SMAll RuminanTs breeding for Efficiency and Resilience

WP3:Génétique des compromis et des synergies entre les caractères liés à la résilience et à l'efficacité

Principale Avancées

Mars 2022

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

Objectifs du WP

Le défi de la sélection animale consiste à améliorer les caractères de résilience tout en améliorant simultanément l'efficacité et d'autres caractères importants pour un secteur de l'élevage durable. La sélection simultanée de plusieurs aspects peut être entravée par des compromis entre les caractères. Les objectifs du WP sont les suivants :

- Identifier les compromis et les synergies sous contrôle génétique (tâche 3.1)
- Mieux comprendre les mécanismes biologiques qui sous-tendent ces compromis et synergies et la manière dont ils affectent la résilience et l'efficacité (tâche 3.2).
- Développer des modèles de prédiction pour gérer les compromis et optimiser la résilience et l'efficacité dans des conditions difficiles (tâche 3.3).

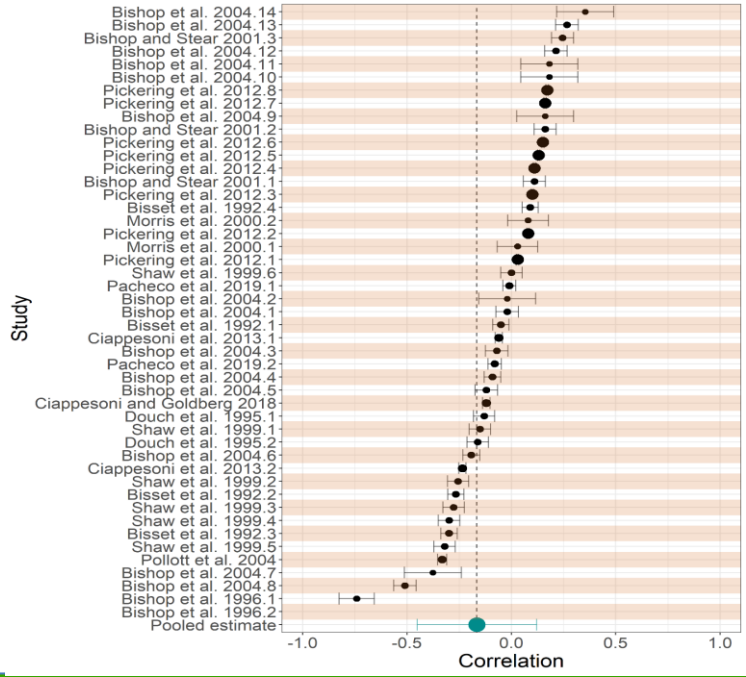
Tâche 3.1. Identifier les compromis sous contrôle génétique

- Revue systématique des composantes génétique de l'hôte qui sous-tendent la résilience aux maladies des troupeaux, et l'influence des compromis sur celle-ci (UEDIN)
  - Publié ici : Doeschl-Wilson et al. "Livestock disease resilience: From individual to herd level" Animal, Dec Vol. 15 . Suppl 1, 2021
  - L'étude préconise : i) un changement d'orientation pour passer de l'augmentation de la résistance individuelles des animaux aux maladies à la résistance des troupeaux et ii) une harmonisation de la terminologie entre les disciplines.
- Méta-analyse des paramètres génétiques (SRUC, INRAE, UEDIN)
  - 2 151 estimations de l'héritabilité et de la corrélation génétique pour 81 races ovines et 14 races caprines recueillies auprès de 12 partenaires SMARTER + AGRIS et des données publiques.
  - Nous avons développé un script R personnalisé pour effectuer une méta-analyse des estimations.
  - Publié ici : Mucha et al. « Animal Board Invited Review: Meta-analysis of genetic parameters for resilience » Animal, Vol16, issue3, 2022
  - Principaux résultats: voir la diapositive suivante

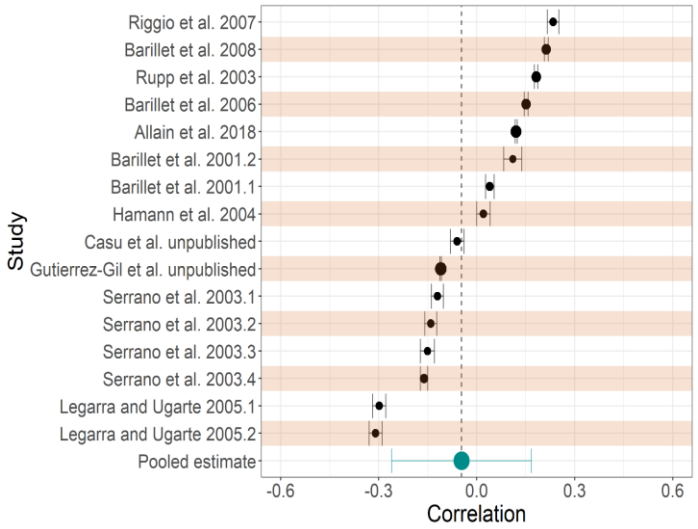
Preuve limitée d'antagonismes génétiques entre la résilience et l'efficacité pour les caprins laitière (SCS avec teneur en graisse) et les ovins laitiers (SCS avec teneur en protéines), mais pas pour les ovins allaitant à viande => La sélection pour les deux R&E est possible. Même si les estimations moyennes n'étaient pas significatives, des antagonismes peuvent exister mais seulement dans des populations et des environnements spécifiques (Figures a et b).

