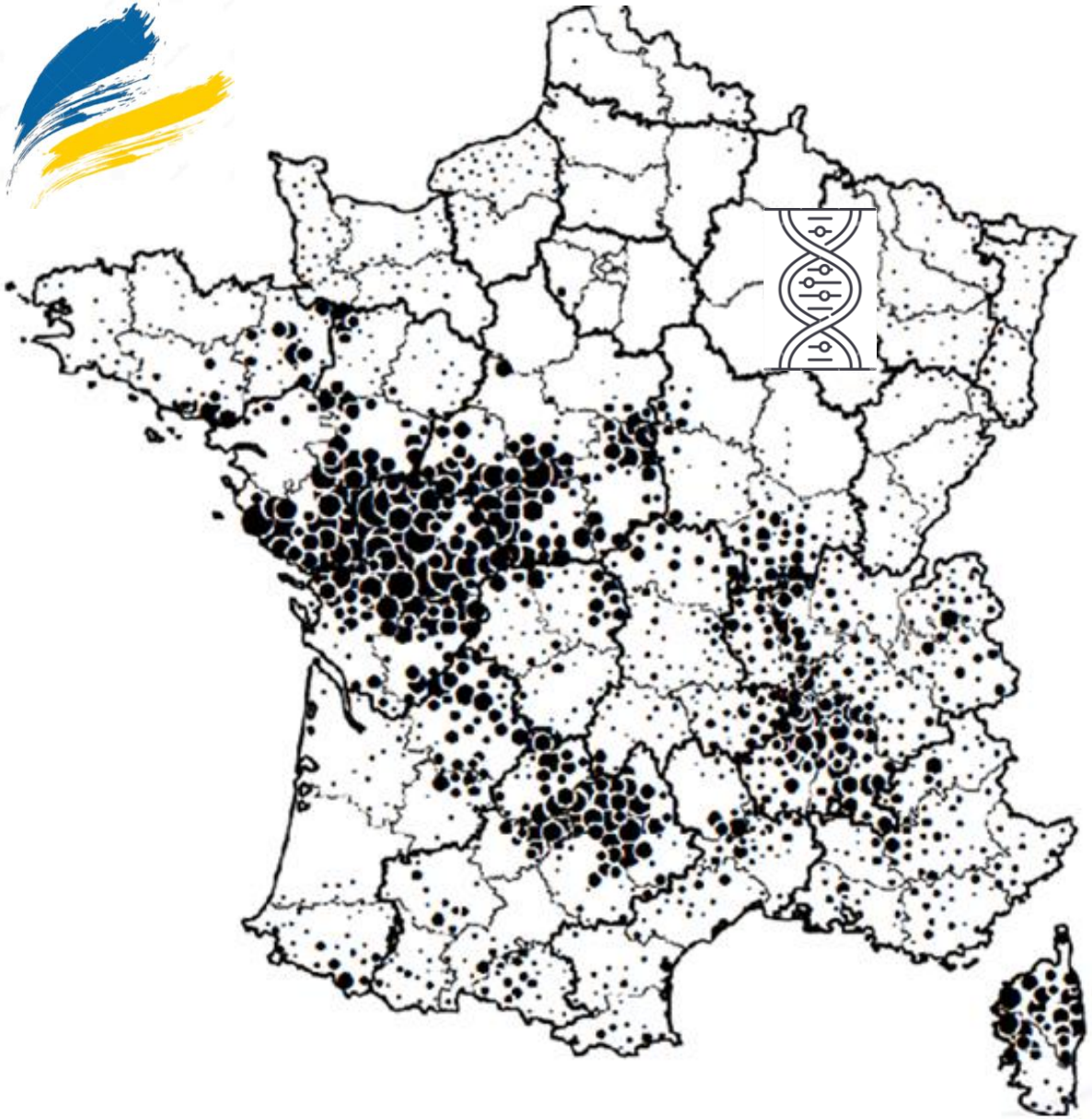


Actualités et enjeux de la sélection caprine française

37° Comité Technique du Cluster REXCAP de Nouvelle-Aquitaine & Pays de la Loire

Jeudi 17 mars 2022 en visioconférence

Les organisateurs tiennent à remercier chaleureusement les intervenants pour leurs travaux et présentations: Isabelle Palhiere; Virginie Clement; Apolline Bailly; Pierre Martin ; Marjorie Chassier; Mathieu Arnal; Olivier Danel;

A l'ordre du jour

- **9h45 : Introduction** *par Vincent DECOUX, président du Cluster REXCAP*
- **10h00 :** Les enjeux de la génétique caprine et les orientations du futur PNDAR (2022-27) *Pierre MARTIN,*
- **10h30 :** La génomique qu'est-ce que cela change à la sélection ? *Virginie CLEMENT et Isabelle PALHIÈRE,*
- **11h00 :** Premier résultats du programme européen *Smarter* sur les critères d'efficience et de résilience dans la sélection génétique des petits ruminants, *Apolline BAILLY-SALINS, et Marjorie CHASSIER*
- **11h30 :** Recherche de résistance génétique aux strongles, *Virginie CLEMENT et Pierre MARTIN,*
- **12h00 :** Futurs index en lien avec la longévité : Fertilité, nouveaux index laitiers, anomalies génétiques, *par Mathieu ARNAL,*
- **12h30 :** la génétique caprine à l'international, enjeux et modalités de développement ? *Olivier DANEL, éleveur et Pierre MARTIN,*
- **12h50 :** Conclusion de la journée, perspectives et enjeux de la génétique caprine française,

Liste des participants

Futur Programme National de Développement Agricole et Rural les enjeux pour la génétique caprine 2022-2027

AVANÇONS ENSEMBLE

Enjeux pour la filière

- *Renouvellement des générations éleveurs*
- *Transition agroécologique et énergétique*
- *Amélioration de la performance sanitaire : lutte contre l'antibio-résistance, maitrise du risque sanitaire*
- *Amélioration de la performance sociétale : bien-être animal, référentiel RSE*

AVANÇONS ENSEMBLE

Quel impact sur la recherche et développement

- *Réduction des intrants (alternatives aux hormones de la reproduction)*
- *Qualité du lait pour une meilleure transformation fromagère*
- *Maintenir la biodiversité génétique caprine*
- *Améliorer la rusticité et la longévité*
- *Accompagner le développement du programme Gènes Avenir porté par Capgènes et ses partenaires*

Cette recherche-développement est conduite majoritairement par INRAE et IDELE particulièrement dans le cadre de l'UMT GENEPHYSE

AVANÇONS ENSEMBLE

Des enjeux sur la collecte des données

- *Des évolutions depuis quelques années : adaptation du protocole de contrôle laitier **avec les ECEL** (LIU, écart moyen entre deux contrôles), protocole B (contrôle par l'éleveur), utilisation des compteurs à lait*
- *Des ambitions :*
  - *Nouveaux caractères à explorer*
  - *Faire parler davantage les échantillons de lait prélevés*
  - *Utiliser davantage l'identification électronique, les capteurs…*
  - *Rendre interopérable les systèmes d'infos pour permettre de valoriser davantage les données collectées dans les élevages*

Des enjeux sur les interactions génétiques et milieu

- *un constat : La génétique ne s'exprime pas de la même façon dans le temps et dans l'espace*
- *Ambition : mieux prendre en compte les interactions entre la génétique des animaux et els systèmes d'élevage dans lesquels ils évoluent*
  - *Par l'indexation*
  - *Grâce à une meilleure connaissance des effets de l'environnement*
  - *Nouvelle discipline l'Epigénétique :* Par exemple, une même larve d'abeille deviendra une reine ou une ouvrière en fonction de la façon dont elle est nourrie, et un même œuf de tortue peut éclore en mâle ou femelle en fonction de la température

AVANÇONS ENSEMBLE

Des enjeux sur les méthodes d'indexations

- *Automatisation de la chaine d'indexation avec intégration des données génomiques*
- *Augmentation de la population génotypée :*
  - *2018 : boucs mis en testage uniquement (80 apr an)*
  - *2019: Boucs entrés en centre (160 à 180 par an)*
  - *2020 : boucs issus des accouplements programmés conformes après la visite à 1 mois (450 par an) + femelles dans le cadre de programme de recherche*
  - *2021 : mère des boucs entrés au centre*
  - *2022 : encore davantage d'animaux*

AVANÇONS ENSEMBLE

Et pour demain en Génétique ?
2022 - 2024

Nouveaux caractères pris en compte sous forme d'index

- **Production de semences** sur les boucs d'IA pour adapter les rythmes de collectes (indexation expérimentale)
- **Longévité** à partir de la durée de vie des filles (indexation expérimentale) mais des index dont la précision est modérée :
  - Héritabilité faible
  - Il faut attendre que les filles aient fini leur carrière pour avoir un index précis du bouc (± 6 ans)

AVANÇONS ENSEMBLE

Et pour demain en Génétique ?
2022 - 2024

Des caractères liés à la longévité en cours d'étude

- Évolution du pointage avec prise en compte de nouveaux indicateurs : **déséquilibre mamelle** depuis 2016 et **kystes lactés** depuis 2018
- Collecte de données sur des caractères de **santé-bien-être** à l'échelle individuelle (projet **Smarter**)
- Enregistrement des **causes de réforme** dans quelques élevages, afin de mieux comprendre la longévité (projet **Smarter**)

AVANÇONS ENSEMBLE

Et pour demain en Génétique ?
2022 - 2024

Nouveaux caractères pris en compte sous forme d'index

- **Evolution dans l'indexation laitière : vers une indexation maturité** (Action innovante FGE financée par Apis gène : Projet Malo)

- **Nouvel index fertilité** pour début 2023
- **Evolution de l'ICC** pour début 2023 intégrant davantage de caractères de longévité et de résilience

AVANÇONS ENSEMBLE

Projet Futur ICC (2023)

Indexation de **janvier 2023** : déploiement d'un **nouvel ICC** en races Alpine et Saanen

- Intégration des index **cellules somatiques** et **fertilité à l'IA**

  ICC actuel Alpine : 66,7 % PROD / 33,3 MORPHO

  ICC actuel Saanen : 62,5% PROD / 37,5% MORPHO

- Dans le nouvel ICC, les cellules et la fertilité représenteront à elles deux 25 à 30 % de l'objectif de sélection
- Objectif : progresser + vite sur les cellules, progresser sur la fertilité à l'IA, maintenir le progrès sur les critères de production et de morphologie

Attention, reclassement des animaux à prévoir

AVANÇONS ENSEMBLE

Et pour demain en Génétique ?

2022 - 2024

Suivez le programme!!!!!

AVANÇONS ENSEMBLE

Des enjeux sur les méthodes d'indexations

- *Amélioration continue des méthodes d'indexation pour une évaluation génétique plus précise (CD)*
- *Test d'une évaluation génétique européenne sur les races alpine et saanen*

AVANÇONS ENSEMBLE

La génomique, qu'est-ce que cela change à la sélection ?

Etat des lieux pour le schéma de sélection

La génomique pour les aspects sanitaires – Exemple de la paratuberculose en bovins

Isabelle Palhière, INRAE

Virginie Clément, Institut de l'Elevage

INSTITUT DE L'ELEVAGE idele

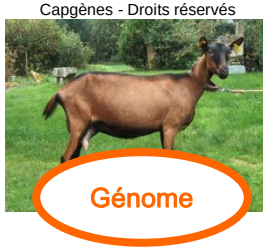
UMT GPR

INRAE

Etat des lieux pour le schéma de sélection

Isabelle Palhière (INRAE)

La sélection « classique »



On ne connaît pas les gènes ni leur localisation

Les caractères observés sont le produit de gènes

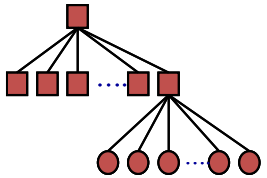
Phénotype (performance) = expression du génome dans un environnement donné

Phénotypes

kg de lait, TP, TB,…

+

Généalogies



Modèle mathématique

BLUP

Index

valeur génétique estimée d'un animal

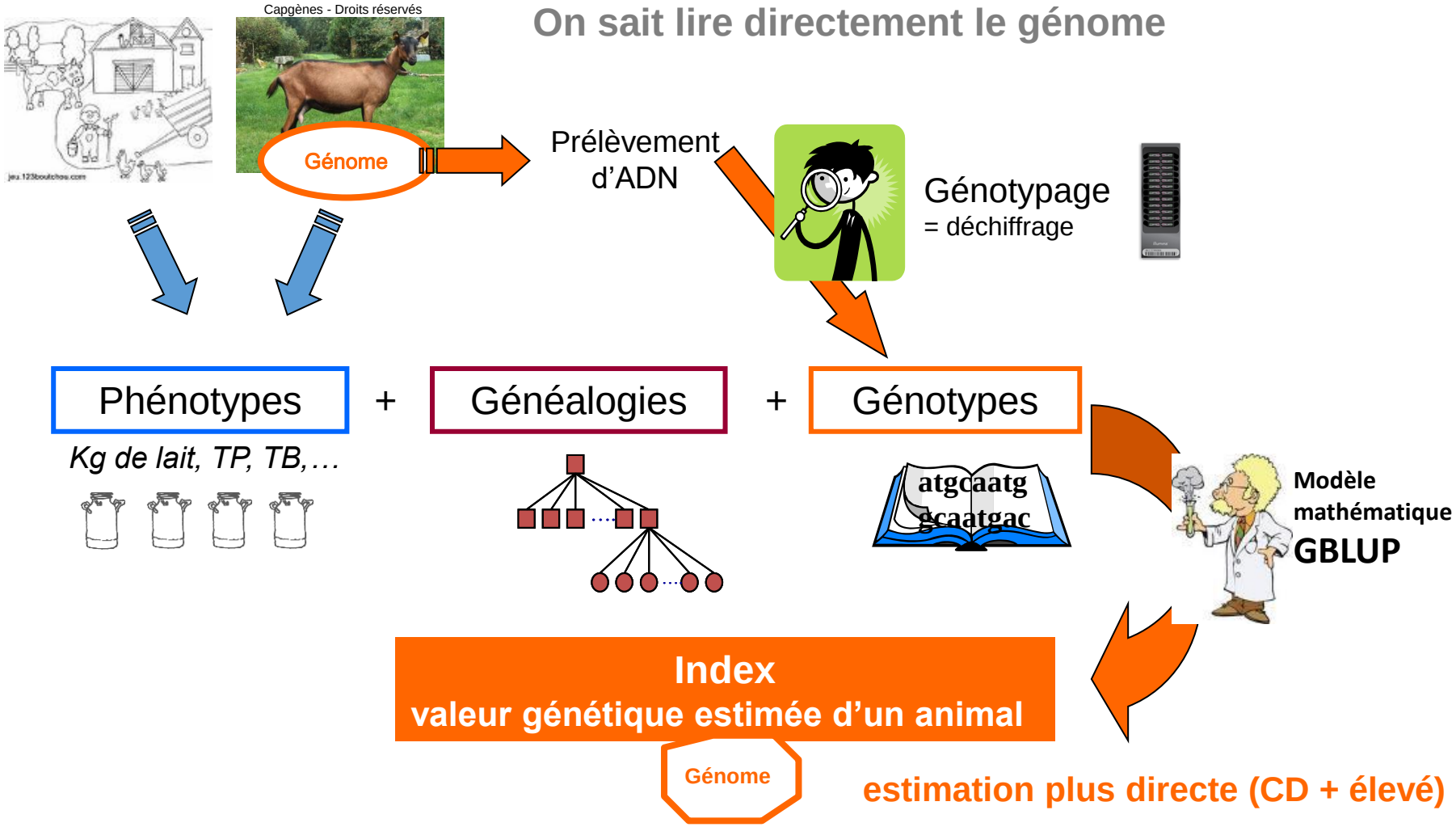
Génome

estimation indirecte (CD)

