



# Quels seront les futurs caractères du schéma de sélection caprin ?

Virginie Clément (IDELE), Marjorie Chassier (IDELE), Isabelle Palhière (INRAE), Rachel Rupp (INRAE), Mathieu Arnal (IDELE)



# Principe de l'évaluation génétique

- Prédiction/estimation du potentiel génétique d'un animal => index

- Informations prises en compte dans le modèle d'indexation :

-> les performances



-> les généalogies

**=> importance des filiations !**

-> depuis 2018, l'information génomique



- Avec la génomique, on progresse plus vite

=> on peut se permettre d'ajouter de nouveaux caractères



# Les facteurs de variation des performances

## Facteurs génétiques

- généalogie : allèles hérités du père / de la mère
- Information génomique apportée par le génotypage

## Facteurs environnementaux

- année (climat → fourrages)
- rang de lactation (1, 2, 3&+)
- mois de mise bas
- âge à la mise bas
- durée de tarissement
- alimentation/bâtiment sanitaire / nombre de traite...

« élevage »

Performance =

(lait, longévité, morphologie...)

Génétique

+

effets milieu

INDEX

# Informations prises en compte pour le calcul des index

Toute l'information disponible est utilisée :

Prédiction de la  
valeur génétique

$$\text{Index} = \text{Contribution de l'ascendance} + \text{Contribution de la descendance} + \text{Contribution de l'animal}$$

Dépend du nb de  
parents connus (0, 1, 2)

Dépend du nb de  
descendants connus  
et de leurs performances

Dépend du nb de perf  
et de l'héritabilité\*

\* Héritabilité : part de variabilité d'origine génétique (part transmissible à la descendance)

# L'information génomique



Prise de sang  
ou cartilage



Puce de génotypage  
50 000 marqueurs

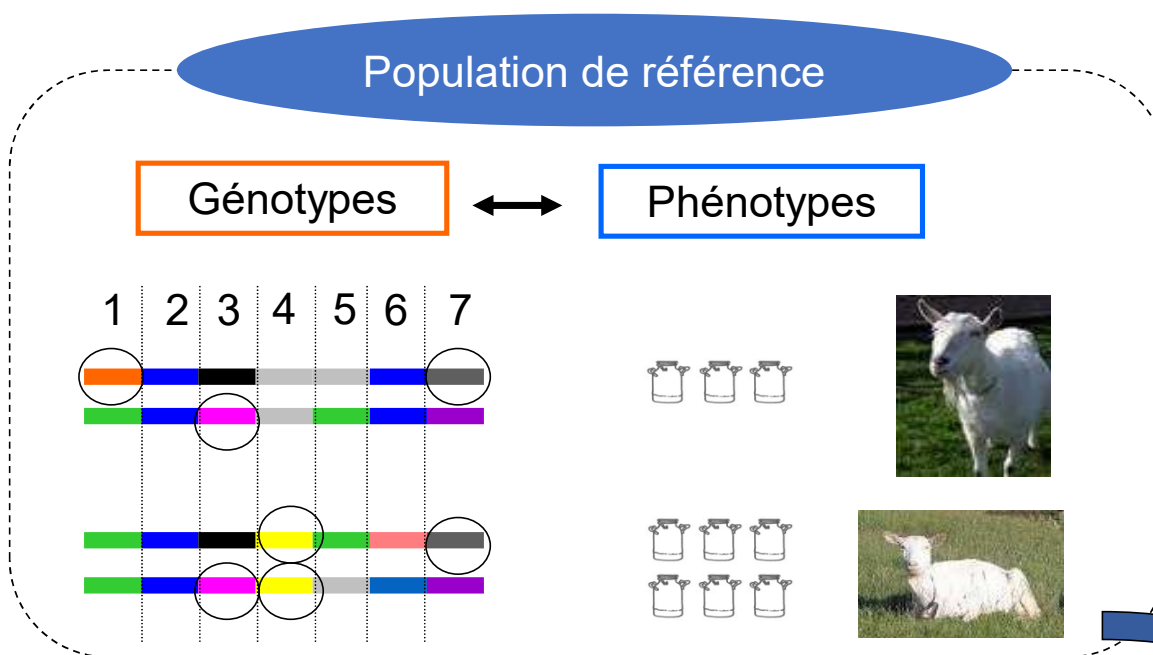
TATTTACCATATCAGATTCACATTCAGTCCTCAGCAAAATGAAGGGCTCCATTTTCACCTCTGTTTTATT  
CTCTGTCCTATTTGCCATCTCAGAAGTGCGGAGCAAGGAGTCTGTGAGACTCTGTGGGCTAGAATACATA  
CGGACAGTCATCTATATCTGTGCTAGCTCCAGGTGGAGAAGGCATCAGGAGGGGATCCCTCAAGCTCAGC  
AAGCTGAGACAGGAACTCCTTCCAGTCCACATAAACGTGAGTTTCTGAGGAAATCCAGCGCAAAA  
CCTCCGAAGGTGGATGCCTCAGGGGAAGACCGTCTTTGGGGTGGACAGATGCCACTGAAGAGCTTTGG  
AAGTCAAAGAAGCATTTCAGTGATGTCAAGACAAGATTTACAACTTTGTGTTGCACTGATGGCTGTTCCA  
TGACTGATTTGAGTGCTCTTTGCTAAGACAAGAGCAAAATACCCAATGGGTGGCAGAGCTTTATCACATGT  
TTAATTACAGTGTCTTACTGCCTGGTAGAACAATAATTTGTGTTATTTAAATGATGGCTTTGGGTAGG  
CAAACTTCTTTCTAAAAGGTATAGCTGAGCGGTTGAAACCACAGTGATCTCTATTTCTCCTTTGCC  
AAGGTTAATGAAGTCTCTTTCAAATTTCTACTAATGCTTTGAAATTTCAAATGCTGCGCAAAATTGCAA  
TAAAAATGCTATAAACCA

50 000 marqueurs (SNP)

# Principe de la sélection génomique

Etape 1 : recherche de liaisons entre génotypes et phénotypes dans une population de référence

Taille des populations de référence



**Bovins :**

Holstein :

43 700 mâles

618 000 femelles

Abondance :

