurs. Génotypage d'une partie des agnelles pour caractériser l'effet du gène.	

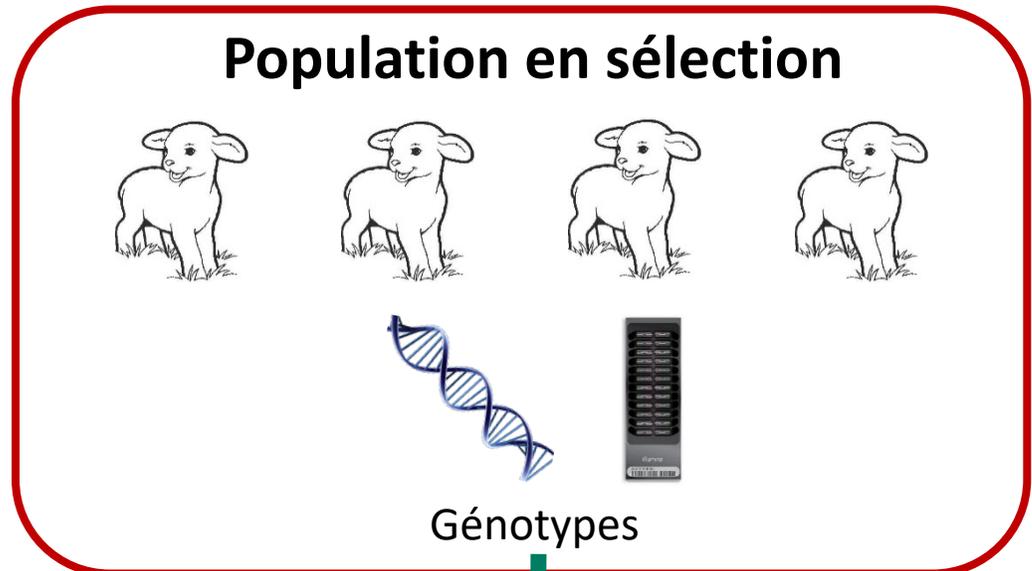
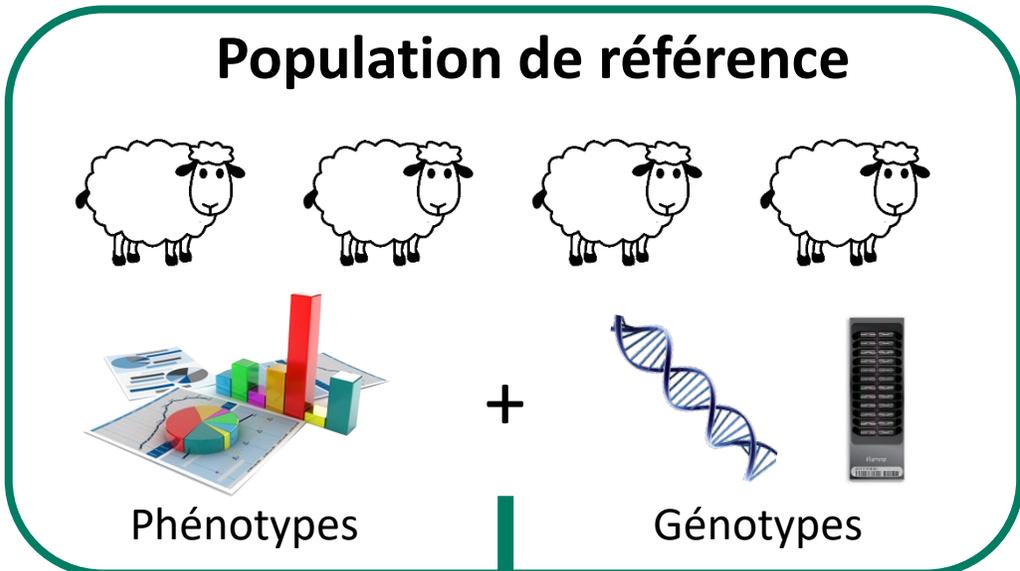
# Un outil intéressant dans la gestion des anomalies génétiques



- **En cas d'anomalie récessive :**
  - Les individus porteurs de l'allèle malade ne présentent pas de symptômes (porteurs sains)
  - ➔ Diffusion de l'anomalie dans la population
- **Grâce à la SAG, il est alors possible :**
  - d'intégrer les marqueurs moléculaires liés aux anomalies sur les puces à ADN
  - D'éradiquer les allèles malade, donc l'anomalie
- **Projet CASDAR PRESAGE (2021-2024) pour créer un observatoire des anomalies génétiques en petits ruminants**