Efficace et opérationnel → progrès génétiques importants

MAIS …. des contraintes et des freins

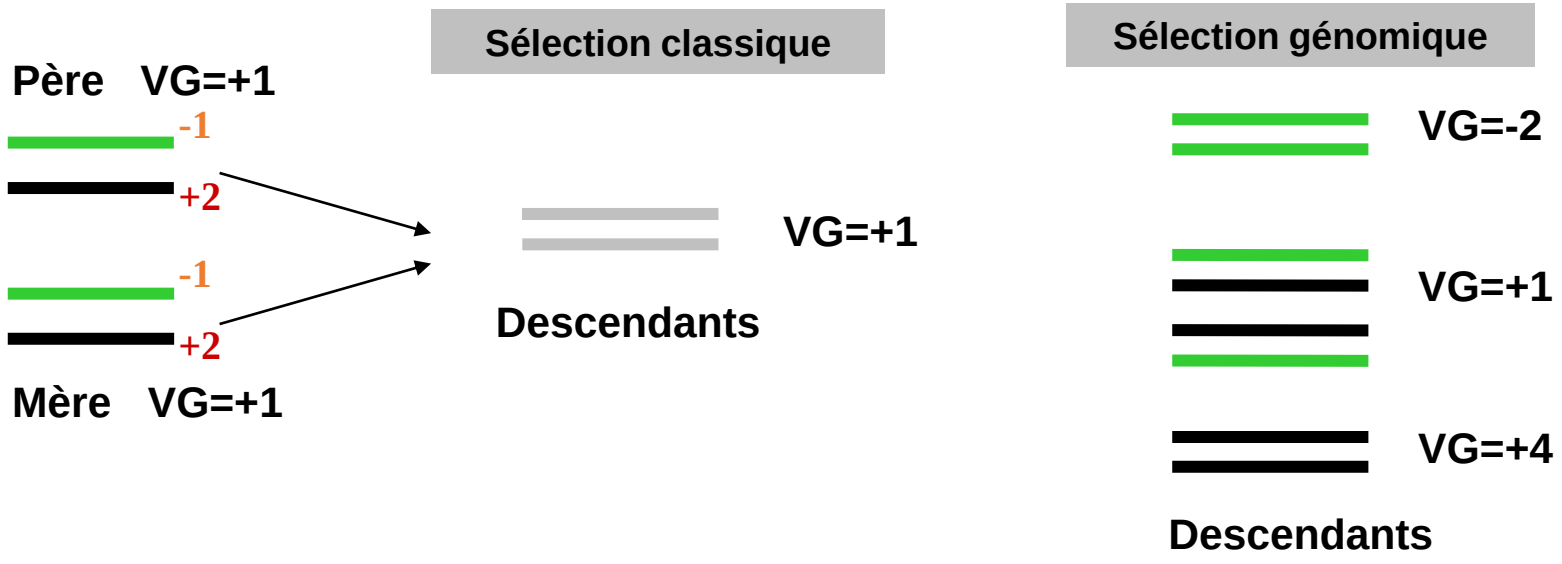
Avec la génomique…



1er point favorable

Possibilité d'avoir une estimation **fiable** de la valeur génétique (VG) des animaux **peu après leur naissance**

Dès la naissance, on sait quel fragment chromosomique un descendant a reçu de ses parents (aléa de méïose)



Conséquence

- Avantage surtout pour le schéma de sélection → boucs IA

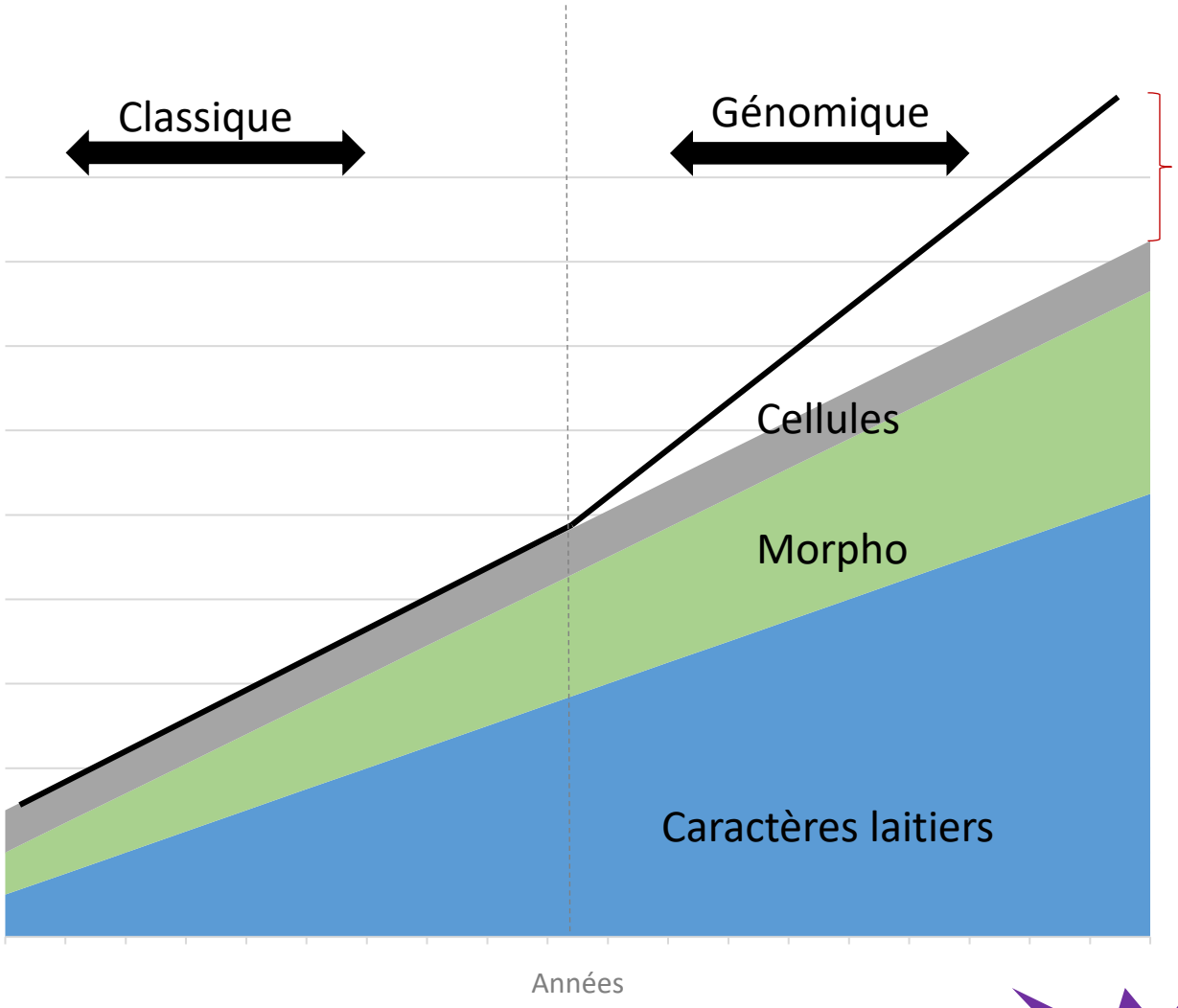
  - Choix des meilleurs mâles en se trompant moins
  - Utilisation plus précoce des mâles (↘ intervalle génération)

↓

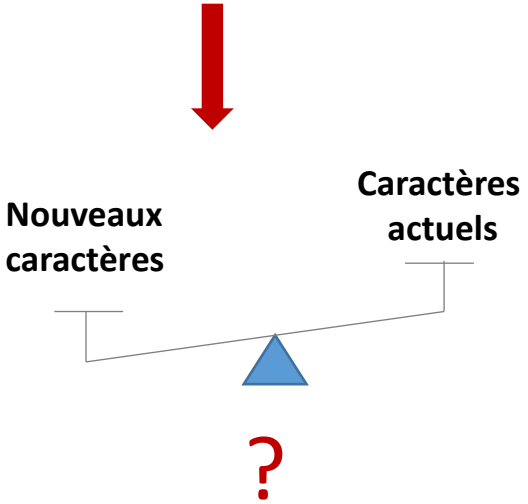
Progrès génétique plus important

→ Sélection plus efficace sur les caractères actuels
→ Possibilité de sélectionner sur d'autres caractères

- Avantage aussi pour les femelles, dans une moindre mesure



Progrès génétique supplémentaire



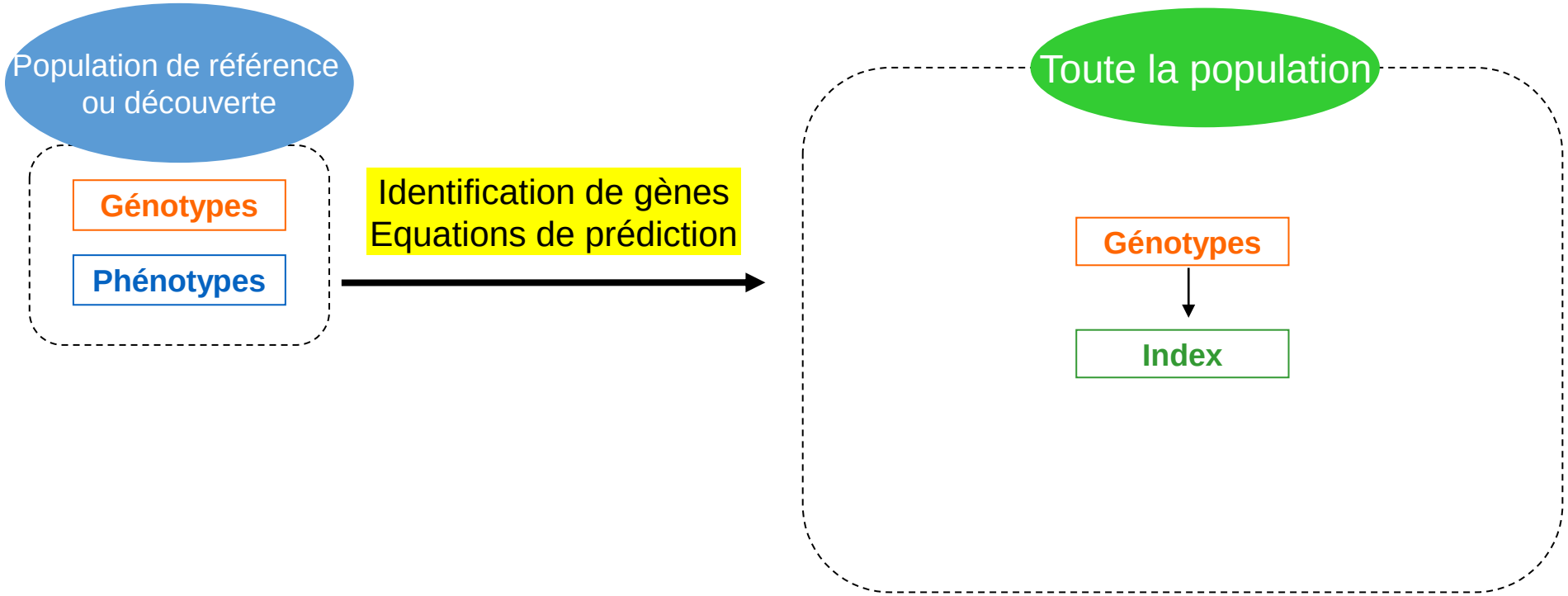
LAIT +10 kg / an (2000-2018) → +30-40% (boucs IA) → +14 kg / an (2019-2022)

Attention peu de recul

2eme point favorable : diversification des caractères

1. Nouveaux caractères, peu héritables → + efficace avec la génomique
   Ex : fertilité IA, longévité
   Population indexée = population avec phénotypes

2. Programme de phénotypage et génotypage ciblé sur quelques milliers d'animaux
   Caractères difficiles et/ou couteux à mesurer
   Ex : efficacité alimentaire, santé



3eme point favorable : puce SNP multi-service

Index

Gènes d'intérêt, 7 actuellement

Tremblante, DGAT1 (x2), Caséine, Sans corne, Pampilles, Cou rose

Anomalies génétiques à l'avenir

Contrôle de filiation

Assignation de parenté

Diversité génétique

La génomique pour les aspects sanitaires

Exemple de la paratuberculose en bovins

Virginie Clément (Institut de l’Elevage)

Réalisé avec l’appui de M.P. Sanchez (INRAE) et D. Boichard (INRAE)

La paratuberculose

- Maladie infectieuse (*Mycobacterium avium paratuberculosis* ou MAP) touchant l'intestin

- Responsable de diarrhées, perte de production, amaigrissement, et entraînant la mort

- Les animaux sont contaminés très jeunes (<6 mois) mais la durée d'incubation est très longue : premiers symptômes observés entre 2 et 6 ans

- Manque de sensibilité et de spécificité des tests de détection (Elisa, PCR)

- Maladie incurable

- Il existe une composante génétique à la résistance/sensibilité

Objectif : analyse du déterminisme génétique de la résistance à la bactérie en races Holstein et Normande

Projet PARADIGM (APIS-GENE & GDS France) et programme PICSAR (INRAE-GISA) 2014-2016

Données des GDS du Grand Ouest - 2020

Présentation des résultats obtenus en race Holstein

Différentes étapes :

1. Collecte des phénotypes

2. Constitution d’une population de référence

3. Estimation des paramètres génétiques

4. Recherche de régions du génome ayant un lien avec la résistance/sensibilité à la paratuberculose

5. Mise en place d’une sélection génomique pour la résistance à la paratuberculose

Collecte des phénotypes

Remontée du statut MAP des vaches depuis 2015

Données individuelles : n° animal

Information troupeau

Constitution d'une population de référence

Effectif total d'animaux avec phénotypes :

	HOL
Cas cliniques + subcliniques	19 038
Animaux sains	228 337
Total	**247 375**

HOL
13 937
42 829
56 766

Sélection des données

Sélection sur l'âge : 24 mois minimum pour les infectées

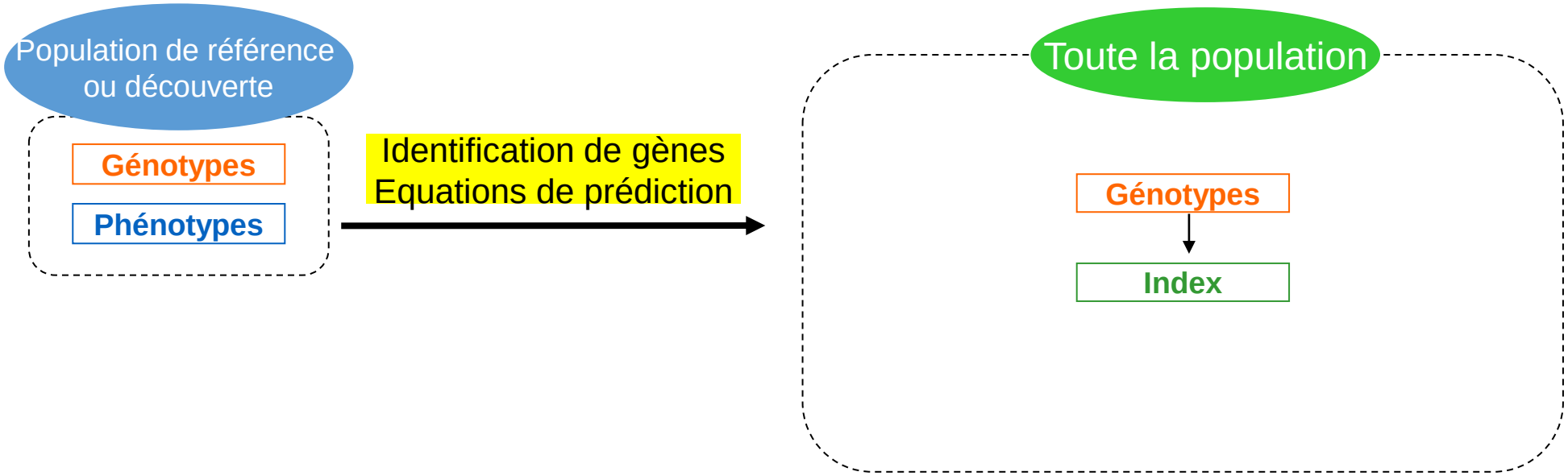
36 mois minimum pour les non infectées

Sélection des élevages avec au minimum une vache infectée et une vache non infectée nées la même année dans le même élevage

Constitution d'une population de référence

Taille de la population de référence (animaux génotypés avec phénotypes) :

4 000 vaches
+ quelques centaines de taureaux
(testés sur descendance)

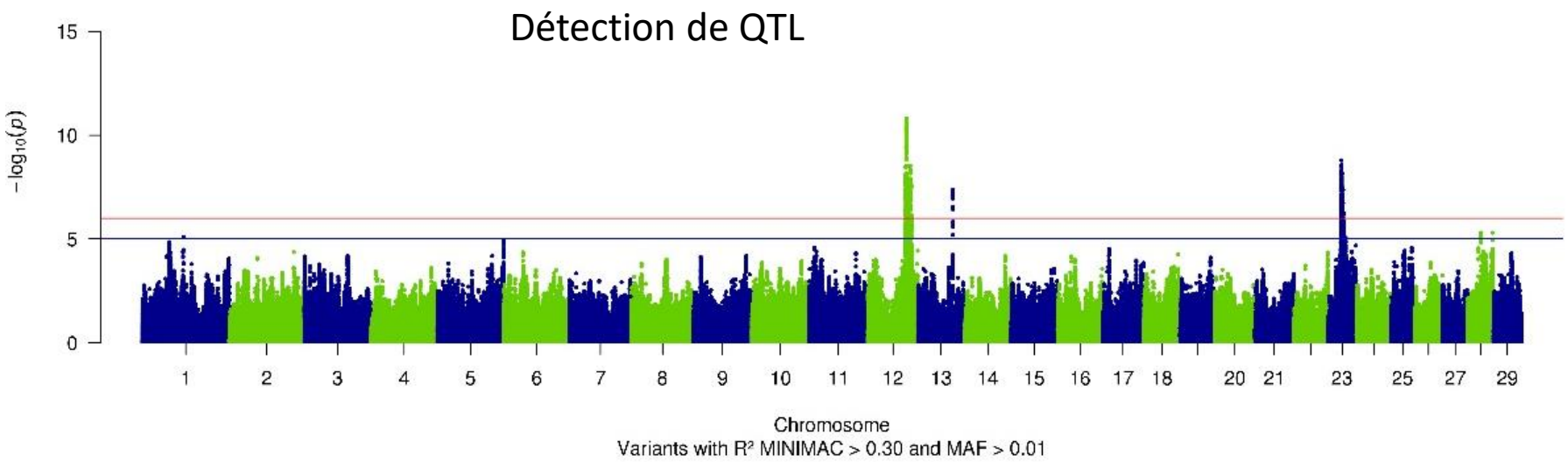


Estimation des paramètres génétiques

Variance génétique	Variance résiduelle	héritabilité
0,019	0,113	0,143 (±0,01)