541 mâles

4 900 femelles

**Caprins (Alpines + Saanen) :**

6 300 mâles

8 760 femelles

On évalue l'effet de tous les fragments chromosomiques

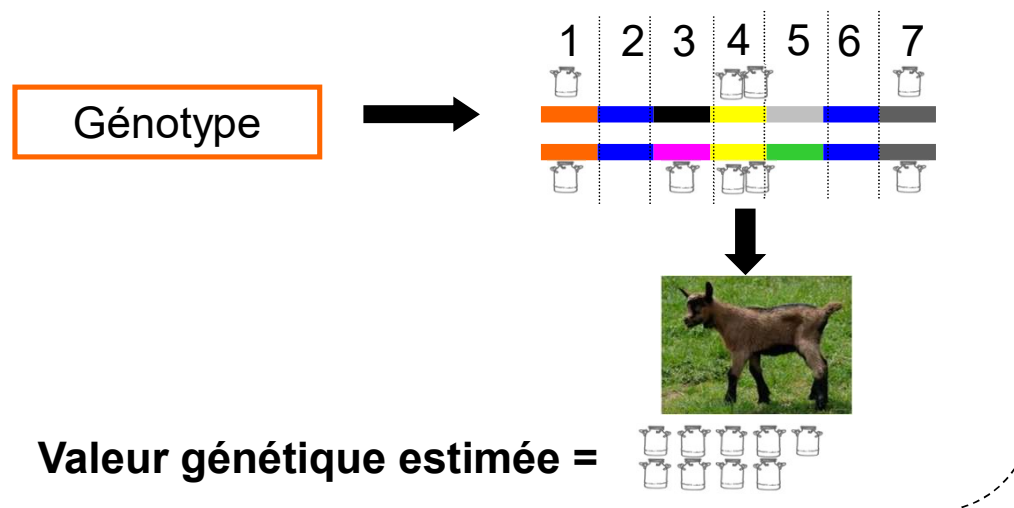
orange = 1  magenta = 1  noir = 1  jaune = 2 

# Principe de la sélection génomique

Etape 2 : prise en compte des effets des QTL ou SNP identifiés pour estimer la valeur génétique des individus de toute la population

On sait : = = = =

Application à un animal génotypé



# Apport de l'information génomique

- Intéressante quand:
  - Le reproducteur n'a pas de performance (ex: lait chez le mâle)
  - Phénotype tardif : (ex: longévité)
  - Héritabilité\* faible (ex: longévité)
  - Phénotype coûteux à obtenir (ex: méthane, efficacité alimentaire, parasitisme...)
- Permet:
  - Gagner en précision de l'index
  - Gagner en intensité de sélection (+ de jeunes mâles testés)
  - Possibilité de vérifier les paternités
  - Possibilité de connaître des gènes majeurs (caséines, ...)

\* Héritabilité : part de variabilité d'origine génétique (part transmissible à la descendance)



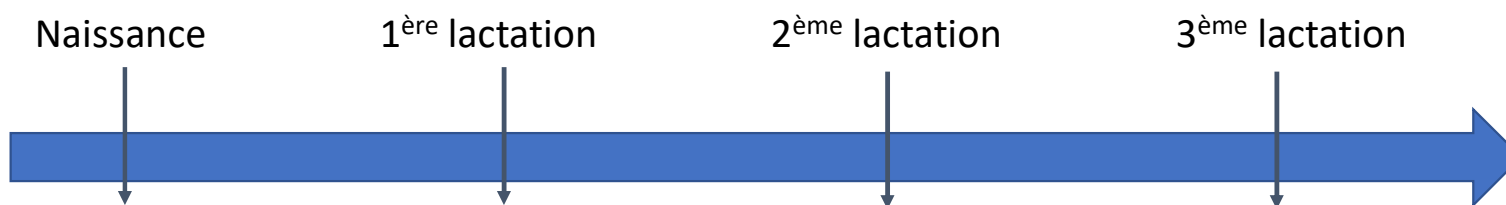
# Précision des index : le Coefficient de Détermination

- Il mesure le degré de confiance à accorder à un index
- Il varie entre 0 et 1
- Il tient compte de l'héritabilité\* du caractère
- Informations prises en compte dans le calcul du CD :
  - Performance(s) propre(s)
  - Ascendance
  - Descendance

\* Héritabilité : part de variabilité d'origine génétique (part transmissible à la descendance)

# Précision des index – Regardez le CD !

Evolution du CD au cours de la vie d'une chèvre (en moyenne)



Parents inconnus			
CD = 0,05	CD = 0,30	CD = 0,40	CD = 0,46
Père inconnu - mère connue			
CD = 0,16	CD = 0,36	CD = 0,45	CD = 0,50
Parents connus			
CD = 0,37	CD = 0,49	CD = 0,55	CD = 0,59

En rouge : diffusion de l'index possible

# Les caractères en sélection

- Les caractères de production laitière

Lait

Matière protéique (IMP)

Taux protéique  
(ITP)

Index de  
Production Caprin

Taux butyreux (ITB)

Matière grasse  
IMG

$$\text{IPC Alpin} = 1 \text{ IMP} + 0,4 \text{ ITP} + 0,1 \text{ IMG} + 0,2 \text{ ITB}$$

$$\text{IPC Saanen} = 1 \text{ IMP} + 0,4 \text{ ITP} + 0,2 \text{ IMG} + 0,1 \text{ ITB}$$