# 3. La sélection génomique

# Principe de la sélection génomique

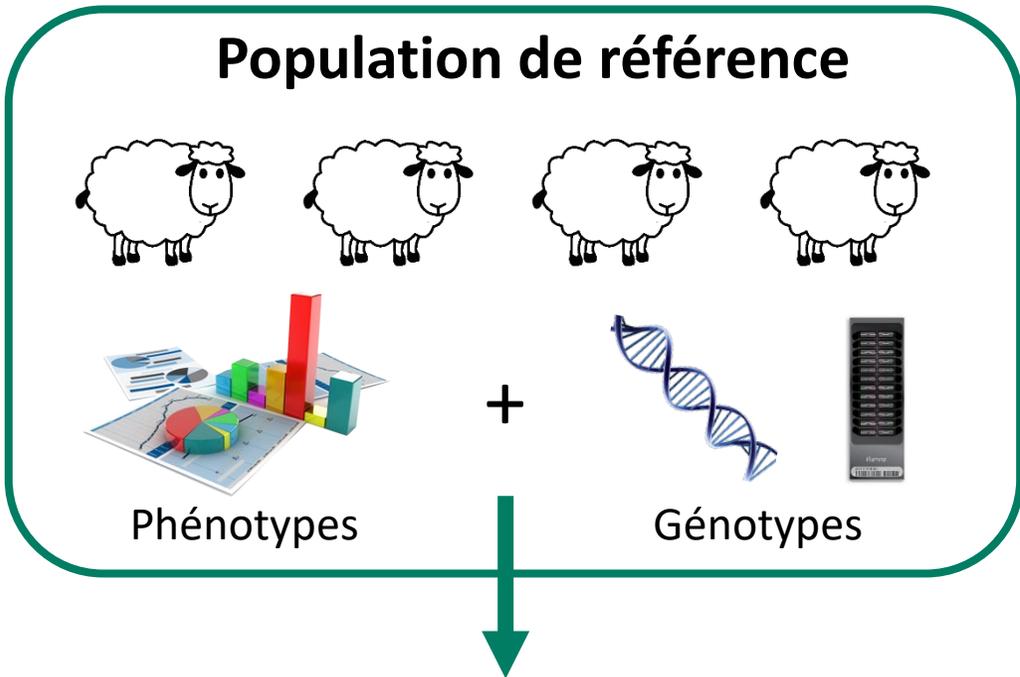


Estimation de l'effet de chaque marqueur  
 → EQUATIONS DE PREDICTIONS GENOMIQUE



**INDEX GENOMIQUE**

# Importance de la population de référence



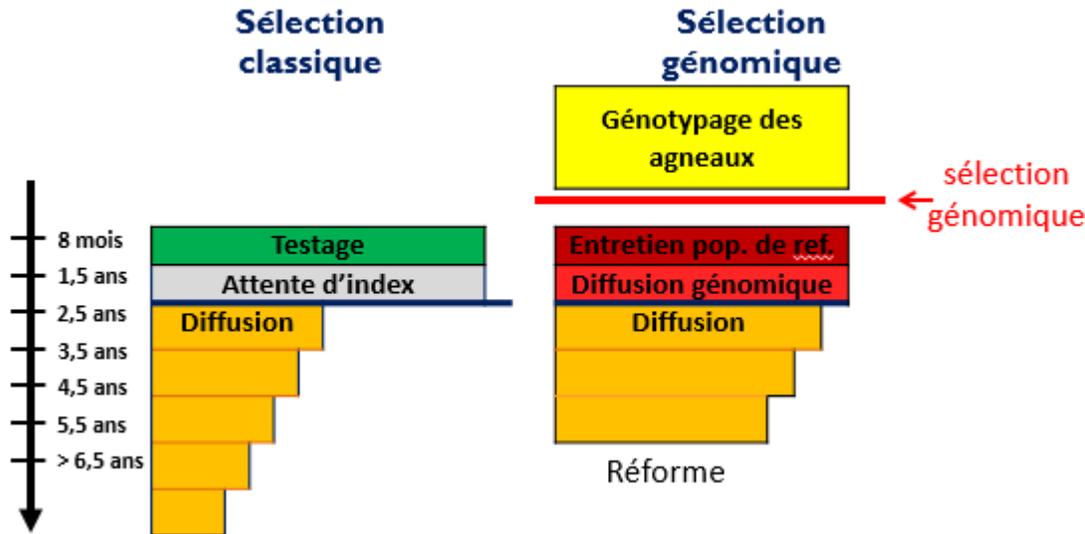
Estimation de l'effet de chaque marqueur