Dans la littérature : héritabilités comprises entre 0,03 à 0,27

Recherche de régions du génome en lien avec la résistance à la paratuberculose



⇒ Mise en évidence de 3 régions du génome en Holstein : chromosomes 12, 13 et 23,
1 région en Normande : chromosome 23

Ces SNP expliquent 20 % de la variance phénotypique de la résistance à la paratuberculose

Mise en évidence de 3 gènes candidats associés avec :
- des maladies intestinales
- les mécanismes de réponse immunitaire

D'après Sanchez et al. (2020)

Mise en place d’une sélection génomique pour la résistance à la paratuberculose

Précision : CD de 0,55 sur la population de validation

Diffusion du statut des taureaux : ~~sensibles~~ → éliminés

standard

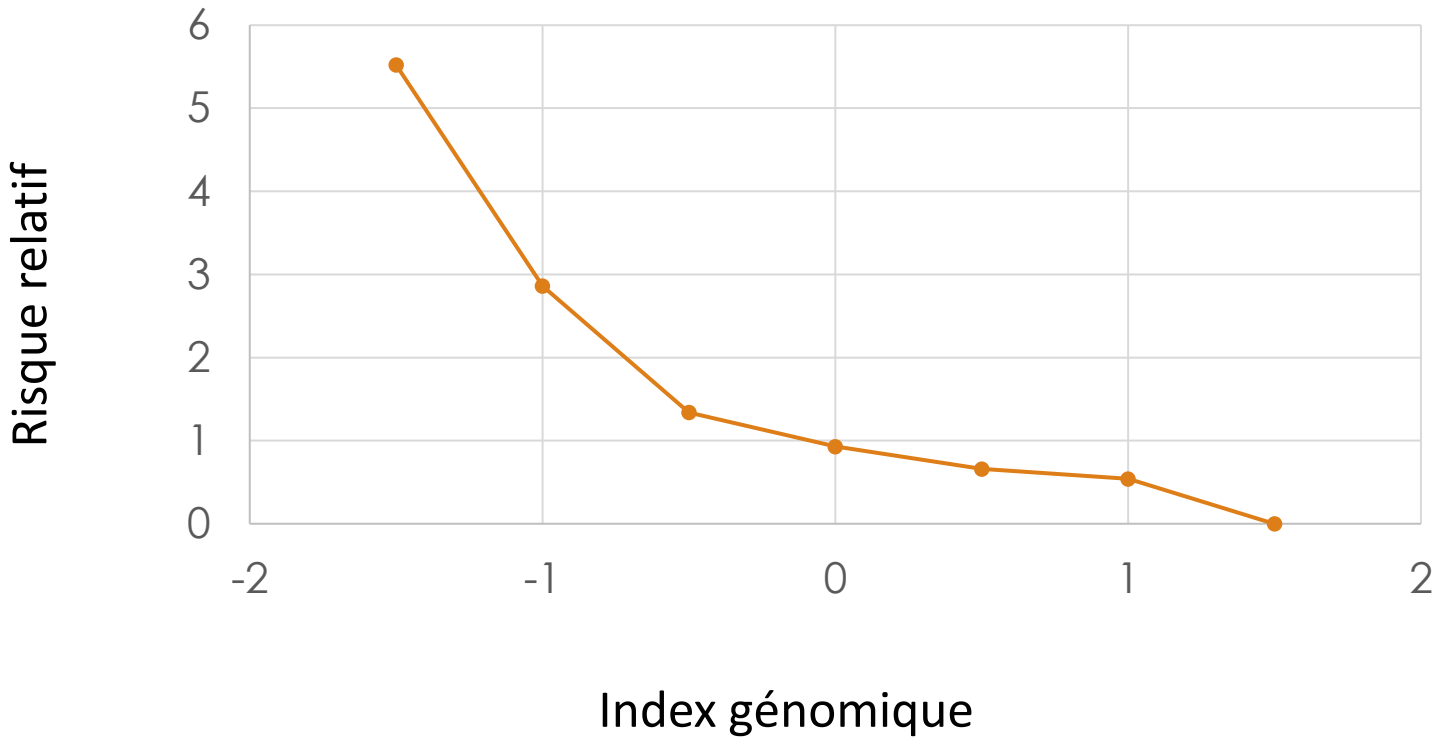
résistants

Diffusion d’un indicateur génomique pour les vaches génotypées :

très sensible / sensible / intermédiaire / résistant

Mise en place d’une sélection génomique pour la résistance à la paratuberculose

Risque relatif d’être infecté par la paratuberculose
(dans la population de validation)



Mise en place d’une sélection génomique pour la résistance à la paratuberculose

Premières équations de prédictions génomiques en 2018

Mise en place d’une évaluation génomique pilote en 2020

Mise en place d’une évaluation génomique en routine prévue en 2022

Extension à d’autres races (Normande, …)

Conclusions

Une collaboration qui a permis d'aboutir à la diffusion d'indicateurs génomiques de résistance à la paratuberculose :

- une grande quantité de données collectées sur le terrain (forte implication des GDS)

- la remontée des données individuelles (n° animal)

- des réunions régulières avec présentation des résultats

- la consolidation de la population de référence avec l'apport de nouvelles données

Conclusions

D’autres caractères de santé ayant abouti à une évaluation génomique ou en cours d’étude :

- La résistance aux mammites

- L’acétonémie en races Holstein et Normande

- Les lésions podales en races Holstein et Normande

- La métrite, la fièvre de lait, le retournement de caillette, … issus de l’étude des carnets sanitaires

- La résistance au parasitisme gastro-intestinal

Merci pour votre attention

Smarter

SMAll RuminanTs breeding for Efficiency and Resilience

Etude exploratoire de l'efficience d'utilisation des ressources alimentaires chez les chèvres françaises

Apolline Bailly-Salins (Capgènes), Marjorie Chassier (idele), Isabelle Palhière (INRAE),
Florian Mosnier (Master2, ISARA), en collaboration avec Bertrand Bluet, Rachel Rupp et Christophe Huau

Programme de recherche européen

Sélection génétique des petits ruminants *(caprins, ovins)*
sur les critères d'efficience et de résilience

Capgenes

GenPhySE
Génétique, Physiologie et Systèmes d'Elevage
UMR 1388

INSTITUT DE L'ELEVAGE idele

FRANCE CONSEIL ÉLEVAGE

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under the Grant Agreement n°772787

Contexte

Ce qui est attendu dans SMARTER (WP1)

Nouveaux caractères pour améliorer l'efficience de l'utilisation des ressources alimentaires

Trouver des phénotypes pertinents en lien avec l'efficacité alimentaire

Les mesurer à grande échelle, caractériser un grand nombre d'animaux, dans des milieux contrastés
Quelle variabilité individuelle ? Quels facteurs de variation ?

Analyses génétiques : héritabilité, lien génétique avec les autres caractères, détection de QTL/gènes, interactions génotype x environnement

Nouveaux caractères pour améliorer l'efficience de l'utilisation des ressources alimentaires

Etude en élevage expérimental INRAE
(Bourges : caprins et ovins)

Mesures précises sur qq dizaines d'animaux
Recherche de phénotypes innovants

Etude en fermes
(ovins lait + viande, caprins)

Mesures moins précises
Grand effectif mesuré
Répétition des mesures par chèvre
2 races
Diversité des environnements
Fait sur les animaux en production

Protocole de collecte des données

Protocole de collecte des données

- Choix des élevages Smarter
- Le Contrôle laitier Smarter
- L’enquête alim Smarter
- Le pointage Smarter
- Autres données Smarter

Choix des élevages SMARTER

- Réseau de **fermes d'élevages** - **2 000 chèvres minimum** (50% Alpine – 50% Saanen) sur **2 ans** (campagnes 2020 et 2021)
- **Diversité de systèmes d'élevage**

- **Critères de recrutement des élevages**
  - Bonne connaissance des **performances** et des **généalogies**
  - Pour une connaissance la plus précise possible de **l'ingéré individuel** :
    - Distribution individualisée du concentrée (DAC, salle de traite, roto)
    - Gestion de l'alimentation en lots assez homogènes
    - Elevages adaptés pour peser le distribué et les refus

Choix des élevages SMARTER

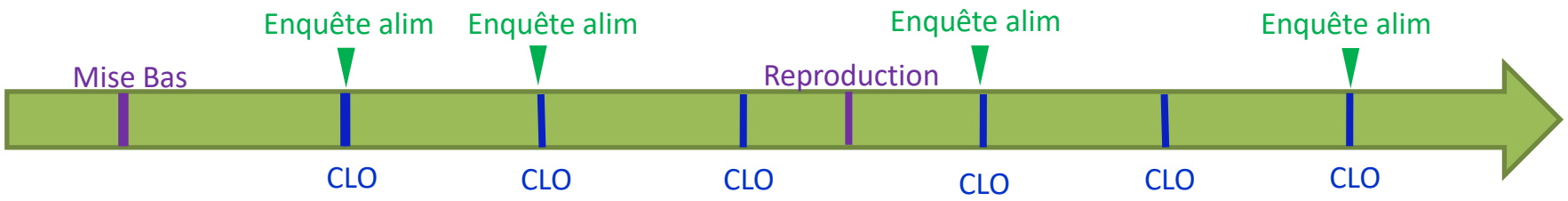
- **15 élevages** suivis sur 1 ou 2 ans

Département	N° Cheptel	Nom Elevage	Race	Système
Maine et Loire	49193168	GAEC AUDUSSEAU	ALP	LIVREUR
Indre	36018018	CFPA FERME DES AGES	ALP	FROMAGER
Indre	36030055	SCEA DE VALASSON	ALP + SA	FROMAGER
Deux-Sèvres	79233059	SCEA COEUR DE CHEVRES	ALP	LIVREUR
Deux-Sèvres	79345122	FADAT TIANA	ALP	LIVREUR
Ardèche	07159100	LYCEE AGRICOLE OLIVIER DE SERRES	ALP	FROMAGER
Deux-Sèvres	79306001	MAUDET NATHALIE	SAA	LIVREUR
Ile et Vilaine	35174154	GAEC GAORIG VIHAN	SAA	LIVREUR/ AFFINEUR AB
Deux-Sèvres	79232501	SCEA DE MONTPLAISIR	SAA	LIVREUR
Drôme	26364283	GAEC MICHELLIER	ALP + SAA	LIVREUR
Deux-Sèvres	79201321	EARL DUPUIS	SAA	LIVREUR
Deux-Sèvres	79285900	ROUSSELOT JEAN-YVES	SAA	LIVREUR
Indre	36104006	EARL LES RIVES DE L'ANGLIN	ALP + SAA	LIVREUR
Indre et Loire	37216358	EARL DESBOURDES	ALP + SAA	LIVREUR
Cher	18018900	INRA BOURGES	ALP	

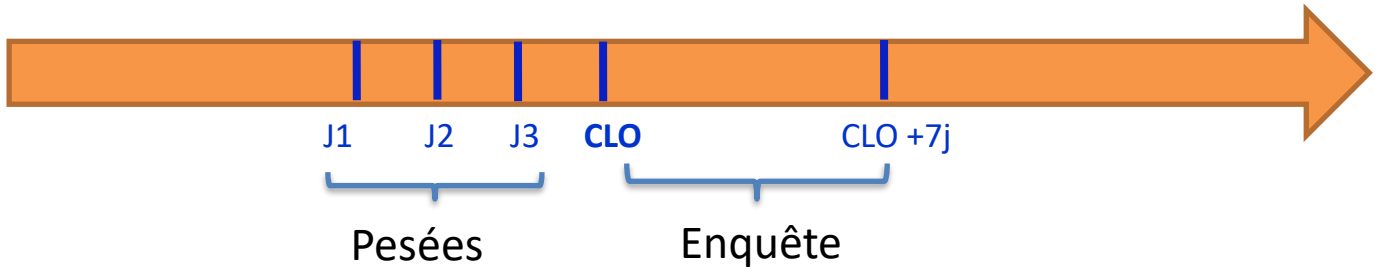
Collecte, de janvier 2020 à janvier 2022

4 contrôles Smarter par campagne

- 1er CL après MB
- 2ème CL après MB
- CL autour de la reproduction
- CL en fin de lactation



Le contrôle laitier SMARTER



Contrôle laitier habituel plus :

- **Pesées distribué et refus** (pendant les 3 jours précédents le CL)
- **Enquête** alimentation (proche du CL)
- Récupération info composition des aliments (**étiquettes**)
- Mesure **métabolites sanguins** (βOH)/NEC par INRAE-étudiants véto
- Extraction des **données spectrales** (MIR),
- Extraction des **données de débit**, pour les élevages avec lactocordeur

Enquête alimentation

Objectif : Connaitre l'alimentation du troupeau afin d'estimer l'efficacité alimentaire

- Effectuées à chaque CL Smarter
  - Pour **chaque lot** d'alimentation :
    - Quantités distribuées d'aliments pesées
    - Refus pesés
  - Récupération des informations DAC
  - Composition des aliments à partir des étiquettes
  - Lors de chaque passage SMARTER, le conseiller saisit une **enquête alim** pour chaque lot présent

Le Pointage SMARTER

Thématique	Données	Animaux
Efficacité alimentaire	Tour de poitrine	Tous (primipares + adultes)
Sanitaire	Pointage classique, morpho mammaire	Primipares
Sanitaire	Relevé des signes cliniques (n=11)	Primipares
Sanitaire	Paratub/CAEV	10 multipares Elevage
Ambiance Bâtiment	Capteurs température	3/élevage
Génétique	Génotypage	Primipares en année n et n+1

Les données récoltées en continu

Thématique	Données	Animaux
Suivi chevrettes	Questionnaire pratiques d'élevage des chevrettes	Élevage (1x/an lors du CL1)
Suivi chevrettes (optionnel)	-poids de naissance, -poids au sevrage, -poids à la mise bas	Chevrette (1x/an lors du CL1)
Reproduction	Taille de portée (comprends tous les produits morts ou vivants)	Elevage (1x/an lors du CL1)
Reproduction	Dates de saillies (IA et MN) Enregistrer saillies avec plusieurs boucs	Élevage (1x/an)
Reproduction	Résultats échographies	Adultes
Sanitaire	Date et cause de sortie des chèvres adultes	Adultes

Génotypages réalisés

Génotypages réalisés

- Cartilages et tubes de sang collectés sur **2054 chèvres** au cours des 2 campagnes

- Génotypages réalisés :

	Campagne 1 (mill 2019)	Campagne 2 (mill 2020)	Total
Femelles race Saanen	266	332	598
Femelles race Alpine	155	140	295

893 génotypages sur 13 élevages
+ 657 Alpines sur 1 des élevages

Choix des animaux basé sur la quantité de données disponibles (nombre de contrôles Smarter ou l'animal était présent, pointage, etc)

Calcul de l’efficacité alimentaire

Définition efficacité alimentaire

Pour chaque animal

Efficacité alimentaire = **Ingéré** - **Consommation prédite**

kg MS ou UFL
Concentrés + fourrages
Au lot

-Entretien : poids → Tour de poitrine
-Production : LAIT, TB, TP (1 point / lact)
-Réserves corporelles

Animal efficace si ingéré < consommation prédite

Modèle mathématique couramment utilisé pour estimer l'efficacité alimentaire :
Régression linéaire multiple

Tour de poitrine (1 point / lact)

Quantité ingérée individuelle (kg MS ou UFL) = $\beta_0 + \beta_1$ poids + β_2 changement poids + β_3 changement NEC + β_4 lait + β_5 TB + β_6 TP + résidus

Cons. prédite

Efficacité alimentaire

Les données

La base de données

Fichiers « enquête »
N° chèvre
Nom ration, n° lot
Quantités DAC
(Techniciens ECEL)

Données de contrôle laitier + parenté (SIECL)
Extraction le 04/06/21

BDD actuelle :
27 695 lignes
1 ligne =
animal x contrôle

Données de composition de la ration (Table ALIRAT, FCEL)
Extraction le 30/09/21

Données de pointage : tour de poitrine (Capgenes)

27 695 contrôles x chèvres pour 6 056 chèvres => 4.6 contrôles en moyenne par chèvre

Sélection d'un jeu de données fiable et complet

6 056 chèvres
27 695 enregistrements

4,6 contrôles / chèvre

Sélection sur :
-race Alpine ou Saanen
-tour de poitrine présent
-pas en lactation longue (au 1er ctl SMARTER)
-stades physiologiques
-moyenne ± 3 ecart-types sur variables quantitatives