- Les cellules somatiques

- La fertilité à l'insémination artificielle

# Les caractères en sélection

- La morphologie

Index de  
Morphologie Caprin

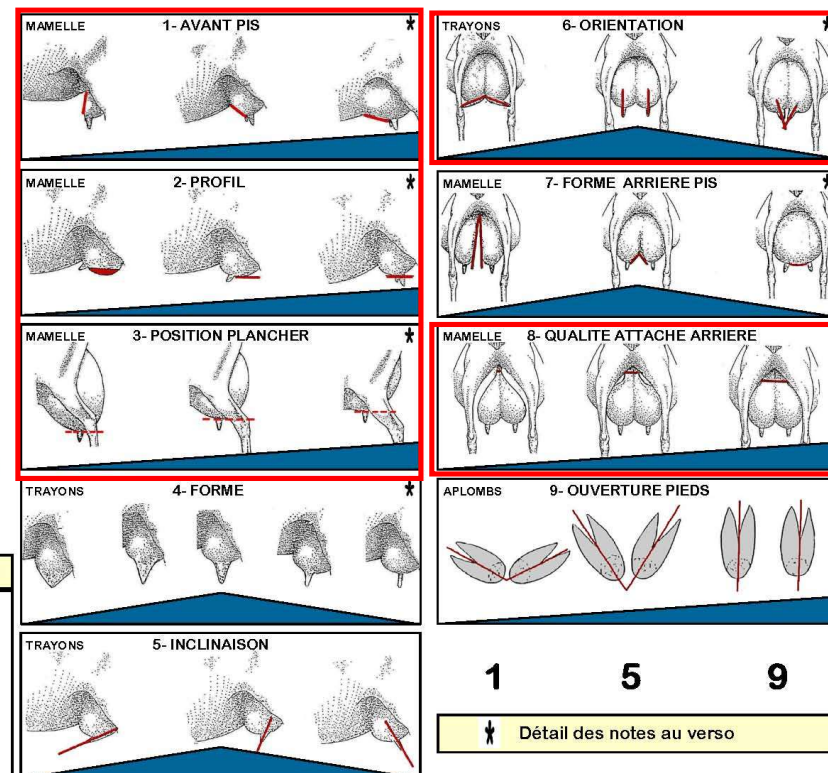
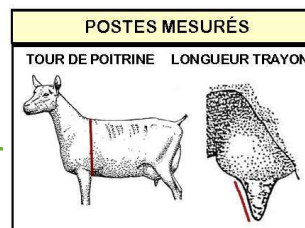
En Alpine et en Saanen :

IMC = Avant-pis + Profil mamelle +  
Hauteur plancher + Orientation trayons +  
Largeur attache-arrière

## GRILLE DE POINTAGE DES REPRODUCTEURS CAPRINS 2010

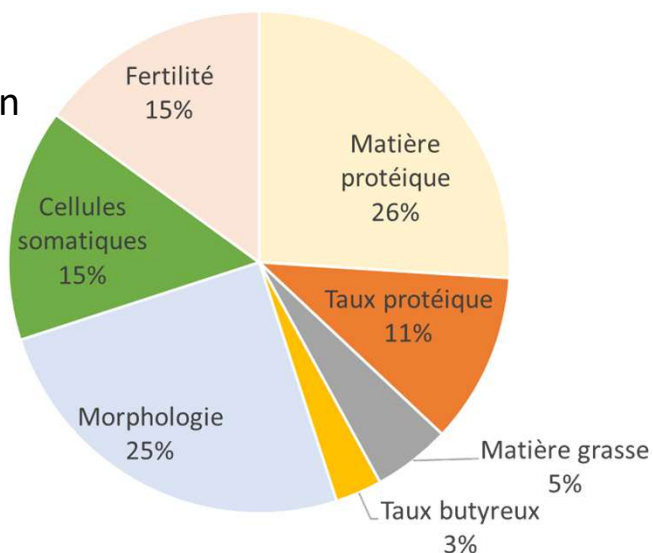


CAPGENES  
2135, Route de Chauvigny  
86550 Mignaloux-Beauvoir – France  
Tél. 33(0)5 49 56 10 75 – Fax. 33(0)5 49 56 46 53  
E-mail : capgenes@capgenes.com



# L'objectif de sélection : un objectif économique

Race Saanen



Index Combiné  
Caprin

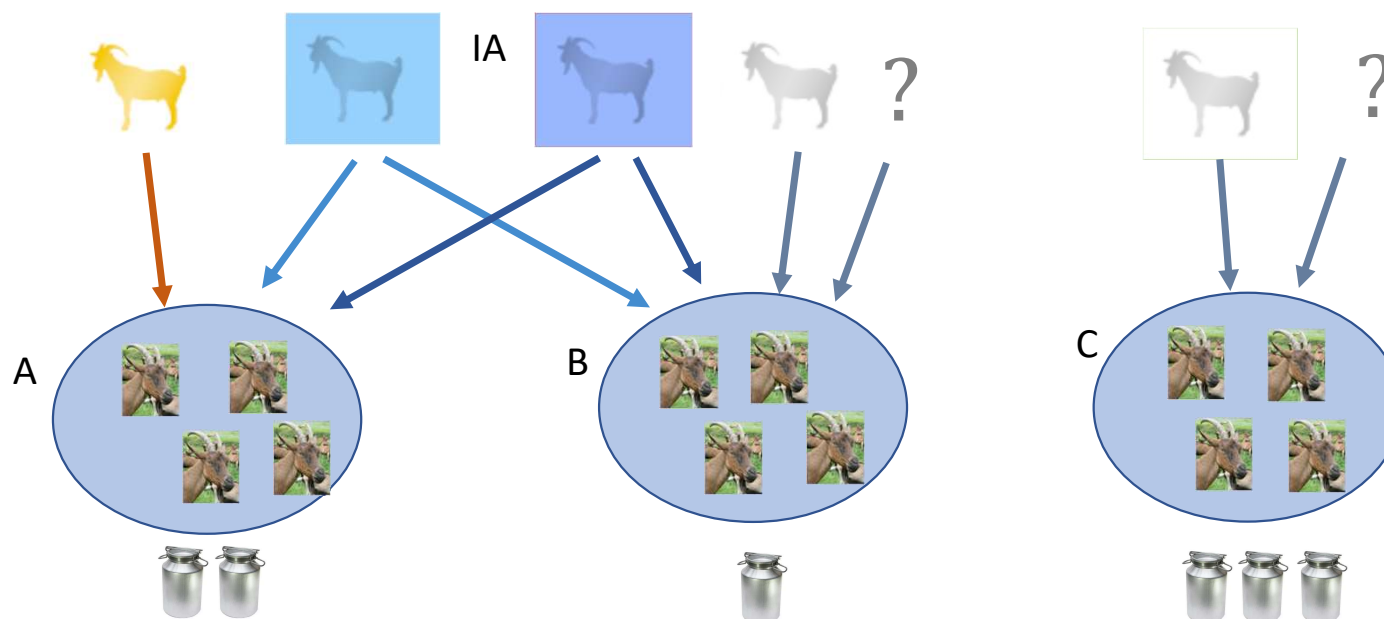
$$\text{ICC Alpin} = \text{IPC} + 0,4 \text{ IMC} + 0,2 \text{ INDCEL} + 0,3 \text{ FERTI}$$

$$\text{ICC Saanen} = 0,9 \text{ IPC} + 0,5 \text{ IMC} + 0,3 \text{ INDCEL} + 0,3 \text{ FERTI}$$