→ EQUATIONS DE PREDICTIONS GENOMIQUE

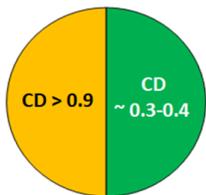


- La sélection génomique est efficace si les équations de prédictions sont fiables
- La précision des équations de prédictions ↗ quand :
  - La taille population de référence ↗
  - L'éloignement entre population de référence et population en sélection est faible
  - Les phénotypes sont bien connus
- Il est donc important de poursuivre le contrôle de performances pour entretenir la population de référence

# La sélection génomique est effective en Lacaune Lait depuis 2015

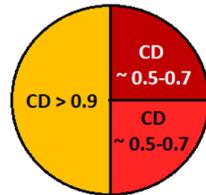


Doses d'IA d'un élevage CLO moyen en sélection "classique"



■ Agneaux en testage  
■ PAB testés

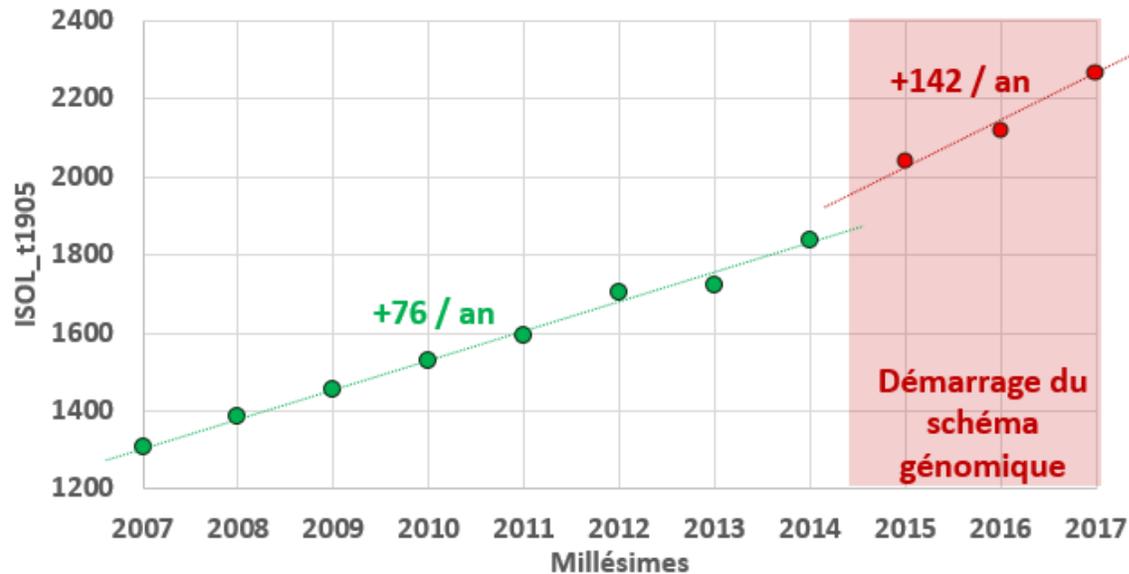
Doses d'IA d'un élevage CLO moyen en sélection "génomique"



■ Agneaux génomiques  
■ PAB-PAF génomiques  
■ PAB testés

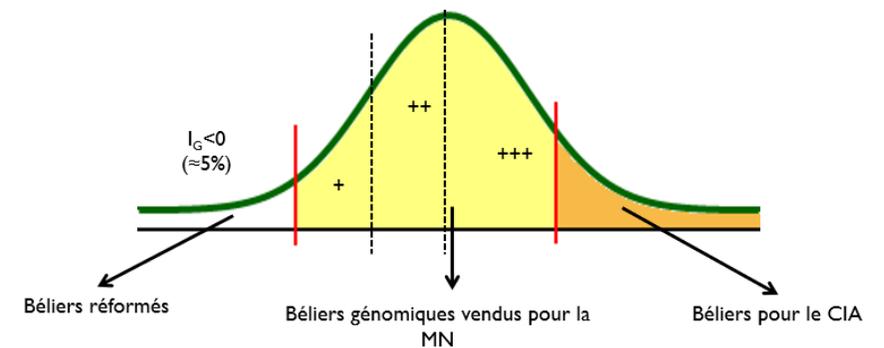
- **Index génomique plus précis que l'index ascendance**
  - Possibilité de sélectionner les meilleurs agneaux pour le schéma dès l'âge de 3 mois
- **Utilisation des jeunes béliers sans performances**
  - Réduction du nombre de béliers nécessaires en CIA