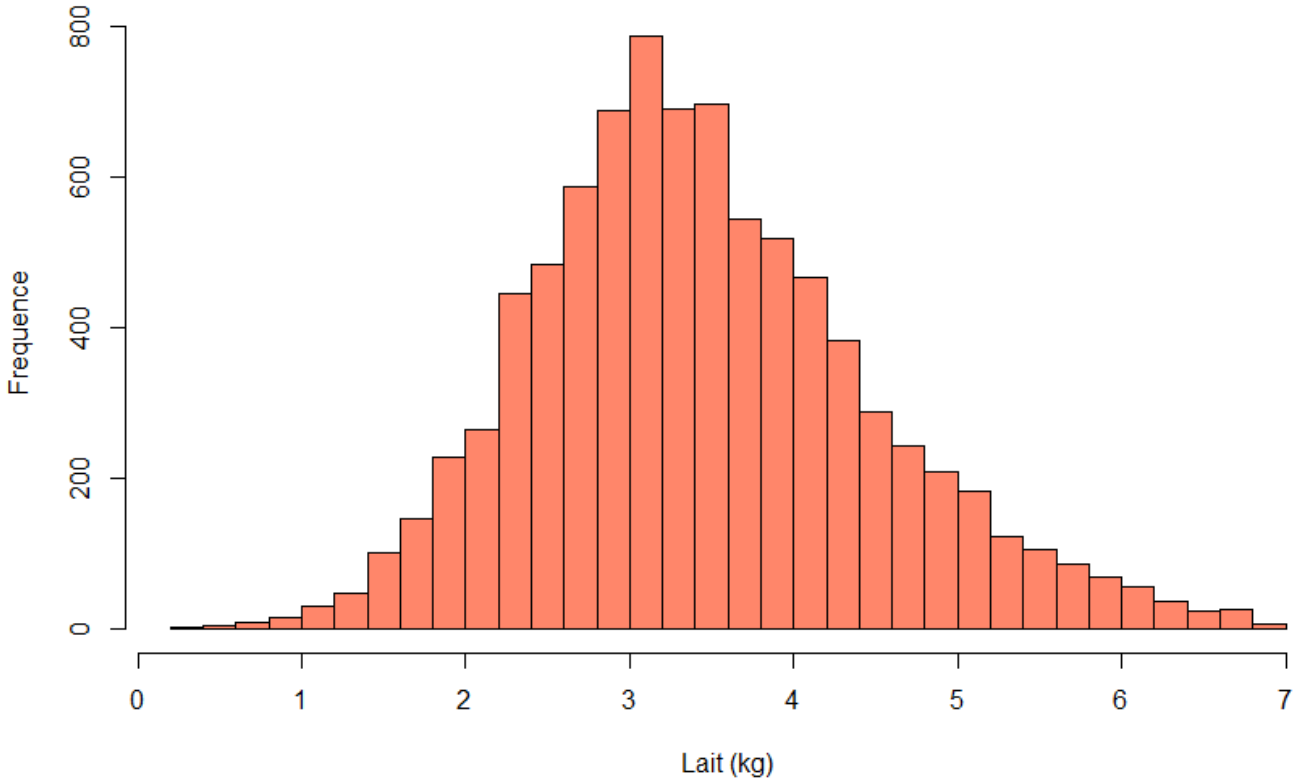
2 846 chèvres (47%)
8 588 enregistrements (31%)

3,2 contrôles / chèvre

Description rapide du jeu de données

- Race : 1 336 Alpines + 1 490 Saanen
- Parité : 70% de primipares (92% à la camp1, 52% à la camp2)
- Zoom sur les 3 composantes clés de l'efficacité alimentaire
  - Quantité de lait
  - Tour de poitrine
  - Quantité ingérée

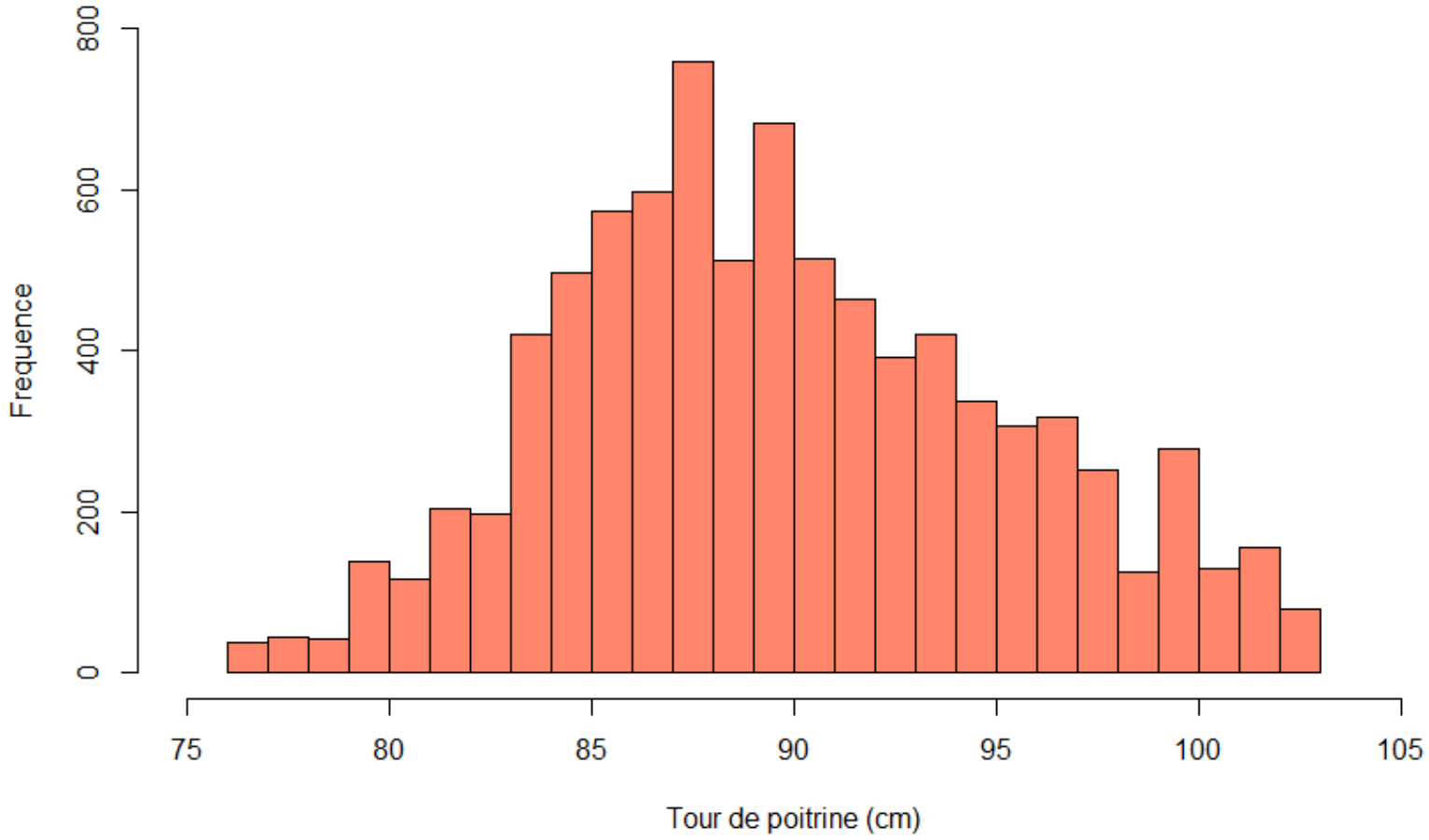
Répartition des 8 588 enregistrements selon **la quantité de lait quotidienne**



	N	Moyenne	Min	Max	CV
Tous	**8588**	**3,49**	**0,3**	**6,9**	**29%**
Primipares	5993	3,22	0,3	6,7	26%
Multipares	2595	4,09	0,6	6,9	29%

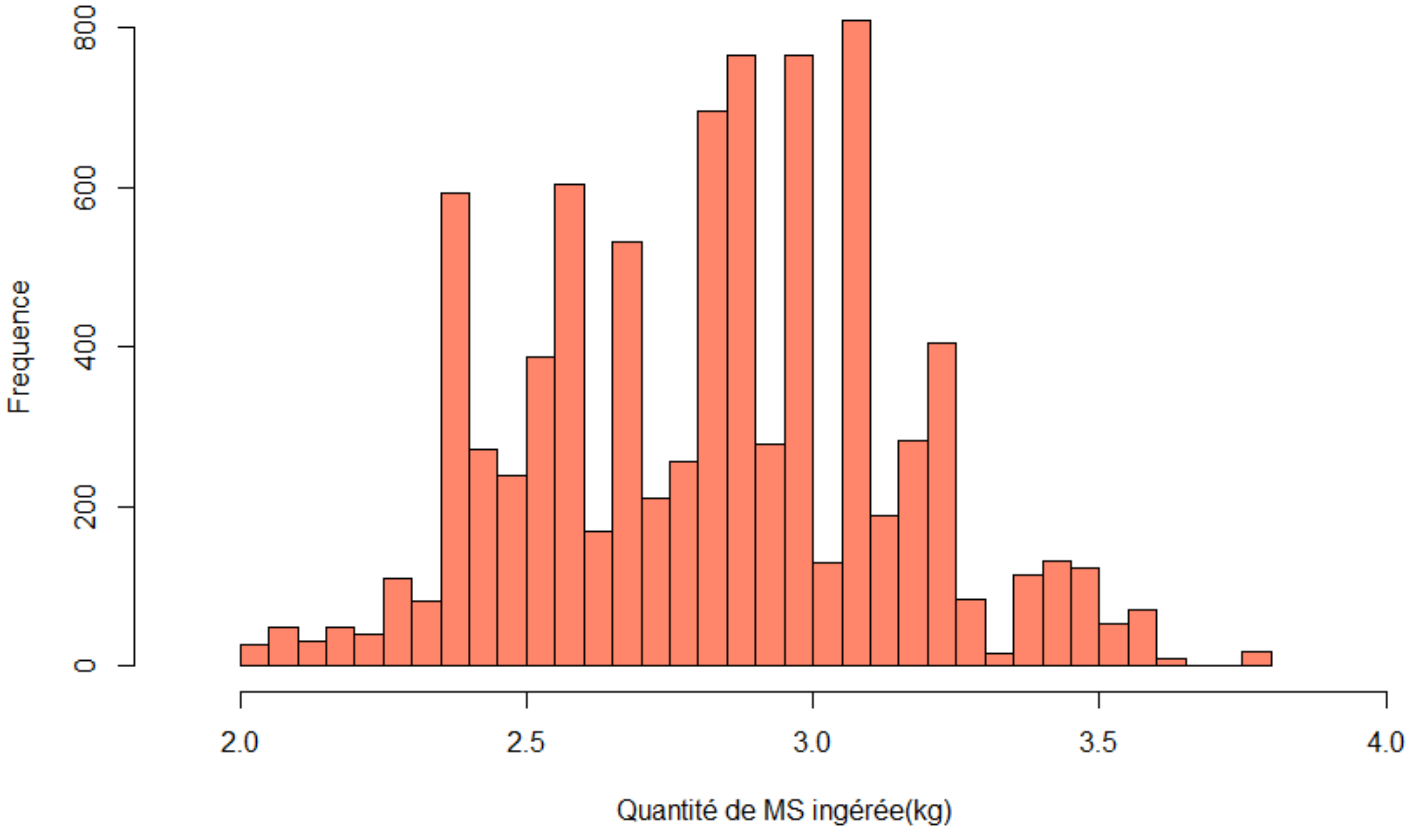
ALP 3,84 kg
SAA 3,21 kg

Répartition des 8 588 enregistrements selon **<u>les tours de poitrine</u>**



	N	Moyenne	Min	Max	CV
Primipares	5993	**88,1**	76	103	5%
Multipares	2595	**95,2**	80	103	5%
Alpine	3808	**90,5**	76	103	6%
Saanen	4785	**90,0**	76	103	6%

Répartition des 8 588 enregistrements selon **la quantité de MS ingérée / jour /chèvre (kg)**

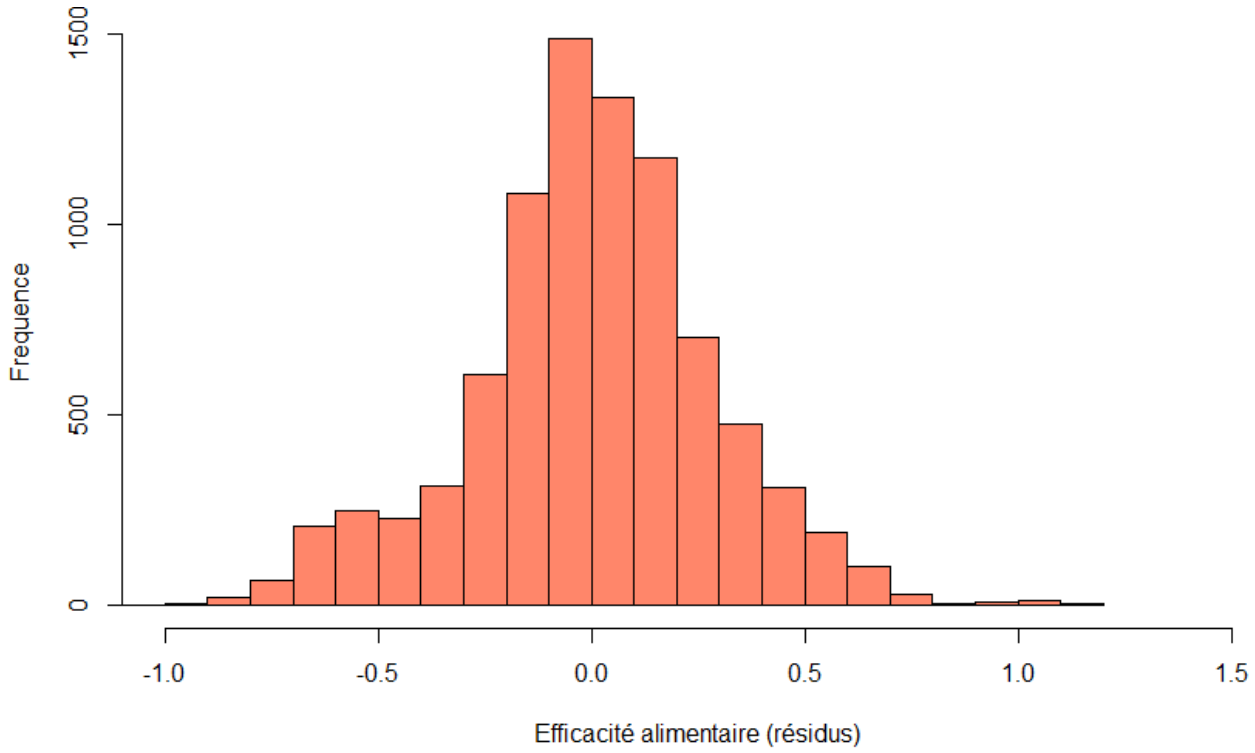


	N	Moyenne	Min	Max	CV
MS fourrages (kg)	8588	1,74	0,95	2,52	20%
MS concentré (kg)	8588	1,07	0,20	1,86	24%
MS totale (kg)	**8588**	**2,82**	**2,01**	**3,78**	**11%**
UFL	**8588**	**2,65**	**1,54**	**3,85**	**12%**

ALP 2,59 UFL
SAA 2,69 UFL

Résultats

Répartition des 8 558 enregistrements selon **<u>l'efficacité alimentaire estimée</u>**