- + 1 point d'ICC = +12€/chèvre/an
- + 10 kg de lait = 950€/an pour un troupeau de 250 chèvres  
ou + 0,5 point de TP

# La connexion génétique : qu'est-ce que c'est ? A quoi ça sert ?

- Connexion génétique = ensemble des liens génétiques qui existent entre les élevages



→ Dissocier les effets génétiques et les effets liés à l'élevage

# Calcul de la connexion

- Un indicateur (CD de connexion) qui tient compte de toutes les sources de connexion :
  - filles issues d'un père d'IA
  - petites-filles issues d'un grand-père d'IA
  - achats de reproducteurs
- Il prend en compte les premières lactations des 3 dernières campagnes terminées
- Le CD de connexion varie entre 0 et 1

# Règles de connexion pour avoir des index diffusés

Pour être connecté, il faut :

CD de connexion  $\geq 0,40$

ET pourcentage de filiations paternelles  $\geq 30\%$

OU

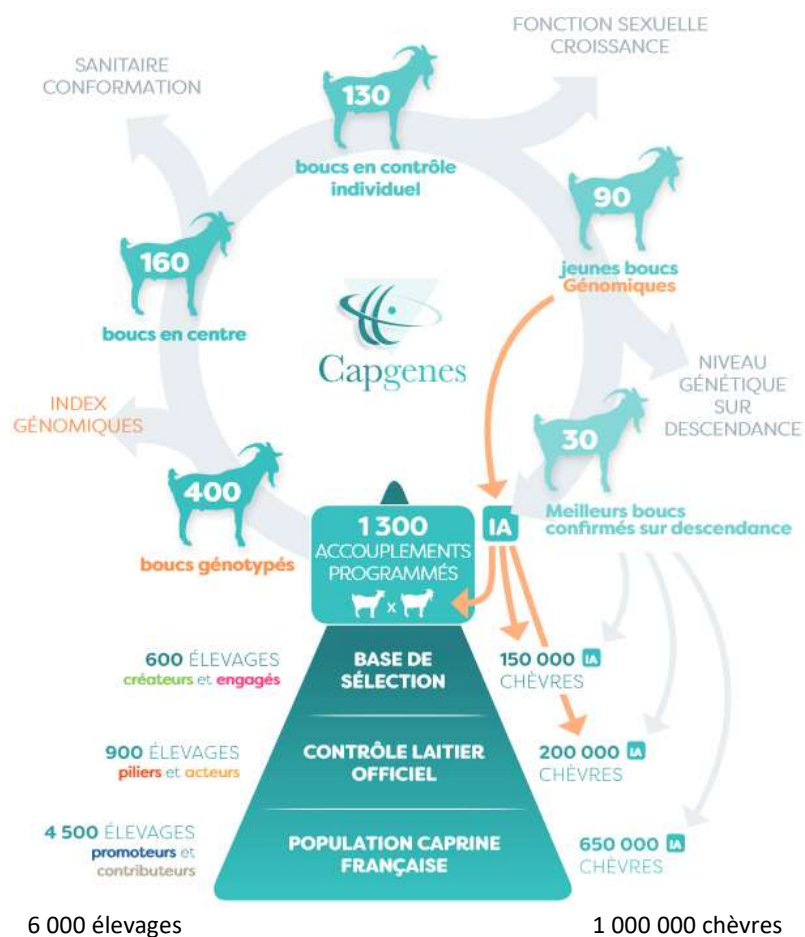
$0,20 \leq$  CD de connexion  $< 0,40$

ET pourcentage de filiations paternelles  $\geq 60\%$

	Adhésion Contrôle Laitier Officiel (CROS) + Capgènes	Adhésion Contrôle Laitier Officiel (CROS)	Adhésion Contrôle Laitier Simplifié (CLS)	Non adhérent Contrôle laitier
Elevage connecté	<b>CRÉATEUR</b>	<b>PILIER</b>	<b>PIONNIER</b>	<b>CONTRIBUTEUR</b>
Elevage non connecté	<b>ENGAGÉ</b>	<b>ACTEUR</b>	<b>PROMOTEUR</b>	