# La sélection génomique apparaît efficace en Lacaune Lait



→ **Accroissement du progrès génétique de 25% par rapport à 2015 en CLO**

→ Diffusion du progrès génétique vers le CLS grâce à l'IA et à la vente de béliers de MN génotypés (+, ++, +++)



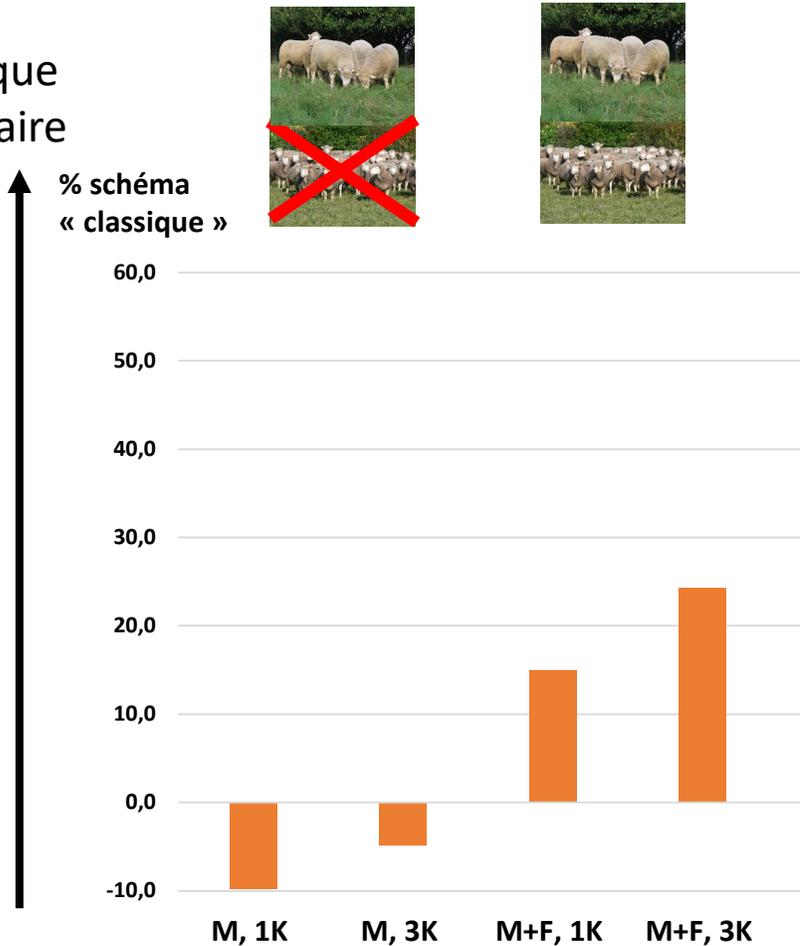
→ **Comment utiliser cet accroissement du progrès génétique ?**

→ Soit pour progresser plus vite sur les caractères en sélection

→ Soit pour introduire de nouveaux caractères dans les objectifs de sélection (rusticité, résistance au parasitisme...)