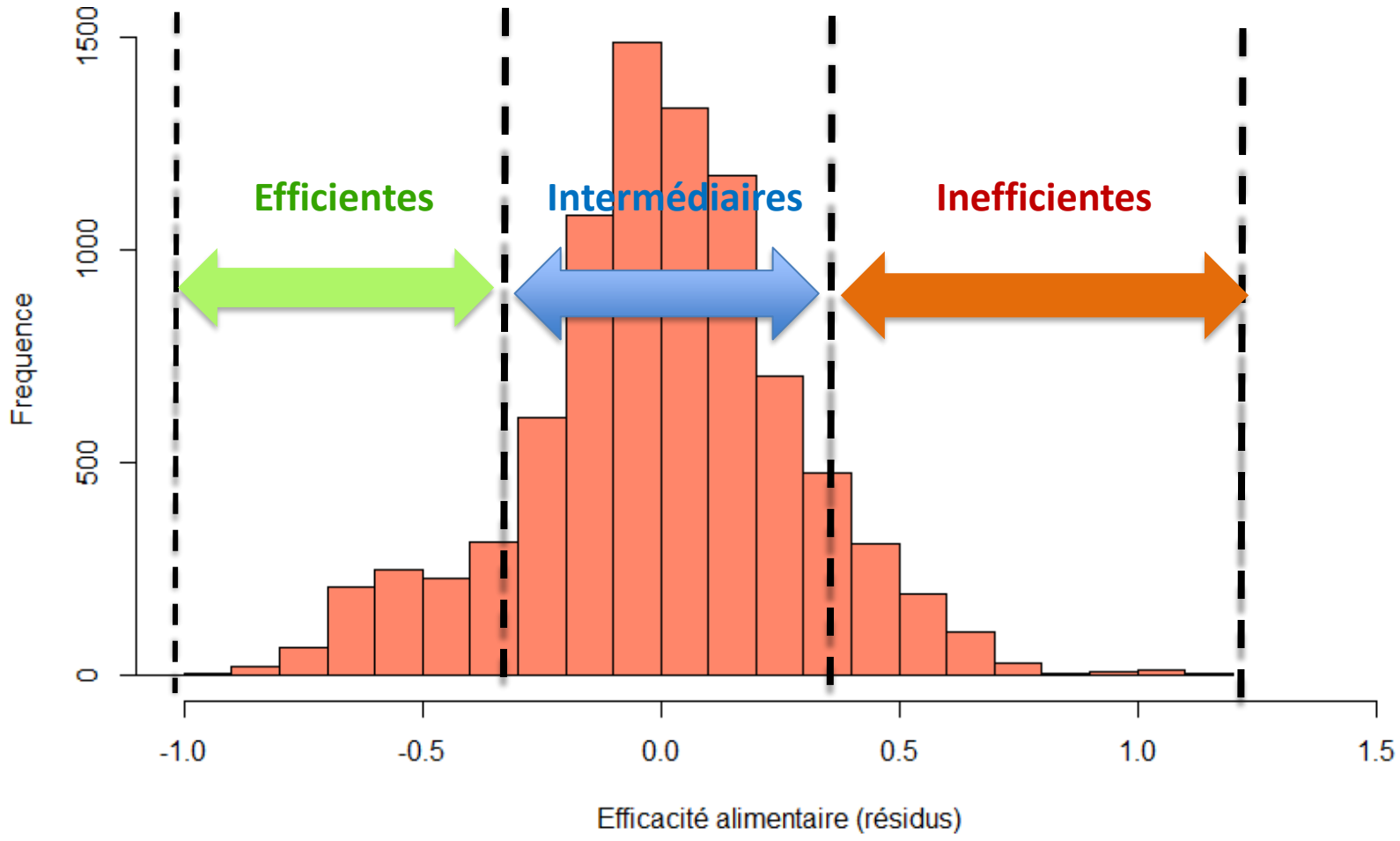
Efficients → Inefficients

	N	Moyenne	Min	Max	CV
Alpine	3803	0	-1,00	1,03	**11%**
Saanen	4785	0	-0,95	1,18	**10%**

Primipares	Multipares
-0,03	0,01
-0,02	0,06

Définition de 3 classes d'efficience

Répartition des 8 588 enregistrements selon **l'efficacité alimentaire estimée**



Comparaison des classes : résultats pour les 2 races mélangées

	Efficientes	Intermédiaires	Inefficientes	Différence Efficientes- ineff.
Efficacité alimentaire	-0,35	-0,002	0,32	
Quantité MS ingérée (kgMS)	2,52	2,84	3,08	-0,560 kg
Energie ingérée (UFL)	2,29	2,66	2,95	-0,660 UFL
Quantité lait (kg)	3,45	3,58	3,40	NS
Tour poitrine	90,4	90,4	90,01	NS

Estimation des paramètres génétiques

Primipares uniquement: n= 1 331 (n= 455 Alpines) et 2 414 (n= 785 Saanens) enregistrements

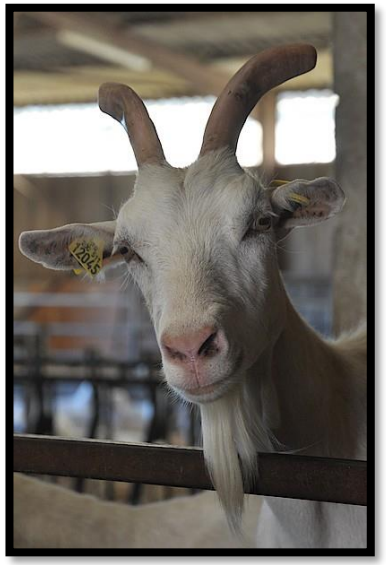
Race	Phénotype	h^2
Alpine	REI	**0.18** (0.08)
	Lait	**0.19** (0.09)
Saanen	REI	**0.20** (0.07)
	Lait	**0.20** (0.07)

- Héritabilité < h^2=0.25 caprins, race mixe: Saanen, Alpine, Toggenburg (Desire et al (2017))
- Héritabilité > h^2= 0.12 ovins SMARTER (ratio) (Machefert et al (2022))

Conclusion

- Grosse base de données à notre disposition, avec diversité de systèmes d'élevage
  Fin de la collecte début 2022, dernière extraction mars 2022

- Caractérisation de l'efficience alimentaire
  -il existe une variabilité individuelle
  -à étendre sur l'ensemble du jeu de données final



- Analyses génétiques
  -héritabilité sur jeu de données complet
  -corrélations génétiques avec autres caractères
  -détection de QTL/gènes
  -interactions génotype x environnement

- Fiche éleveur en cours de finalisation → restitution des résultats principaux à chaque éleveur engagé

- D'autres phénotypes à valoriser : pointages santé/bien être, BHB, repro, questionnaire chevrettes,…

SMARTER PARTNERS

Merci pour votre attention

www.smarterproject.eu

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under the Grant Agreement n°772787

La sélection génétique pour accroître résistance au parasitisme des chèvres et leur longévité

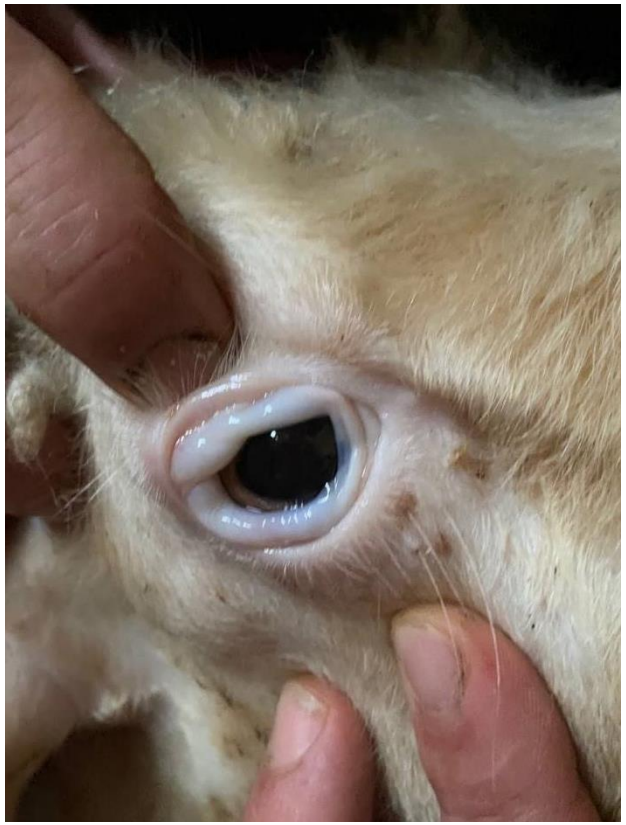
Capgenes

Résistance aux strongles

Comment mesurer la résistance aux Nématodes gastro intestinaux (NGI) :

- **Résistance :** capacité de la chèvre à réduire le nombre de parasites qui la colonisent ; communément mesurée par des comptages d'œufs dans les fèces lors d'une coproscopie
- **Résilience** : capacité de la chèvre à maintenir ses constantes biologiques et son niveau de production malgré l'infestation mesurée par l'hématocrite sanguin

Haemonchus contortus, un ver hématophage à l'origine d'anémies parfois mortelles



Capgenes

Résistance aux strongles

De nombreux résultats en ovins mois nombreux en caprins

Ce que l'on sait en ovin

- Caractère polygénique (plusieurs gènes et mécanismes biologiques associés à la résistance)
- Races locales plus résistantes
- Héritabilité moyenne (0,2 à 0,3)
- Forte variabilité génétique
- Peu de relations entre la résistance aux strongles et la production laitière et la reproduction

Travaux menés depuis plus de 20 ans sur la chèvre Créole par l'INRAE

- Création de lignées divergentes sur la chèvre créole
- Identification de zones du génome ayant un effet fort sur la résistance au parasitisme ⇨ une dizaine de QTL sur l'ensemble du génome (QTL=locus de caractères quantitatif)
- Travail sur la résistance menée à la fois sur les pratiques d'élevage et la sélection
- **Difficultés : Sélection difficile à partir des QTL et pas de transfert entre races faciles**

Travaux menés par les Suisse (FSEC et FIBL)

- 20 élevages pâturants et 1 585 Chèvres suivies en contrôle de performances avec prélèvements coprosocopique (1 en été et 1 en automne)
- 2 races concernées : Alpine et Saanen
- Vermifugation après la première mesure
- Mesure de l'héritabilité du caractère et du lien avec la production laitière

Travaux menés par les Suisse (FSEC et FIBL)

- Des NGI dans toutes les exploitations
- Hérédité du caractère :excrétion d'œufs dans les fèces de l'ordre de 10% (faible)
- Corrélation entre productivité laitière et excrétion d'œufs relativement faible
- **Conclusions : la sélection est possible même si le progrès génétique sera lent**

- Difficultés : pas de contrôle de l'infestation

Capgenes

Résistance génétique aux strongles

Travaux menés en ovins laitiers en France : mesure de l'héritabilité du caractère

- Infestation expérimentale sur jeunes béliers basée sur deux infestations successives avec haemoncus contortus et un suivi sur 3 mois des jeunes béliers

Travaux menés en ovins laitiers en France : mesure de l'héritabilité du caractère

- Primo infestation : mise en place d'une réponse immunitaire
- Seconde infestation : mesure de la résistance du bélier et de son efficacité
- Héritabilité : 0,3 (basco béarnais avec 254 béliers phénotypés) à 0,34 (manech tête rousse : 1 113 béliers)

Travaux menés en ovins laitiers en France : mesure de la réponse des filles

- Mesure en élevage des OPG des filles de béliers extrêmement résistants et extrêmement sensibles
- Brebis issues de béliers résistants ont 30 à 70% d'œufs en moins dans les fèces que les brebis issues de béliers sensibles
- Indexation sur les béliers et intégration de ce caractère dans les programmes de sélection

C.D.E.O

Capgenes

En caprin

- Des travaux sur la conduite technique dans le cadre de plusieurs programmes
- Première infestation sur des chèvres laitières à l'INRAE présentant une variabilité de la réponse
- Après plusieurs essais de dépôt de dossier de recherche, validation d'un programme de recherche financé par APIS-GENE sur la base du protocole ovin: TEPACAP

En caprin : Programme TEPACAP (2020-2022)

- Test **d'infestation sur des jeunes boucs du programme de sélection (40 boucs)** et impact sur la croissance, la santé et la production de semences : prévu en 2021

- **Test d'infestation sur des boucs adultes en fin de production de semences (40 boucs)** réalisé dès septembre 2020

- Mesure hématocrites et intensité d'excrétion d'œufs (OPG)

Test d'infestation mis en place

J0
Infestation 1 : 3500 L3 *H. contortus*

J28: Traitement anthelminthique

J42: Infestation 2 : 5000 L3 *H. contortus*

J70: Traitement anthelminthique

INFESTATION | **PAUSE** | **INFESTATION 2**

Coproscopies en mélange Taux d'hématocrite

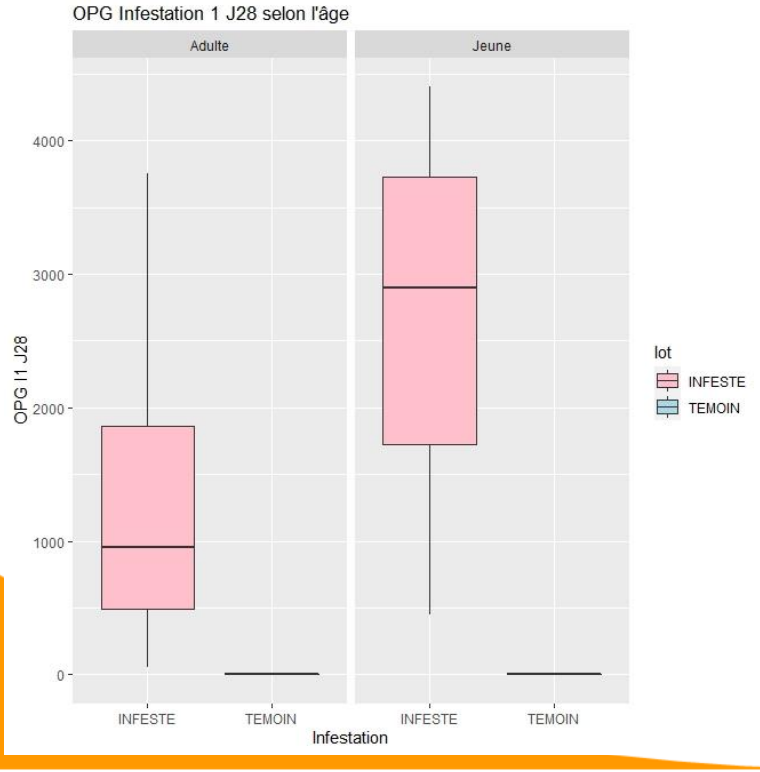
Coproscopies individuelles Taux d'hématocrite

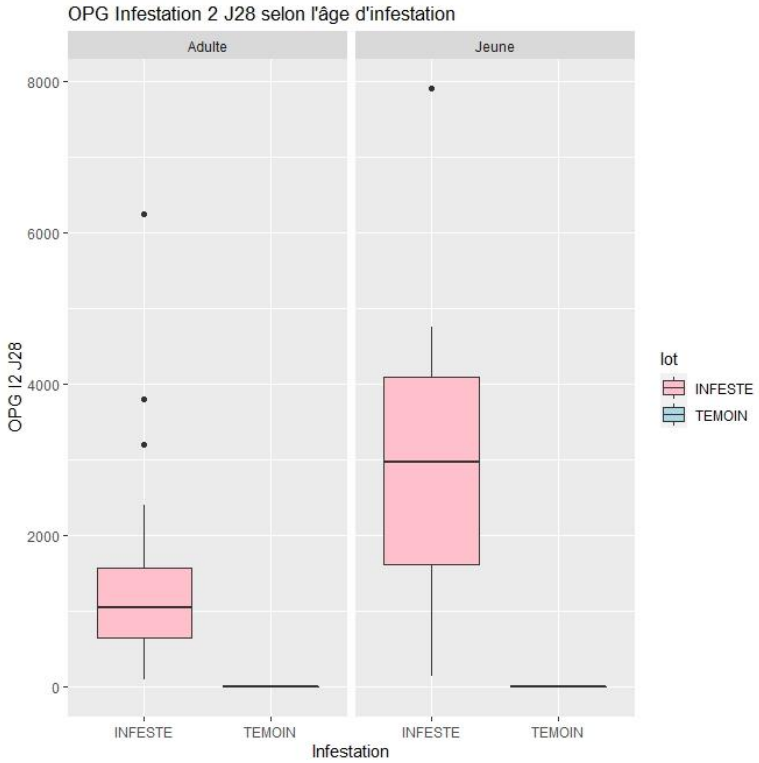
Coproscopies en mélange Taux d'hématocrite

Coproscopies individuelles Taux d'hématocrite

En caprin : Programme TEPACAP (2020-2022)

- Premiers résultats OPG
  - Niveau moyen des OPG (œufs par gramme de féces) très inférieur sur la seconde infestation que sur la première
  - forte variabilité entre individu (écart type de la moitié de la moyenne)
  - Des trajectoires de boucs très variables





En caprin : Programme TEPACAP (2020-2022)

- Premiers résultats
  - Des niveaux d'hématocrites qui baissent mais qui restent élevés marquant à la fois la réponse des boucs et leur bonne santé
  - Niveau moyen des OPG (œufs par gramme de féces) très inférieur sur la seconde infestation que sur la première
  - forte variabilité entre individu (écart type de la moitié de la moyenne)
  - Des trajectoires de boucs très variables
  - Pas d'impacts sur le poids des animaux
  - Pas d'impact significatif sur la production de semences (quantité et qualité)

Des résultats très encourageants permettant de programmer le phénotypage des autres boucs du centre

En caprin : Programme TEPACAP (2020-2022)

- Premiers résultats
  - Des niveaux d'hématocrites qui baissent mais qui restent élevés marquant à la fois la réponse des boucs et leur bonne santé
  - Pas d'impacts sur le poids des animaux
  - Pas d'impact significatif sur la production de semences (quantité et qualité)

Des résultats très encourageants permettant de programmer le phénotypage des autres boucs du centre

En caprin : Programme TEPACAP (2020-2022)

- Mesure de la résistance aux NGI des boucs d'IA : v**ariabilité phénotypique et génétique allant jusqu'à la mesure de l'héritabilité (2022)**
  - Mise en place de deux groupes de boucs
- **Mesure des OPG des filles de ces boucs dans des élevages pâturants (2022 et 2023)**
  - Différence de performances des filles entre 2 groupes de boucs : excrétion des œufs, caractères laitiers, cellules somatiques, fertilité

Objectifs :

⇨ Mettre en place une évaluation génomique sur les boucs d'IA

⇨ Tester une évaluation génomique basée sur le génotypage sans phénotypage des animaux

⇨ Proposer des boucs « résistants »

Merci de votre attention
des questions?