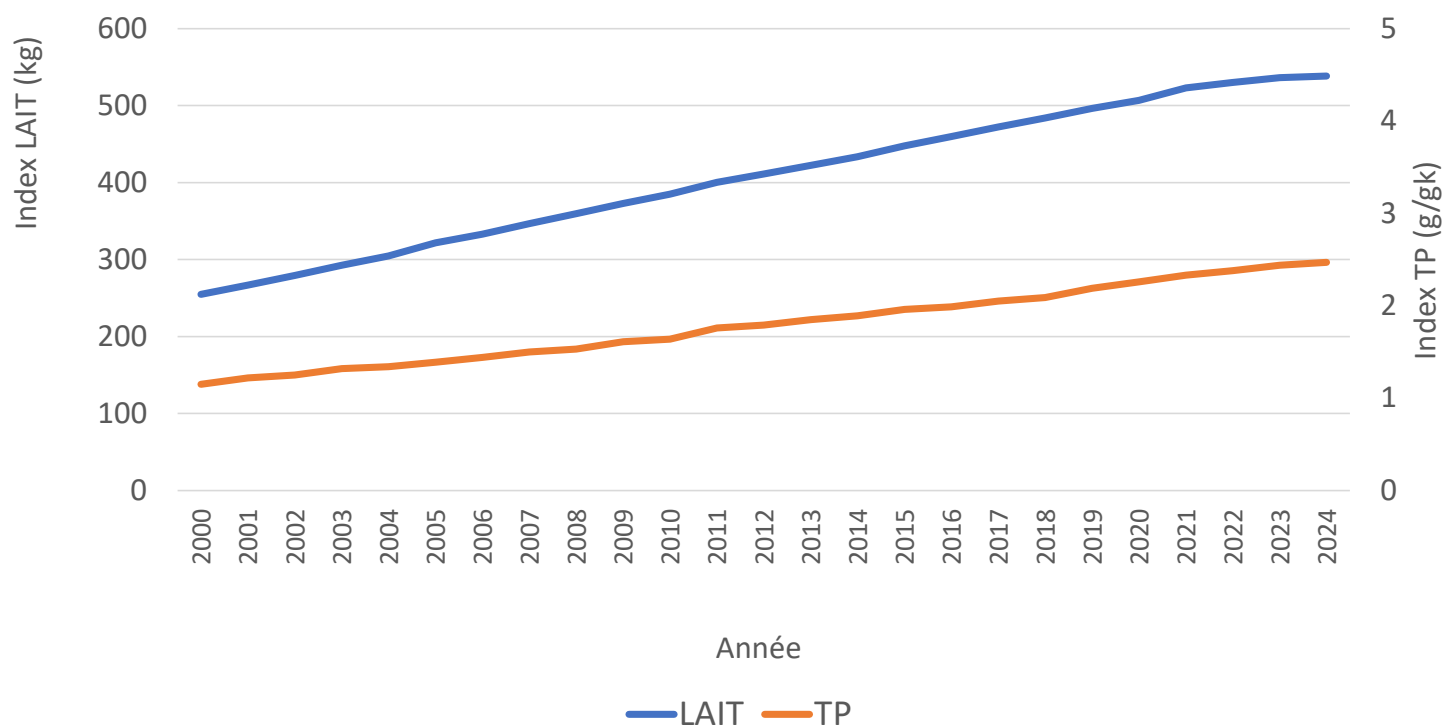
# Le schéma de sélection



	Adhésion Contrôle Laitier Officiel (CROS) + Capgènes	Adhésion Contrôle Laitier Officiel (CROS)	Adhésion Contrôle Laitier Simplifié (CLS)	Non adhérent Contrôle laitier
Elevage connecté	CRÉATEUR	PILIER	PIONNIER	CONTRIBUTEUR
Elevage non connecté	ENGAGÉ	ACTEUR	PROMOTEUR	

# Le progrès génétique

Evolution des index LAIT et TP au cours du temps en race Saanen



11,8 kg de LAIT/an

0,06 points de TP/an

# Les nouveaux caractères

La longévité et la maturité

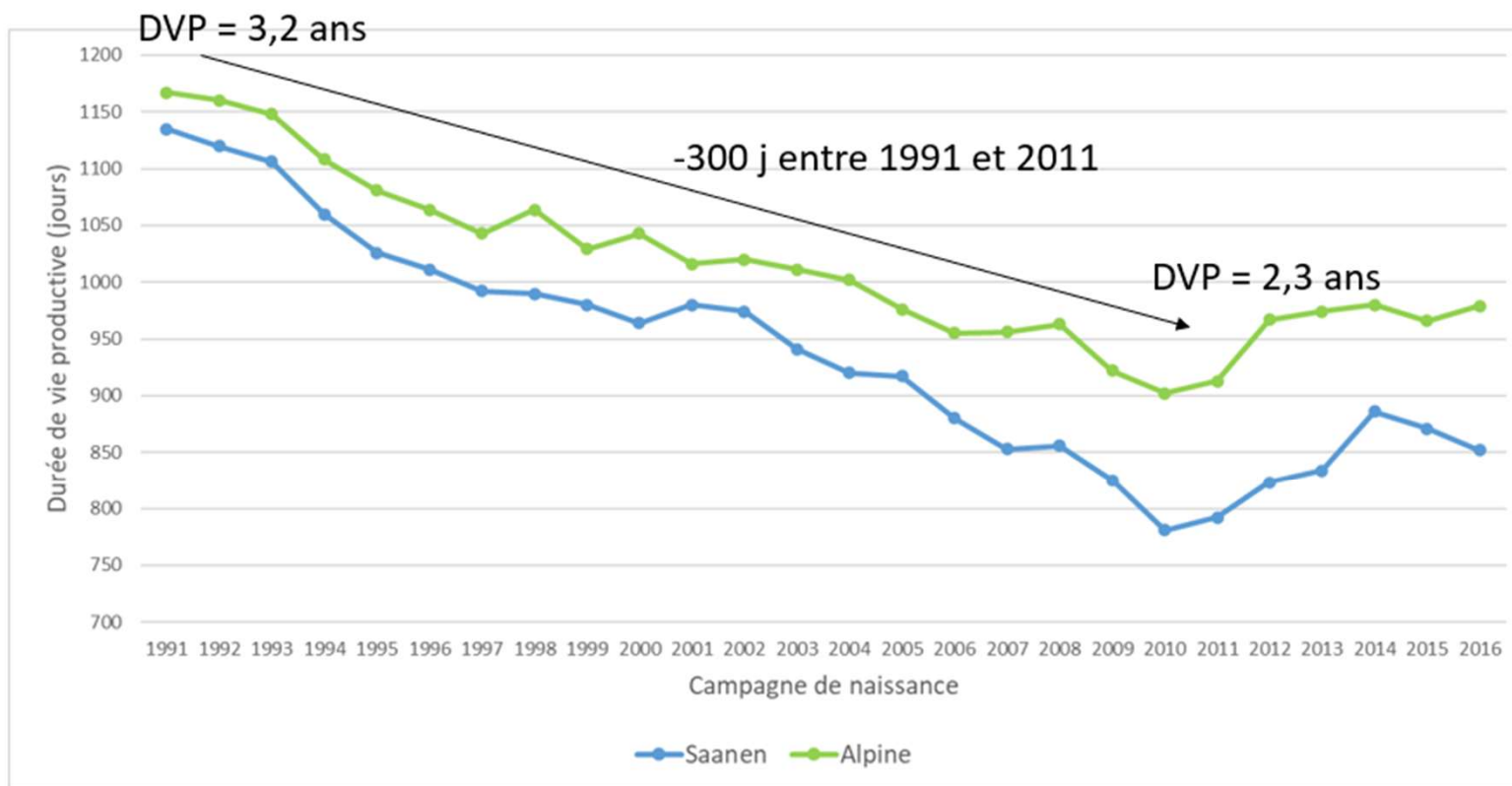


# Amélioration de la longévité des chèvres

- Pourquoi s'intéresse-t-on à la longévité?
- Pour la durabilité des élevages caprins :
  - **Economique** : coût d'élevage des chevrettes diminué (longévité plus élevée → taux de renouvellement plus faible → nombre de chevrettes élevées plus faible)
  - **Environnemental** : part de l'émission de méthane de la phase d'élevage des chevrettes réduite par rapport à la vie totale de la chèvre
  - **Social** :
    - pour l'éleveur : moins d'animaux malades et donc à réformer
    - pour les associations welfaristes (CIWF, WWF) : la longévité est associée à un meilleur bien-être des chèvres (mentionné également par la laiterie Triballat Rians)
  - **Génétique** : plus de choix pour le renouvellement