# Efficacité de la sélection génomique en fonction des individus génotypés et de l'outil de génotypage

Gain génétique supplémentaire

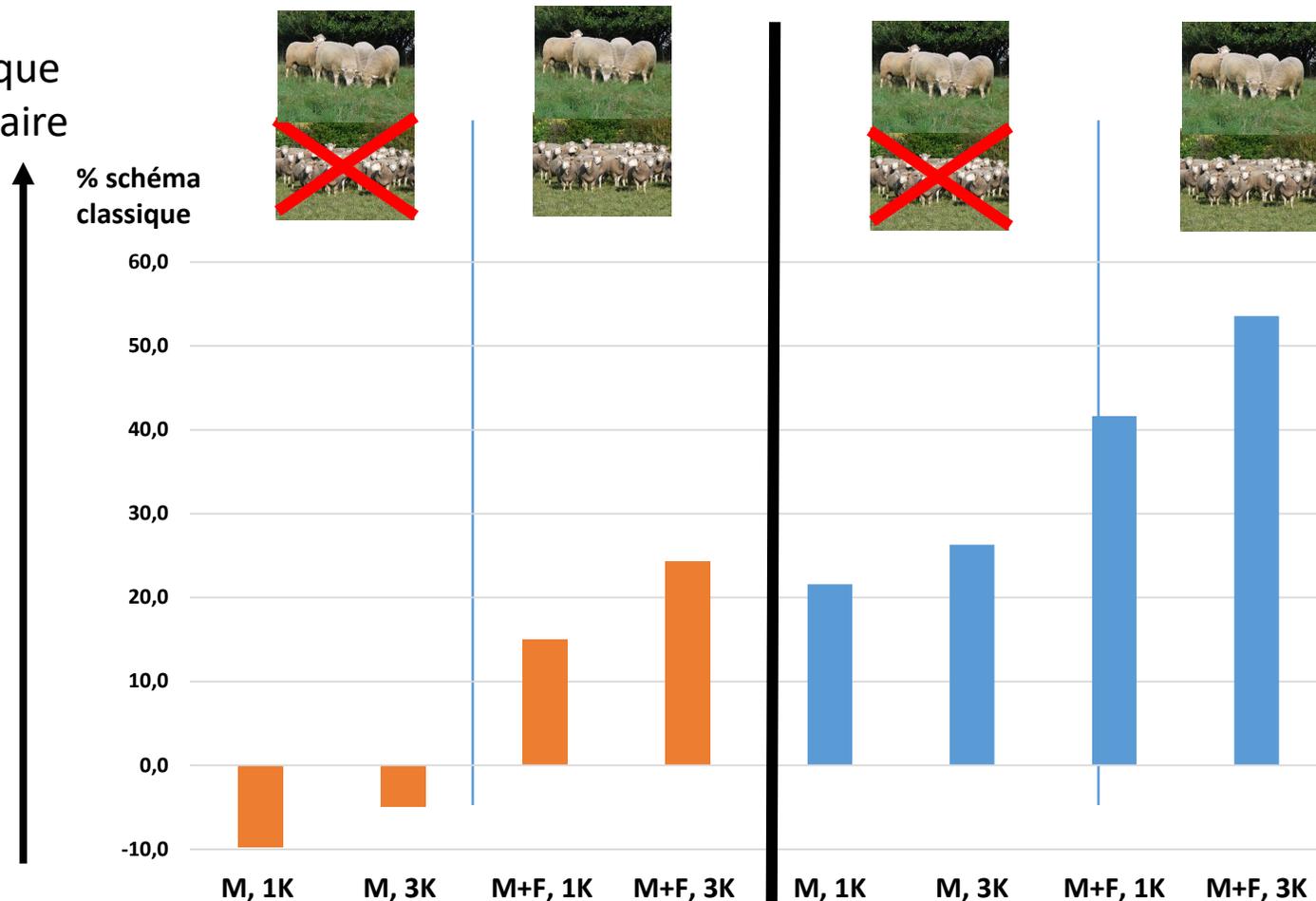


**Schéma avec testage des aptitudes maternelles + IA**  
*Ex: Lacaune Ovitest*

**Schéma avec testage des aptitudes maternelles + IA + Monte naturelle**  
*Ex: Blanche du Massif Central*

# Efficacité de la sélection génomique en fonction des individus génotypés et de l'outil de génotypage

Gain génétique supplémentaire



Attention:

Résultats obtenus pour des pedigrees complet

**« testage AM » versus « SG »**

- Stratégie de mise en place ?
- Impacts technico-économiques ?

*Projet OVIGEN (2020-2022)*

**Schéma avec testage des aptitudes maternelles + IA**  
Ex: Lacaune Ovitest

**Schéma avec testage des aptitudes maternelles + IA + Monte naturelle**  
Ex: Blanche du Massif Central

# Conclusion

# Intérêt des outils génomiques

- **Importance majeure pour améliorer la sélection**
  - Contrôle des filiations et assignation de parentés pour mieux gérer les généalogies
  - Progrès génétique accru en sélection génomique
  - Possibilité d'étudier et d'intégrer dans les objectifs de sélection des caractères plus complexes tels que la longévité fonctionnelle, l'efficacité alimentaire...
- **Un rôle clé pour repérer, comprendre et gérer les anomalies génétiques**
  - Utilisation des outils génomiques pour trouver les mutations causales et comprendre le déterminisme génétique des anomalies
  - Possibilité de gérer les anomalies grâce à la sélection assistée par gènes

# Perspectives

- **Les coûts des génotypages peuvent encore baisser grâce aux évolutions technologiques ou aux volumes commandés**
- **Mise en place de la sélection génomique en ovin allaitant et développement de la SAG (OVIGEN)**
- **Vers la possibilité de génotyper des individus en ferme en ovin lait ?**
  - Outil intéressant pour aider au choix du renouvellement

# 9<sup>èmes</sup> Journées techniques Ovines

14-15 octobre 2020



# Merci pour votre attention !