Futurs index en lien avec la longévité : Fertilité, nouveaux index laitiers, anomalies génétiques

INSTITUT DE L'ELEVAGE idele

UMT GPR
Génétique pour un élevage durable des Petits Ruminants

INRAE

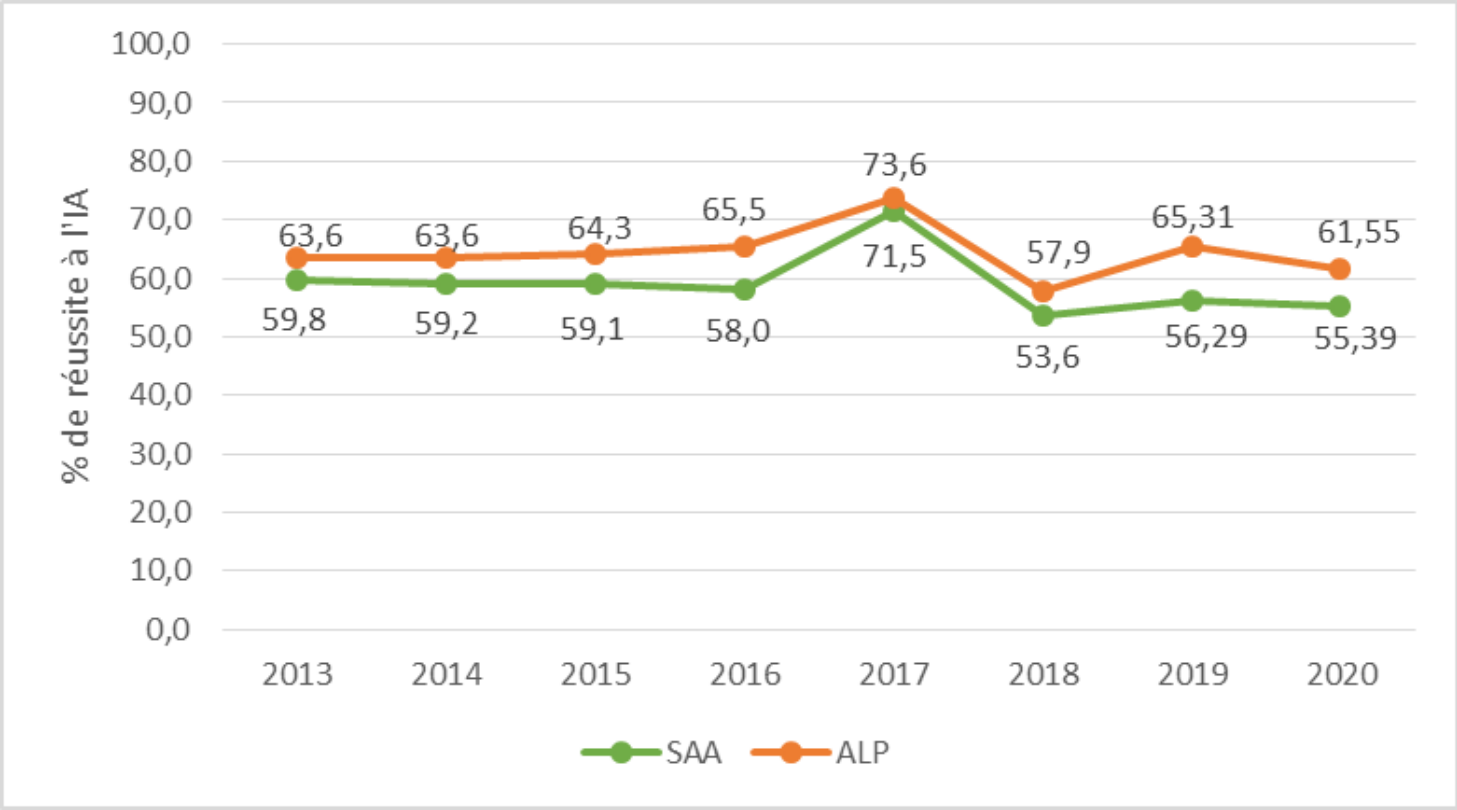
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Des caractères liés à la longévité déjà pris en compte dans les accouplements programmés

- Sélection basée sur l'Index Combiné Caprin (ICC)
- Un index de synthèse économique
- Evolutif et adaptable en fonction des besoins de la filière
- ICC= IPC+0.5IMC (Alpine) / ICC= IPC+0.6IMC (Saanen) (IPC=Index de Production Caprin, IMC: Index Morphologique Caprin)
- Intégration de caractères fonctionnels dans l'ICC pour les accouplements programmés:
  - Cellules somatiques (2015)
  - Fertilité à l'IA (2023)

Fertilité à l'Insémination Animale (IA)

- Evolution du taux de réussite à l'IA



	SAA	ALP
% réussite IA global	60,8%	66,7%

Fertilité à l'Insémination Animale (IA)

	Saanen	Alpine
Héritabilité (Fertilité)	0,043	0,038
Ecart-type génétique (Fertilité)	0,09	0,08

Bovins: h^2(fertilité)=0,02 Ecart-type génétique= 0,07

- Héritabilités faibles
- Ecart-types génétiques de 9 points (SAA) et 8 points (ALP)

→Un écart génétique entre 2 boucs SAA ou ALP, correspond à une différence espérée de 9% et 8%, respectivement, de réussite pour leurs filles

↓

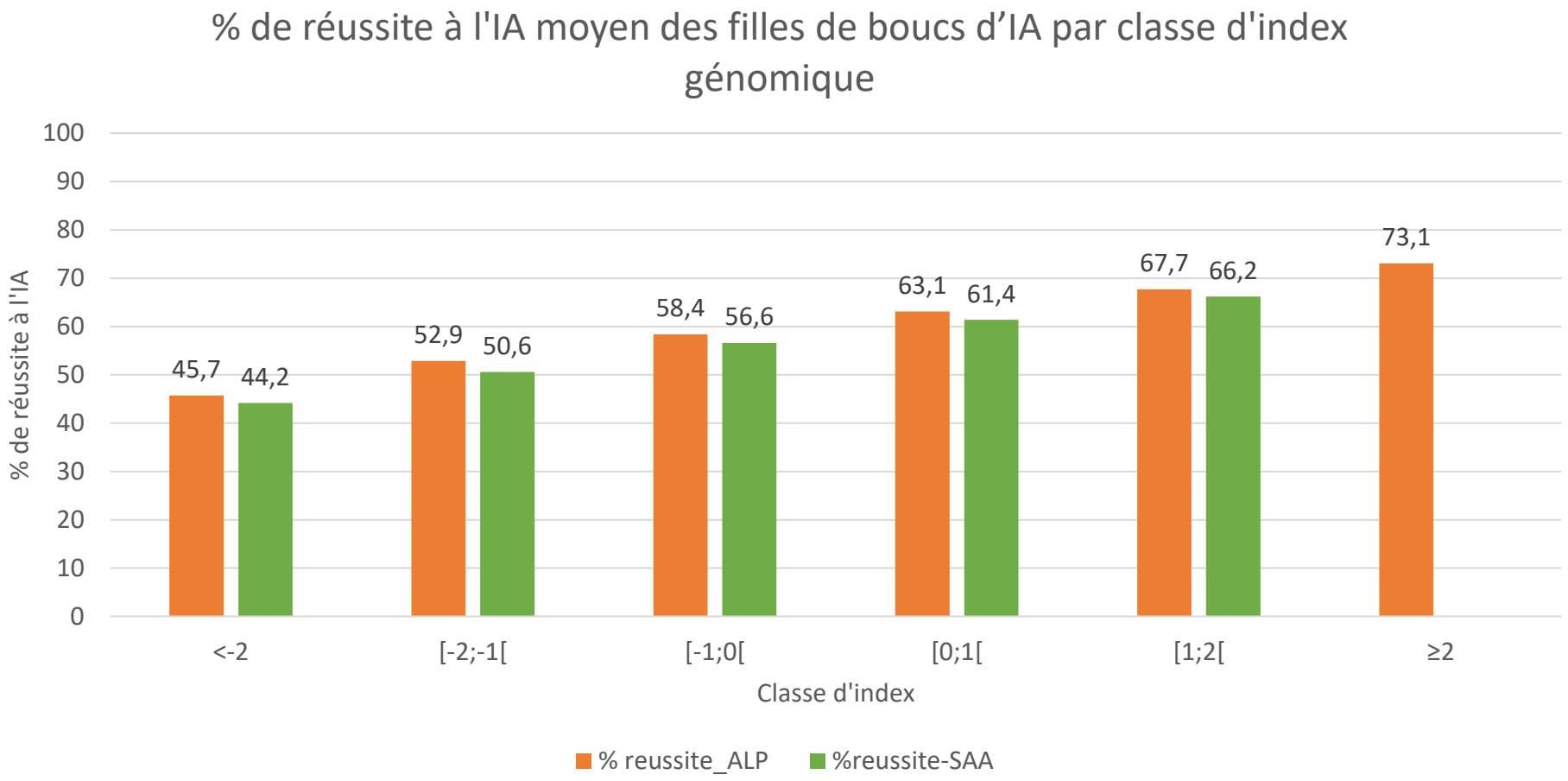
Sélection possible sur la fertilité à l'IA

↓

Indexation depuis 2020

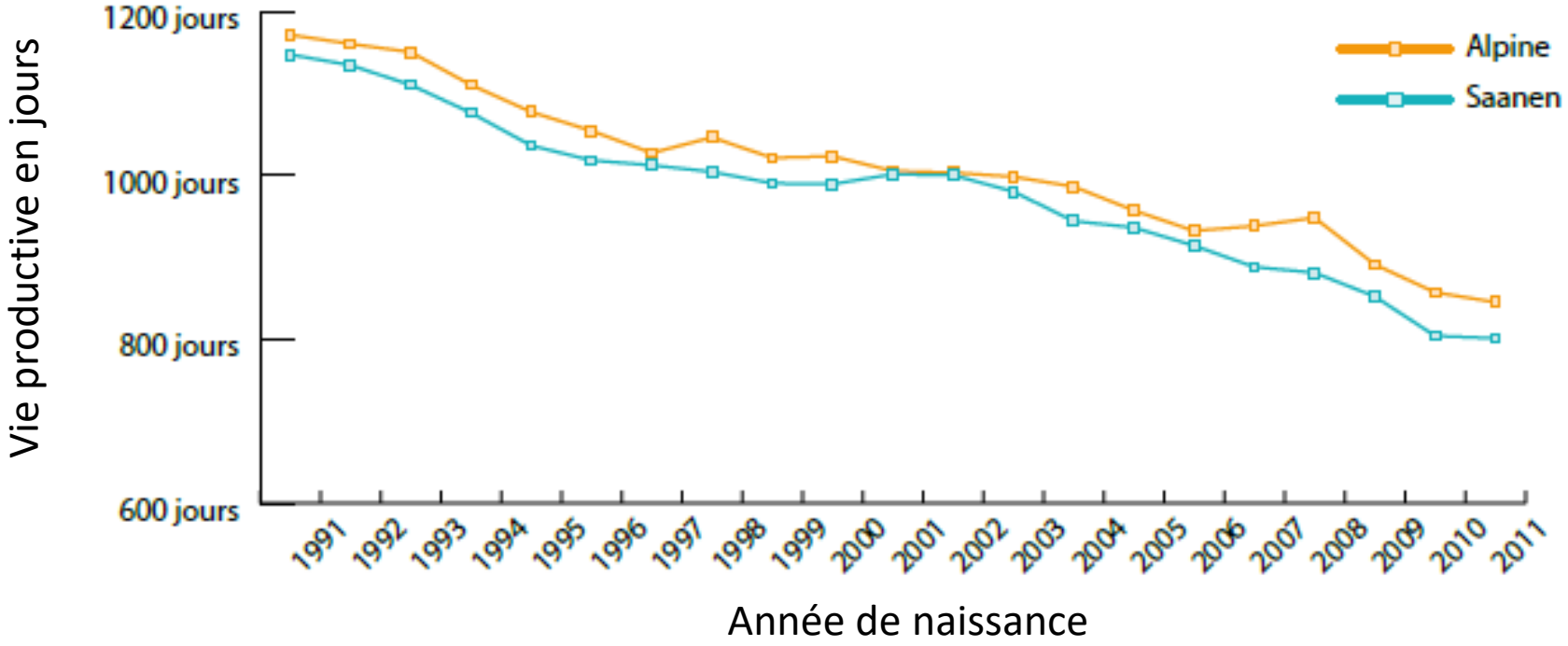
- Utilisation des index fertilité élémentaire pour les accouplements programmés
  - Introduction de l'index fertilité dans l'ICC en 2022

Fertilité à l'Insémination animale



Corrélation index génomique et taux de réussite IA	
Saanen	Alpine
0,88	0,87

Une durée de vie productive qui décroit



Entre 1991 et 2011
-346j en Saanen
-326j en Alpine

Magazine Capgènes n°7 (I.Palhière)

Une évaluation génomique de la longévité fonctionnelle est en cours

- Longévité fonctionnelle : longévité corrigée pour la production laitière
- Modèle développé par Isabelle Palhière (INRAE)
- Index disponibles en 2022 (dans le cadre de MALO), pour les mâles d'IA uniquement
- Des index dont la précision est modérée :
  - Héritabilité faible
  - Il faut attendre qu'un grand nombre de filles aient fini leur carrière pour avoir un index précis du bouc (± 6 ans)

Des caractères liés à la longévité en cours d'étude

- Résistance aux strongles (programme APIS GENE TEPACAP)
- Collecte de données sur des caractères de santé- bien-être à l'échelle individuelle (projet Smarter)
- Enregistrement des causes de réforme dans quelques élevages, afin de mieux comprendre la longévité (projet Smarter)
- Etude du déterminisme génétique des kystes et déséquilibres mammaires

La maturité un caractère en lien avec la longévité fonctionnelle

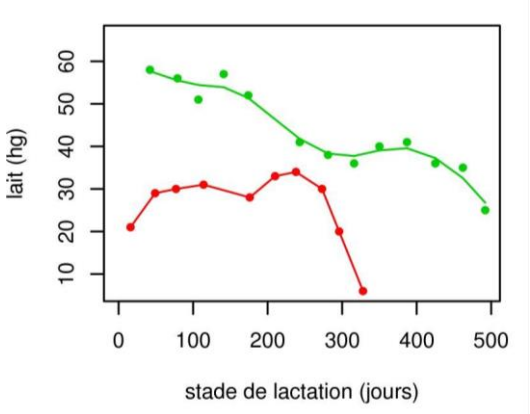
- Projet financé par Apis gène : Projet Malo (juillet 2021-décembre 2022)
- Indexation actuelle lait (LACT) : un index lait pour toutes les lactations
- Possibilité d'obtenir un index lait par rang de lactation (MULTI)
- Maturité : différence de production L1/L3 : -0.83*L1+0*L2+0.55*L3 (à partir des index L1, L2, L3 pour la production laitière)
- Un index Maturité corrélé positivement avec la longévité : les chèvres qui produisent moins en L1 qu'en L3 ont une meilleure longévité

Maturité : différence de production L1/L3 : -0.83*L1+0*L2+0.55*L3 (à partir des index L1, L2, L3 pour la production laitière)

2 chèvres Saanen : une courbe verte, l'autre courbe rouge

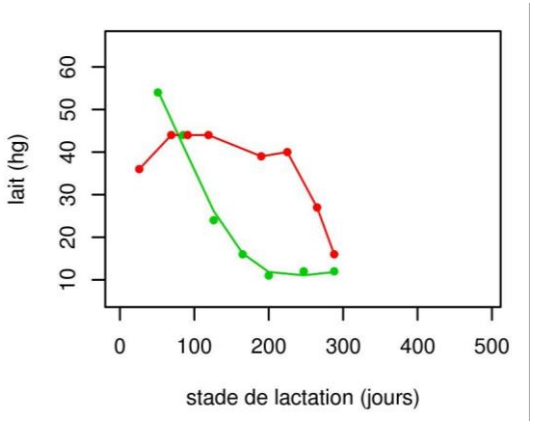
Index **lait à la lactation actuels** similaires : -99 pour la verte, -105 pour la rouge

1ière Lactation



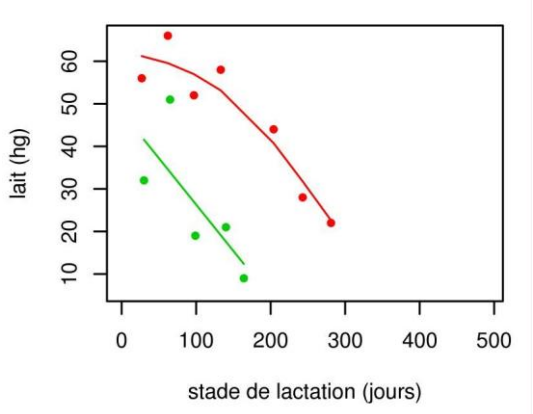
Index lait L1 différents :
(+4 pour la verte, -5 pour la rouge)
Production:
(2255 kg pour la verte, 913 kg pour la rouge)