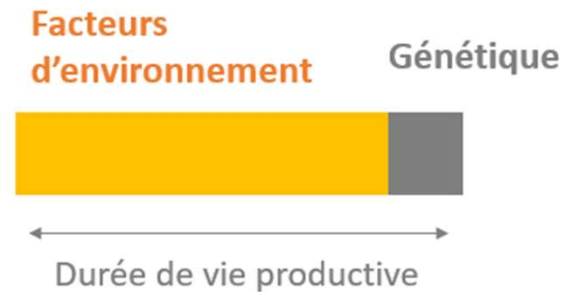
# Une longévité qui se dégrade

Durée de vie productive (DVP) : nombre de jours entre la 1<sup>ère</sup> mise bas et la réforme



# Indexation de la longévité fonctionnelle

- Analyses statistiques permettant :
  - Estimer l'héritabilité\*  $\approx 5$  à  $10\%$
  - Estimer les valeurs génétiques des boucs d'IA



## Avantage

→ l'organisme de sélection peut démarrer une sélection pour améliorer la longévité fonctionnelle

## Inconvénient

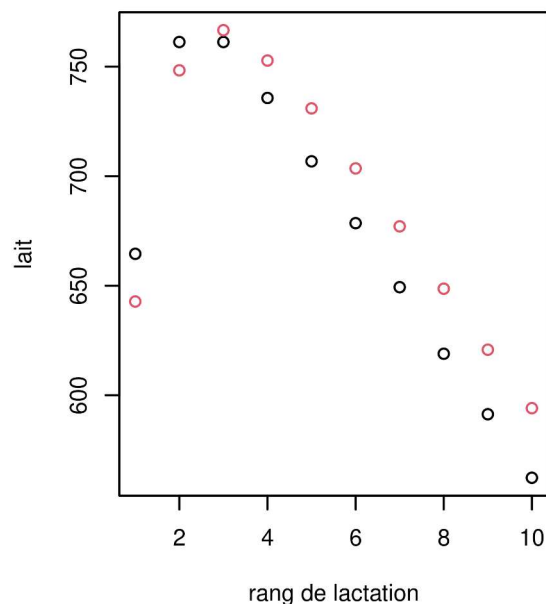
→ la faible héritabilité indique que la sélection va être faiblement efficace

\* Héritabilité : part de variabilité d'origine génétique (part transmissible à la descendance)

# Un nouveau caractère qui intégrera l'ICC : La maturité

○ Saanen ○ Alpine

race\_median\_production laitière



- Phénotype : L2/L1, L3/L1, L4/L1, L5/L1, L6/L1, L7/L1, L8/L1, L9/L1, L10/L1
- Lien défavorable entre une production laitière importante en première lactation et la longévité
- Héritabilité\* de la maturité égale à 12% en Saanen et 14% en Alpine
- Corrélation entre la longévité et la maturité de +0.6

\* Héritabilité : part de variabilité d'origine génétique (part transmissible à la descendance)

# Les nouveaux caractères

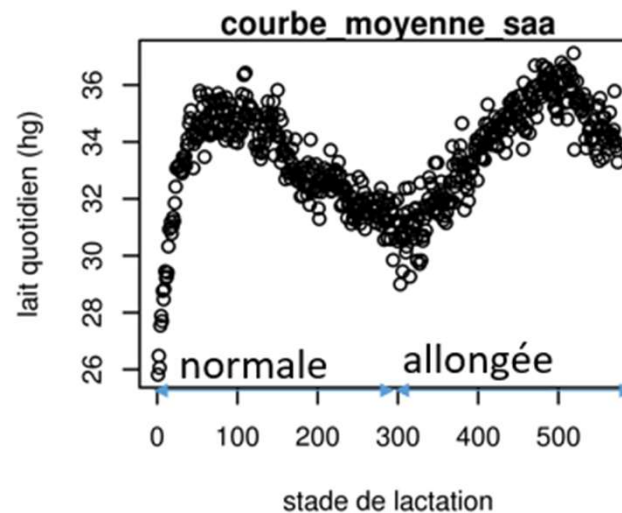
L'aptitude à faire des lactations longues





# Indexation de la capacité à produire du lait en lactation longue

- Projet ESCaLL en cours : rEsilience des Systèmes Caprins par l'intégration des Lactations Longues