2ième Lactation



Index lait L2 proches
(-2.7 pour la verte, -1.2 pour la rouge)
Production:
(848 kg pour la verte, 1127 kg pour la rouge)

3ième Lactation



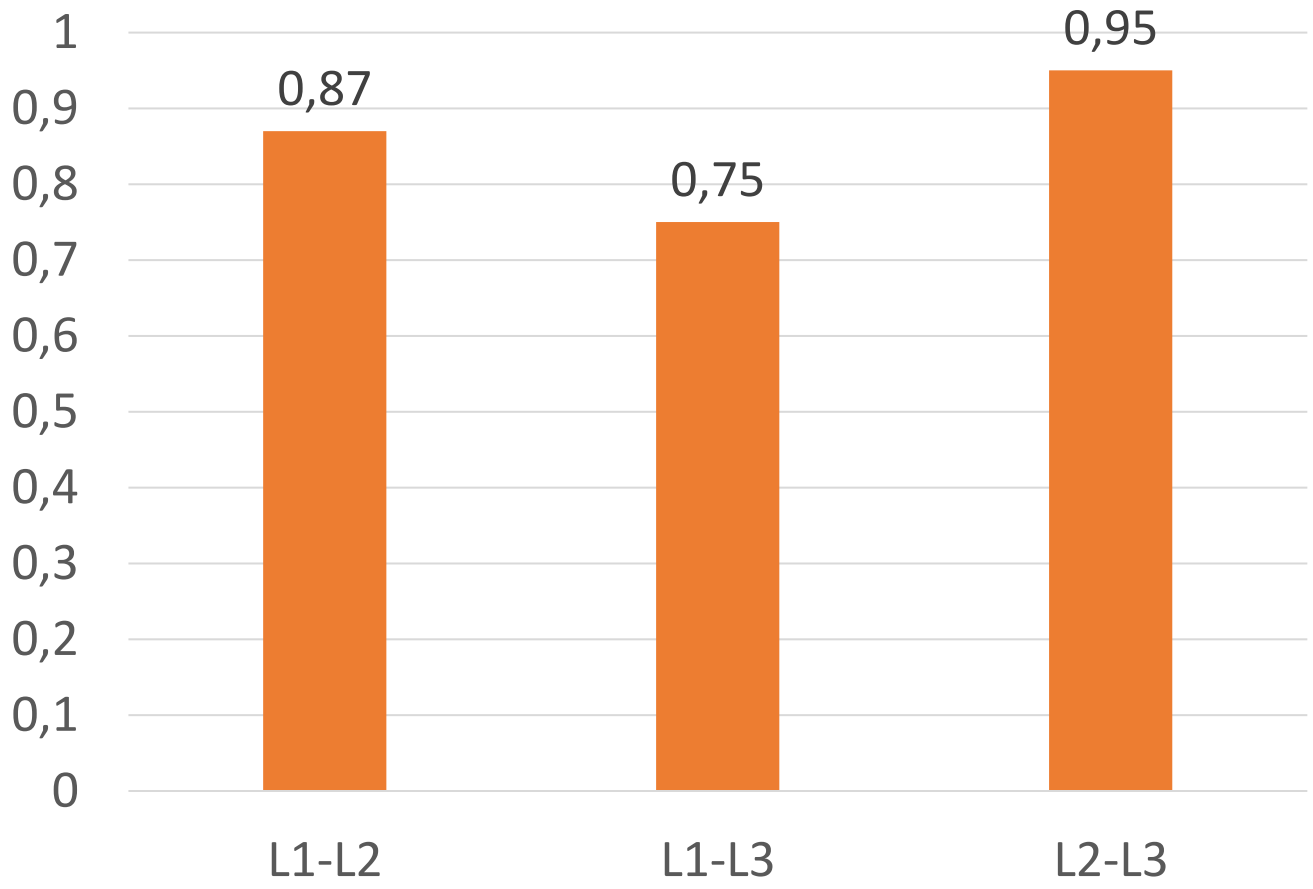
Index lait L3 différents:
(-7 pour la verte, +1 pour la rouge)
Production:
(481 kg pour la verte, 1403kg pour la rouge)

Index **maturité** opposés: -8 pour la verte, +5 pour la rouge

Index **longévité** opposés: -96 pour la verte, +49 pour la rouge

Longévités phénotypiques différentes : 3 Lactations pour la verte (3585kg), 6 lactations pour la rouge (7114kg)

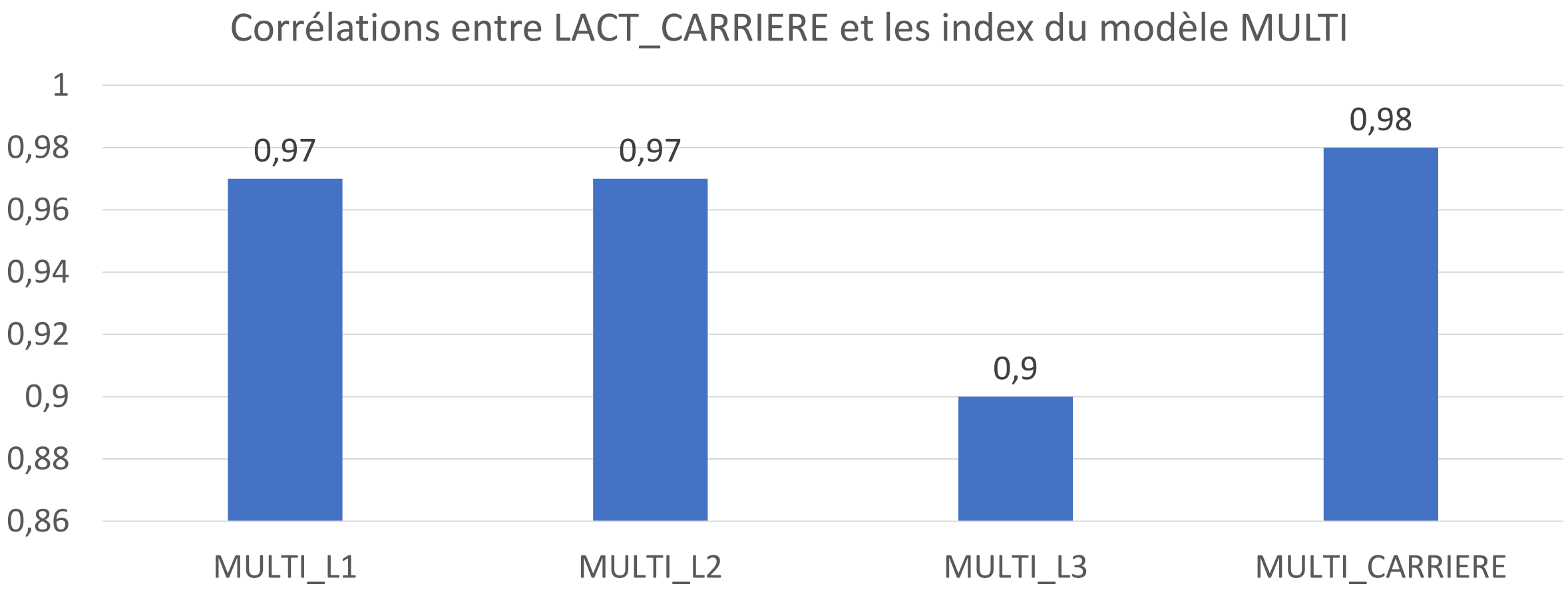
Corrélations génétiques entre rangs de lactation



→ Des corrélations génétiques différentes de 1 entre rangs de lactations

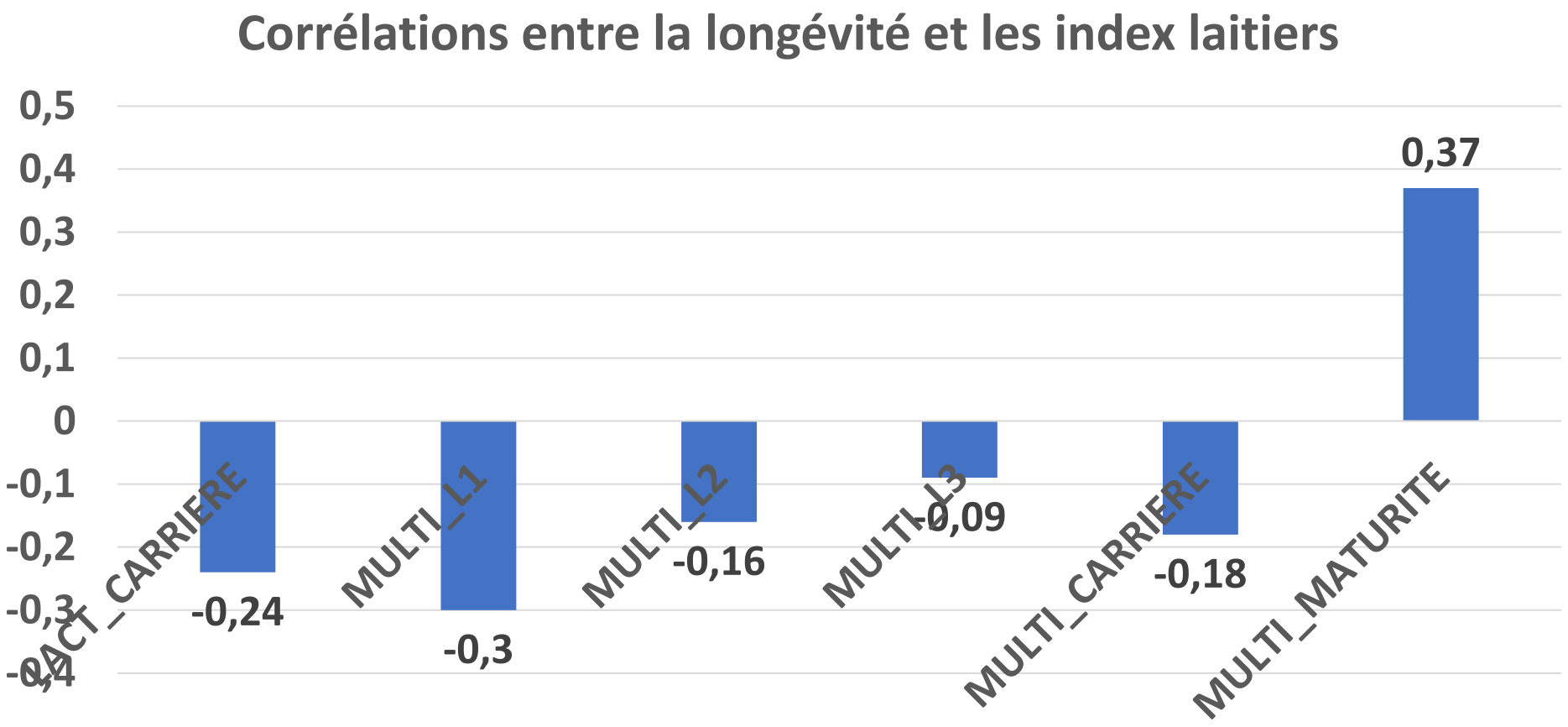
→ L'aptitude à produire du lait en première lactation n'est pas tout à fait la même que produire du lait en L3

Corrélations entre index pour des boucs ayant au moins 21 filles (n=371)



- Le lait carrière actuel plus proche de l'index L1

Corrélations entre index pour des boucs ayant au moins 21 filles (n=371)



- La longévité est moins négativement corrélée à la L3 qu'à la L1 ou les index carrière
- La maturité est corrélée positivement à la longévité

Questions posées dans Malo

- Quel modèle pour obtenir un index maturité dans un temps raisonnable ?

- Est-ce que la maturité est un bon prédicteur de la longévité?

- Quel est l’impact de l’introduction de la longévité dans l’ICC (reclassement des reproducteurs) ?

Stage en lien avec le département d'économie de l'institut de l'élevage

- Étude économique afin d'évaluer l'importance de la longévité
- Stage co encadré par Bertrand Bluet et Nicole Bossis
- Suite d'une étude sur la longévité réalisée en 2013 qui s'intéressait à tous les systèmes de production
- Focus dans Malo sur les élevages livreurs de l'Ouest et de l'Aveyron
- Questions posées:
  - Coût de la chevrette?
  - Combien de lactations pour payer le coût de l'élevage de la chevrette ?
  - Taux de renouvellement optimal ?

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION
AVEC LA CONTRIBUTION FINANCIÈRE DU COMPTE D'AFFECTATION SPÉCIALE DÉVELOPPEMENT AGRICOLE ET RURAL

Un observatoire national des anomalies génétiques en petits ruminants

Projet CASDAR « PRESAGE » 2021-2024

INSTITUT DE L'ELEVAGE idele

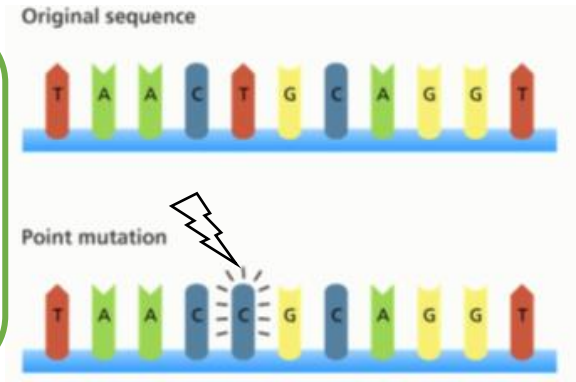
UMT GPR
Génétique pour un élevage durable des Petits Ruminants

INRAE

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Anomalie génétique, kezako ?

Engendre un phénotype déviant par rapport à la population
S'accompagne d'une mort précoce (létale ou réforme)
Résulte d'une mutation aléatoire de l'ADN
Le plus souvent : rare, monogénique, délétère
Se transmet d'une génération à une autre



Conséquences

- Psychologique pour les éleveurs
- Economique
- Bien-être animal et santé
- Mauvaise image auprès du public
- Discrédit vis à vis d'une race

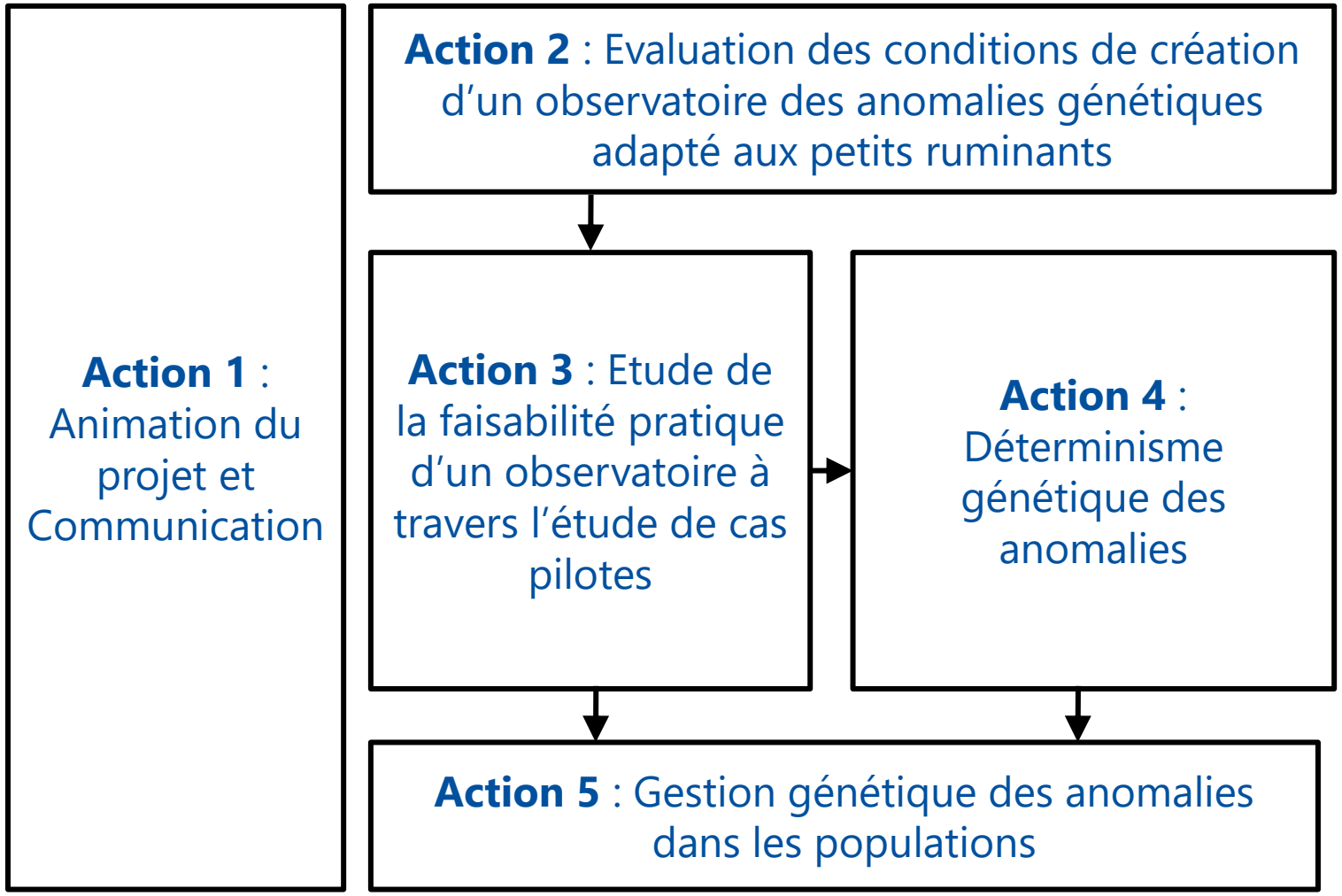
Observatoire National des Anomalies Bovines