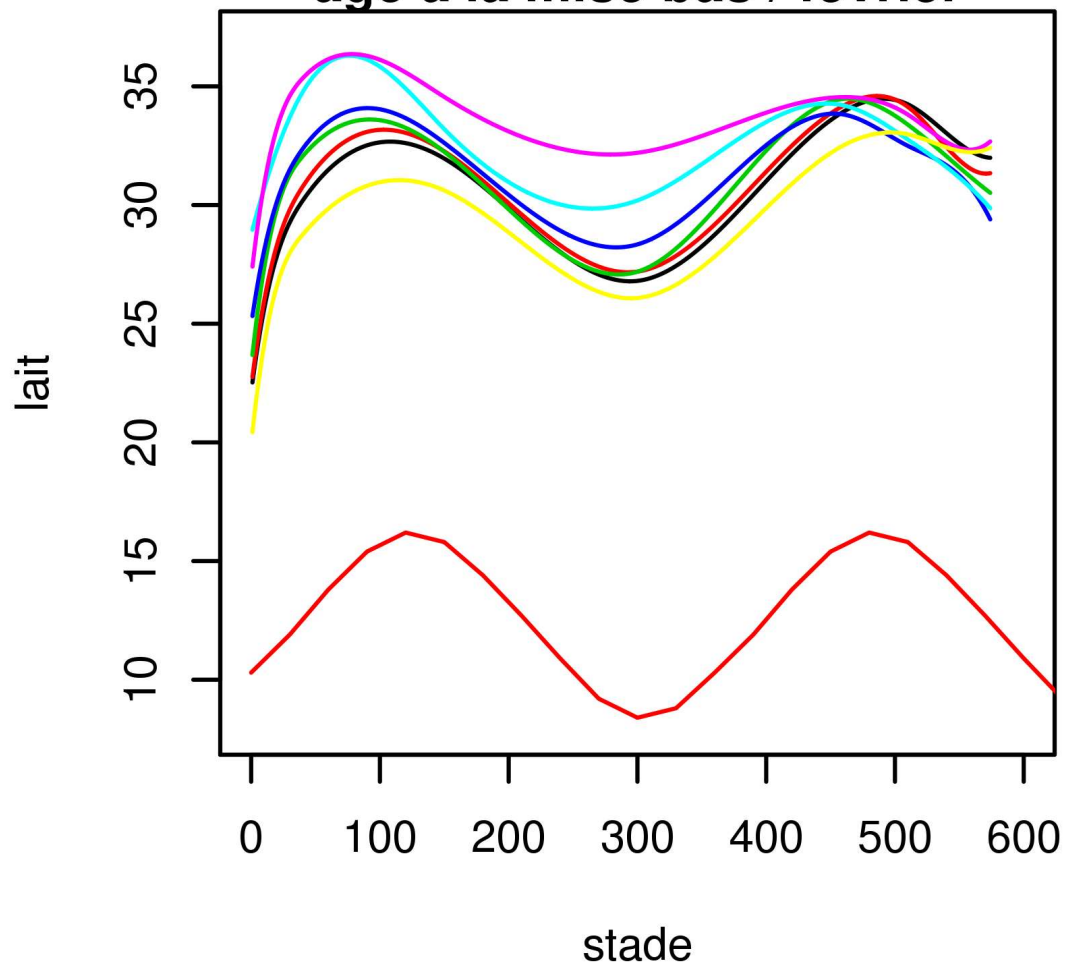


- Corrélation génétique entre le lait en 250 jours et le lait entre 250 jours et 580 jours = 0,87

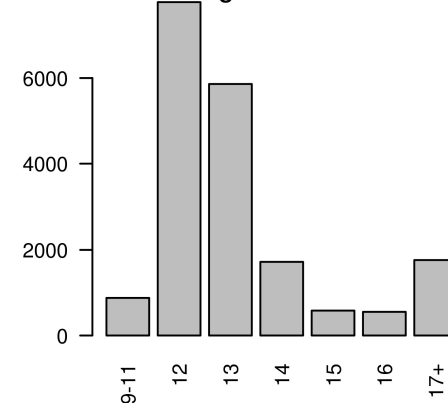


# Effet de l'âge à la Mise bas

âge à la mise bas / février



âge mise bas



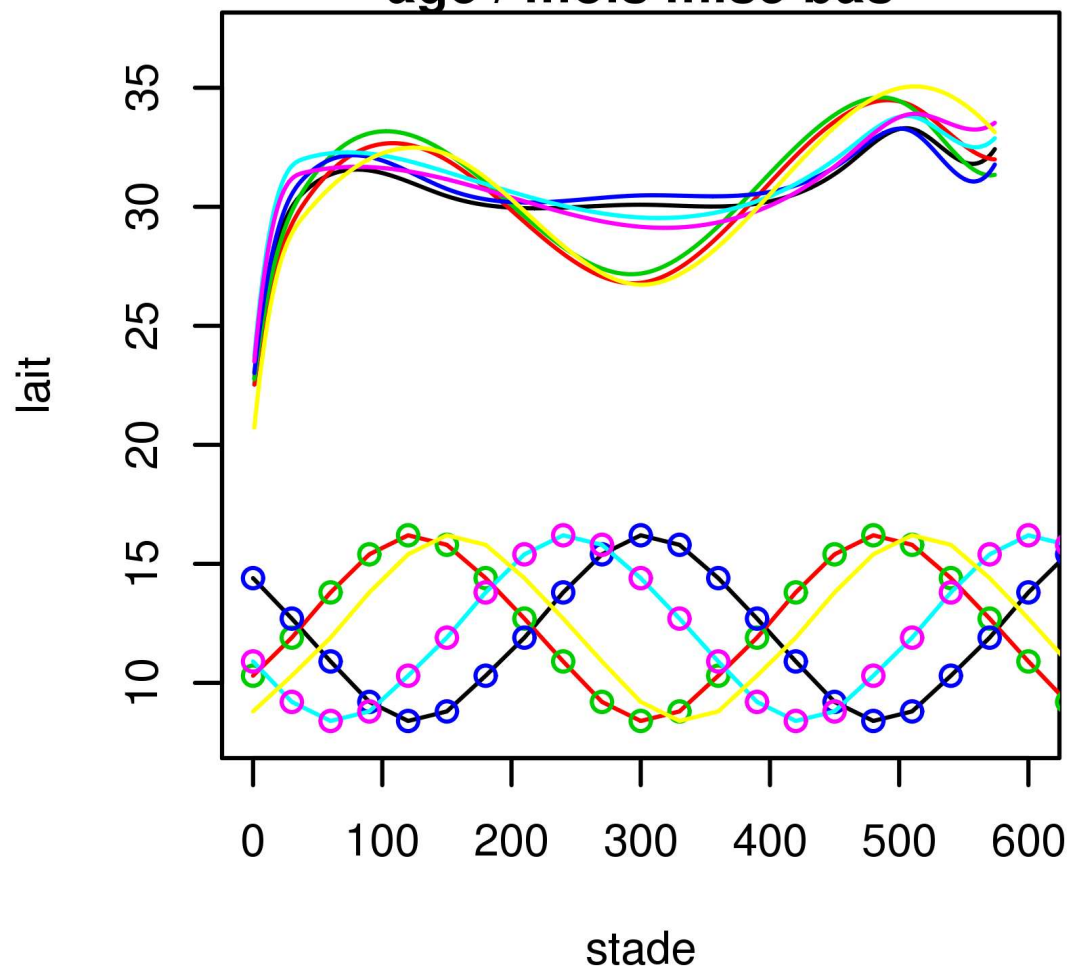
âge à la mise bas/mois

- 9-11/2
- 12/2
- 13/2
- 14/2
- 15/2
- 16/2
- 17+/2

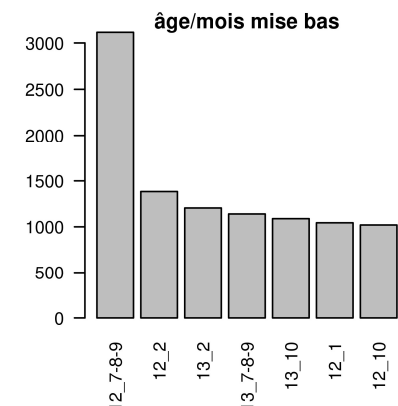


# Combinaisons Usuelles âge/mois de mise bas

âge / mois mise bas



Durée du jour en h



âge à la mise bas/mois

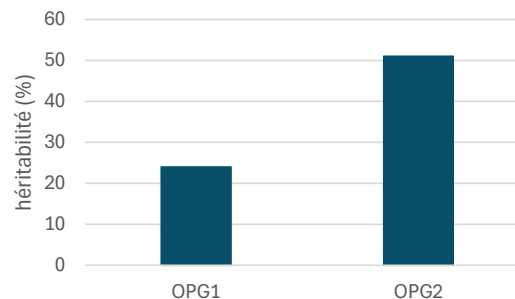
- 12/7-8-9
- 12/2
- 13/2
- 13/7-8-9
- 13/10
- 12/10
- 12/1

# Les nouveaux caractères

La résistance au parasitisme gastro-intestinal

# Infestation des boucs d'IA

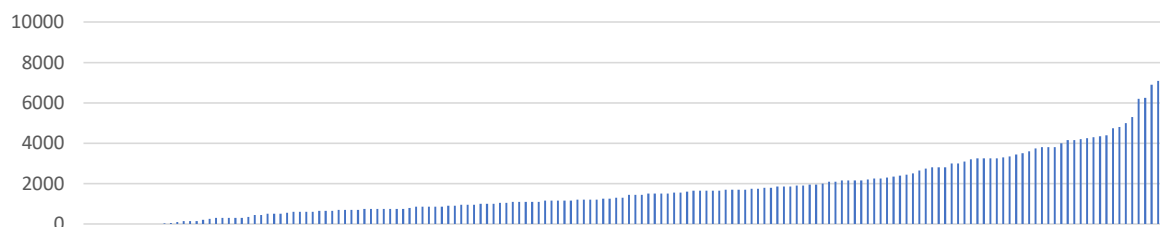
- Principe : 2 infestations expérimentales successives des boucs d'IA et mesure du nombre d'Œufs de parasites Par Gramme de fèces (OPG)
- Héritabilité :



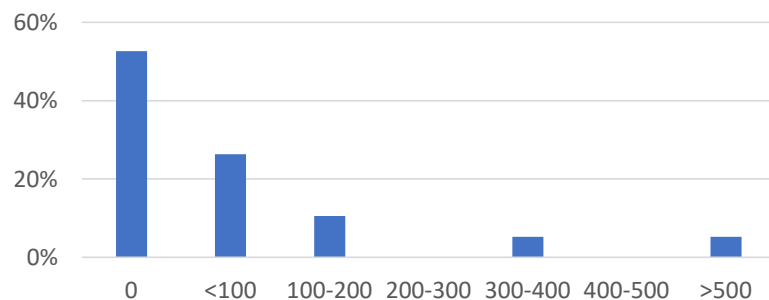
\* Héritabilité : part de variabilité d'origine génétique (part transmissible à la descendance)

# Réponse des filles au pâturage

OPG des pères

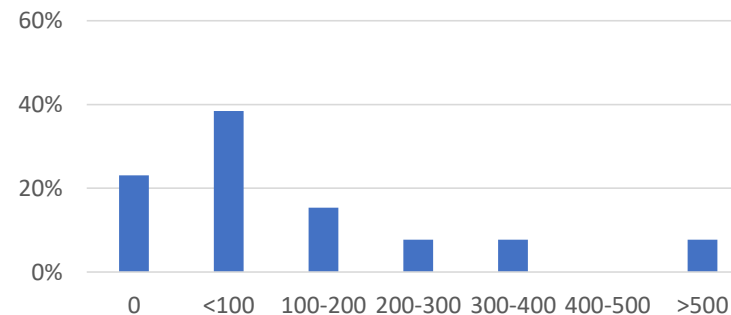


Fréquence des filles



OPG des filles

Fréquence des filles



OPG des filles

La résistance au parasitisme gastro-intestinal des mâles se transmet à leurs filles

# Un nouvel indicateur pour les éleveurs pâturant

- Un indicateur « pâturage » sur les catalogues des boucs d'IA basé sur l'OPG



- A terme, un index pourra être calculé. Il prendra en compte la résistance de l'hôte (basée sur l'OPG) ainsi que sa résilience (capacité à rester en bonne santé, malgré l'infestation)

# Les nouveaux caractères

La résistance au CAEV



# Le CAEV

- L'Arthrite Encéphalite Virale Caprine est responsable d'arthrite, mais aussi de problèmes mammaires, nerveux ou pulmonaires
- Prévalence forte : 92% Grand Ouest, 64% AURA\*
- Impact technico-économique élevé :  $\geq +93\text{€}$  / chèvre négative CAEV\*\*

\* OMACAP

\*\* résultats Sérocaptank

# Etude de la résistance génétique au CAEV : premiers résultats

- Un dispositif génétique en ferme : 2 200 chèvres de races Alpine et Saanen
  - mesure de la séropositivité (sérologie) : présence du virus dans l'organisme
  - mesure de la présence d'arthrite : évolution de l'infection vers l'expression de signes cliniques
  - génotypages
- Premières valeurs d'héritabilité\* : entre 10 et 18%
- A terme, une sélection génétique pourrait être envisagée, même si l'arthrose et le CAEV semblent être 2 caractères différents (corrélation de 0,18)



\* Héritabilité : part de variabilité d'origine génétique (part transmissible à la descendance)

# Merci de votre attention

Retrouvez les diaporamas de nos conférences  
sur **idele.fr**



Venez échanger avec nos ingénieurs  
sur **notre stand - hall 2**