Michot, P. et al, 2015

Solution : mettre au point un test ADN de diagnostic permettant de distinguer les porteurs

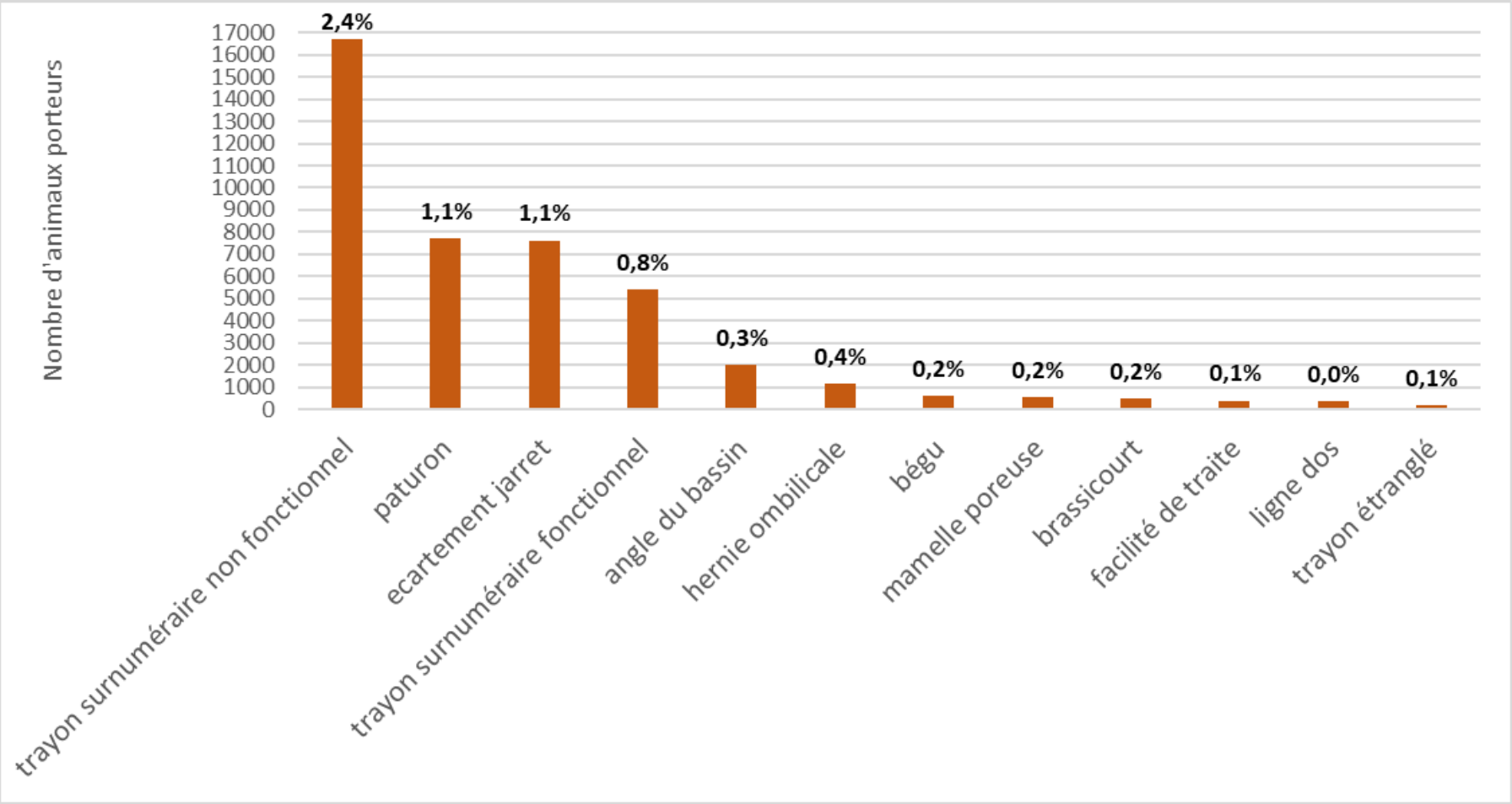
→ **Analyses génétiques**
→ **Intervention d'acteurs multiples de terrain (déclaration, description clinique, prélèvements)**

5 groupes d'actions envisagées



Source : Diane Buisson

Les tares enregistrées par Capgenes : bilan de la base de données au 28/09/20
Nombre d'animaux porteurs et fréquence d'apparition



Conclusions

- La longévité en élevage qui se dégrade

- Différentes actions pour améliorer la longévité:
  - Indexation de la longévité
  - Indexation de la fertilité à l'IA
  - Réflexions autour de la maturité (MALO)
  - Compréhension de la longévité (SMARTER)
  - Etudes des anomalies génétiques (PRESAGE)
  - Etude du déterminisme génétique des kystes et déséquilibres mammaires

Merci pour votre attention

Génétique Française à l'international

AVANÇONS ENSEMBLE

Des marchés en croissance

- *Recherche dans le monde de lait de chèvre*
  - *En Asie mais manque de savoir faire technique*
  - *En Océanie (pour répondre aux besoins asiatique)*
  - *Au Moyen-Orient*
  - *En Amérique du nord et centrale*
  - *En Europe*

AVANÇONS ENSEMBLE

Un savoir faire français reconnu

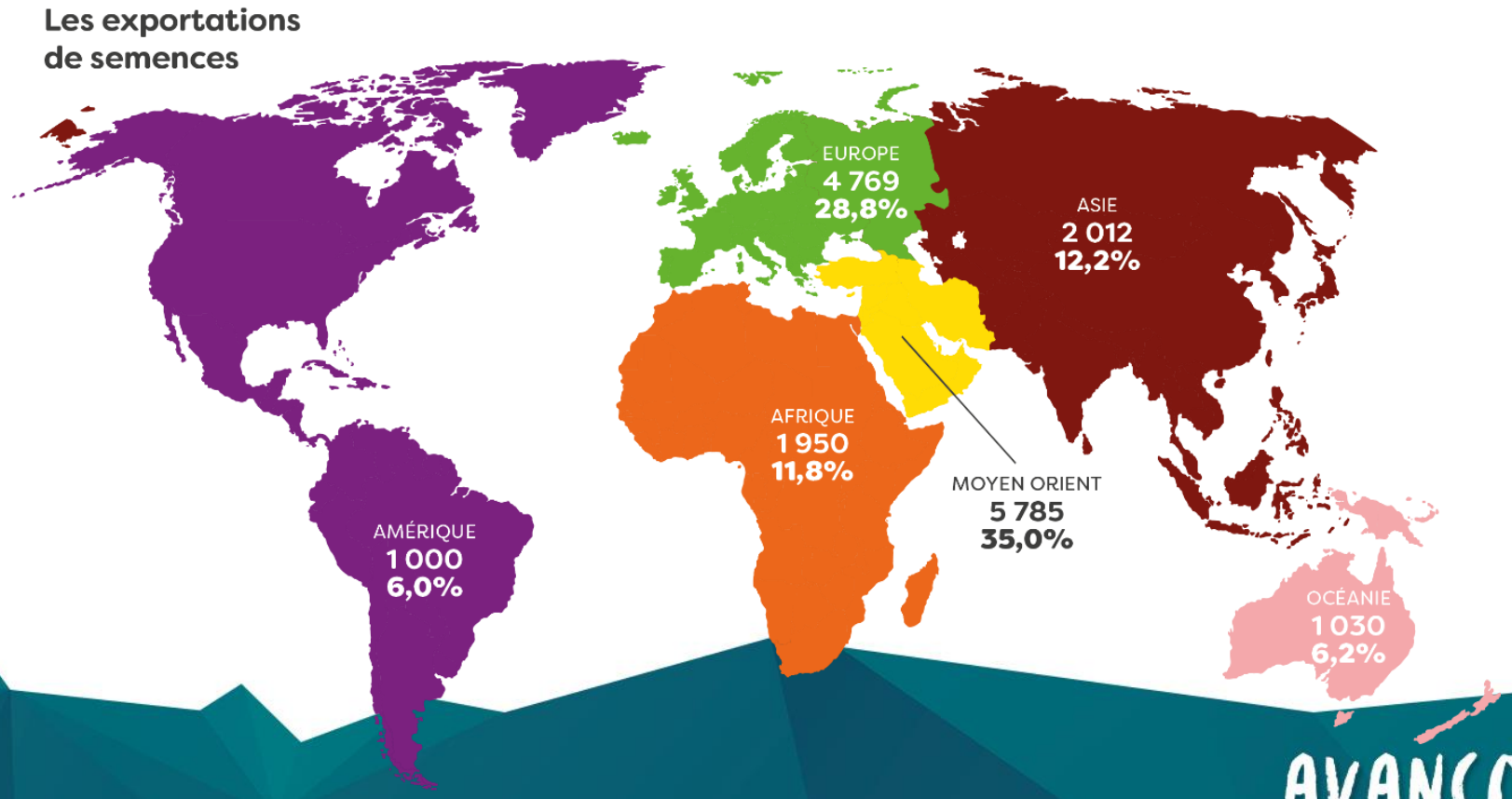
- *Lié aux produits*
- *Lié à la structuration de la filière*
- *Lié aux publications scientifiques*

- *Des freins :*
  - *Savoir-faire laitier et pas viande*
  - *Difficulté à s'exporter*
  - Image sanitaire du troupeau caprin français

AVANÇONS ENSEMBLE

Pour Capgènes

- *Vente de doses et de pédigrées dans plus de 40 pays*



16 304 doses (stable) avec un renforcement des ventes en Europe et en Amérique.
Prix moyen de doses 9,50 euros

AVANÇONS ENSEMBLE

Pour Capgènes

- *Vente de doses et de pédigrées dans plus de 40 pays*
  - *Nos atouts :*
    - *Offre génétique complète renouvelée par tiers tous les ans*
    - *Alpine Saanen et Boer*
    - *Un schéma de sélection unique au monde*
    - *Production de semences conforme aux exigences sanitaires européennes et avec une technique éprouvée*
    - *Un distributeur (evolution international) présents en bovin et caprins*
    - *Une complémentarité entre animaux et semences*

AVANÇONS ENSEMBLE

Pour Capgènes

- *Des partenariats et des projets dans le monde : Mexique, Chine*
- *Des projets européens avec les partenaires scientifiques et techniques et les filières ovines :*
  - *Sur la reproduction*
  - *Sur la sélection*
- *Des collaborations en Europe*
  - *En suisse depuis plus de 30 ans avec l'association des éleveurs de chèvres de Romandie ; les meilleures chèvres laitières alpines et saanen ont des origines françaises; en suisse avec l'université de Berne et l'OS caprine suisse (szzv) sur les techniques de reproduction et de sélection*

AVANÇONS ENSEMBLE

Une collaboration forte : Italie

- *Depuis les années 1990 : achat tous les ans de doses et formation à l'IA des techniciens*
- *Depuis les années 2000 : même table de pointage et formation des pointeurs*
- *2010 : appui dans la gestion des races locales (nera di verzasca)*
- *Depuis 2020 : volonté de travailler à de la cocréation génétique entre les deux pays avec l'OS caprine Italienne (assonapa):*
  - *Mêmes exigences sanitaires pour les élevages d'origine*
  - *Travail pour disposer d'une évaluation génétique comparable (SMARTER)*

AVANÇONS ENSEMBLE

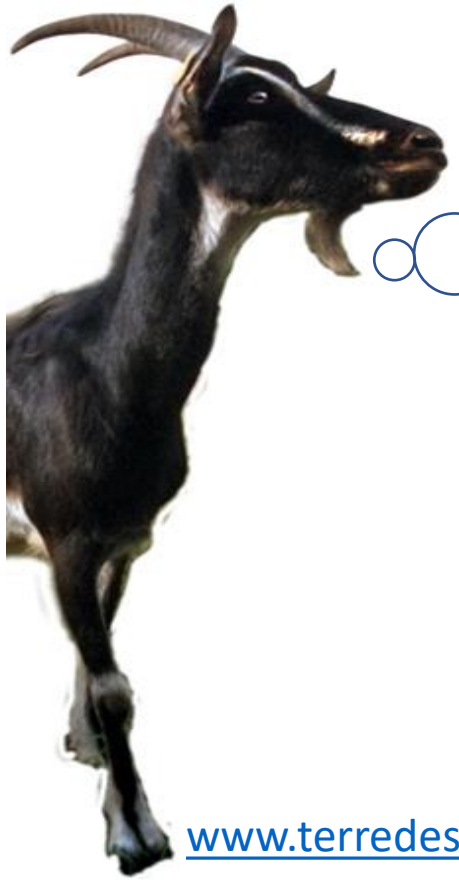
Calendrier REXCAP

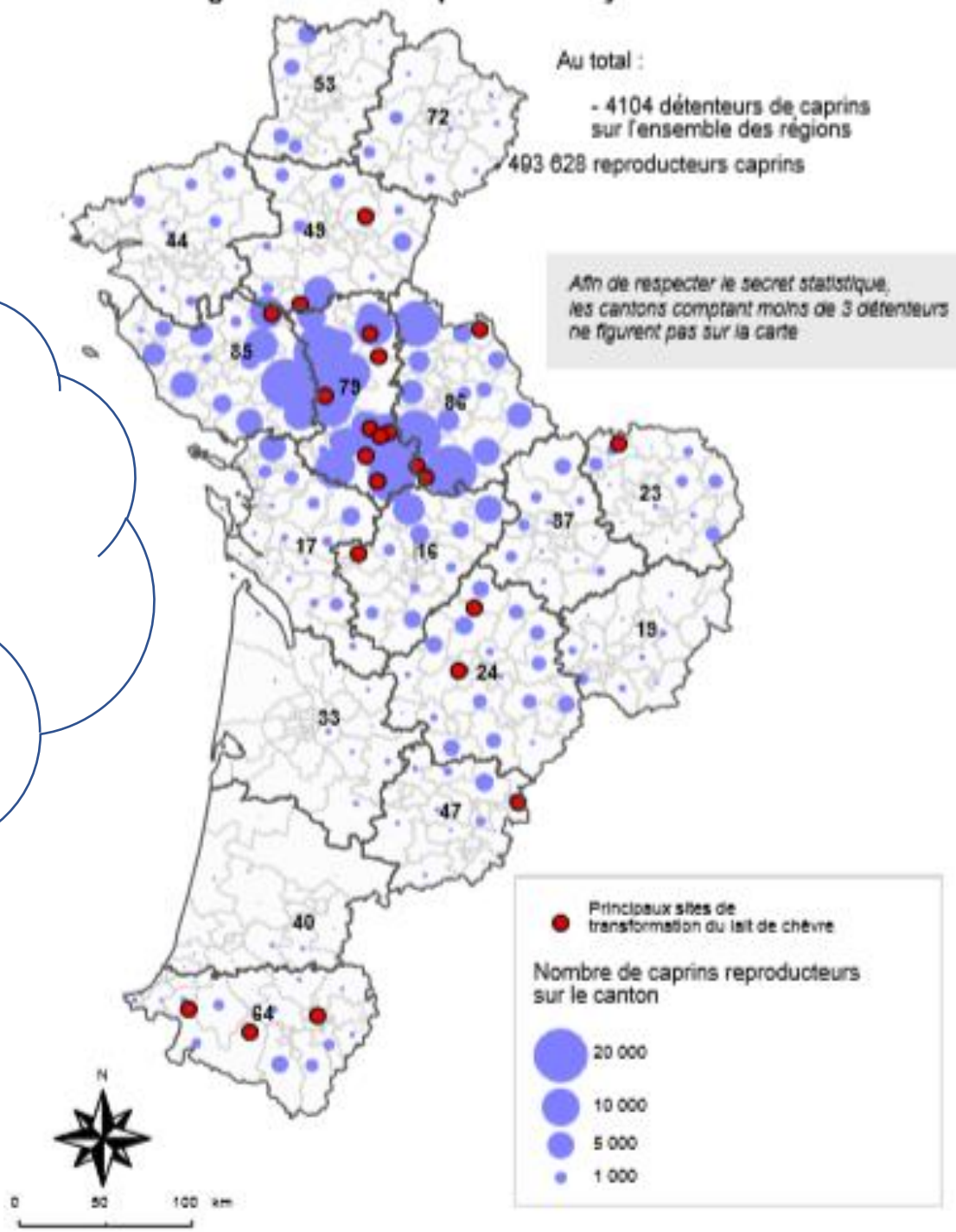
- **Prochain Comité Technique REXCAP:**

  * dates: **11 juillet 2022 sur le pâturage**

France Clusters

REXCAP
Réseau d'Excellence Caprine



Merci de votre attention

www.terredeschevres.fr