Forest plots montrant les estimations de corrélation génétique entre:

(a) Poids corporel et FEC (parasitisme) chez les ovins à viande



(b) Rendement laitier et SCS (mastite) chez les brebis laitières



Mucha et al. (2022) Animal

Tâche 3.2. Créer des données expérimentales pour étudier les compromis

- Cinq expérimentations ont été créés chez des moutons et des chèvres génétiquement sélectionnés qui seront soumis à des épreuves nutritionnelles et infectieuses.

	Espèces de race (Partenaire)	Group génétique	Défi	Statut
	ASSAF **Ovin laitier** (UNILEON) N=60	Production de lait	Nutritionnel : période de croissance (N=60) Infectieux : LPS* dans L1 (N=20)	**Complet**
	ALPINE **Chèvres laitières** (INRAE) N= 199	Longévité	Nutritionnel : 2 jours de foin en L1 (N=98) Infectieux : LPS* (N=49)	**Partiellement atteint**
	ROMANE **Ovin viande** (INRAE) N=91	Résistance aux parasites	Nutritionnel : faible/élevé en protéines à l'agnelage Infectieux : parasite H. Contortus (N=48)	**Complet**
	ROMANE **Ovin viande** (INRAE) N=60	Efficacité alimentaire	Infectieux : parasite H. Contortus à 3-4 mo	**En cours (retard dû au COVID)**
	CORRIEDALE **Ovin viande** (INIA-UY) N = 160	Résistance aux parasites	Aucun Efficacité de l'alimentation	**Partiellement atteint**

***LPS** : provocation par lipopolysaccharide imitant une maladie inflammatoire telle que la mastite.

Task 3.2. Créer des données expérimentales pour étudier les compromis

- Résultats chez les **ovins viande ROMANE (INRAE)** génétiquement sélectionnés pour leur résistance aux parasites

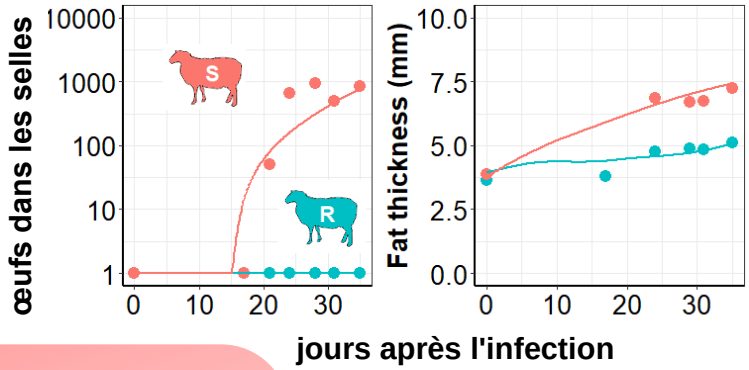
La sélection pour la résistance aux parasites gastro-intestinaux chez les agneaux en croissance est efficace

- la plupart du temps chez les brebis adultes de reproduction ✓
- au péripartum ✗

Au cours du péripartum, le niveau de protéines dans l'alimentation affecte

- croissance des brebis ✓ (et des agneaux ✓)
- résistance des brebis au parasite ✗

Réponse à l'infection pendant la croissance

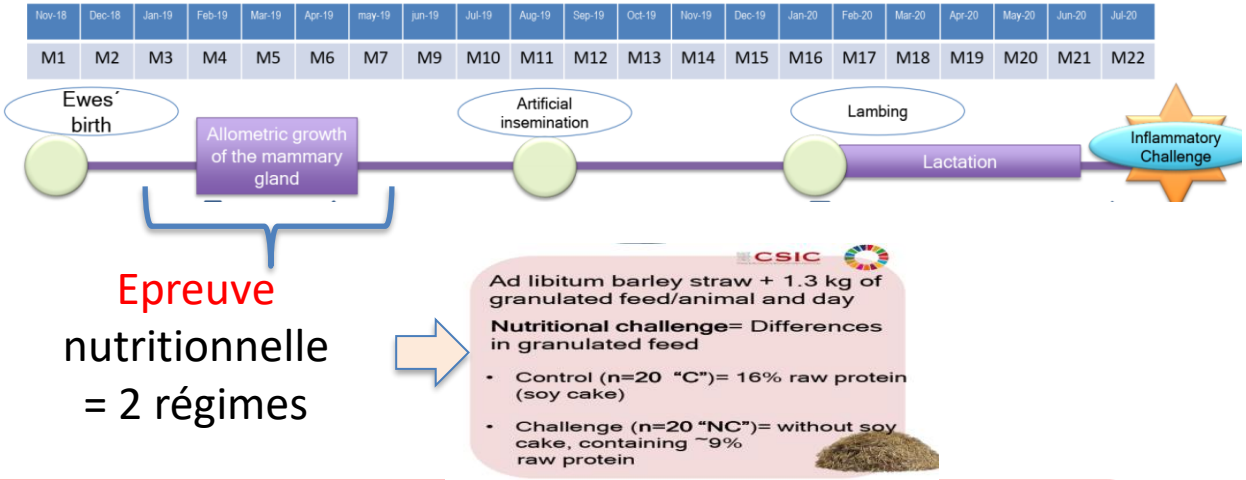


Compromis entre la résistance au parasite et la production

- pendant la croissance ✓ (réduction du dépôt de graisse)
- pendant la reproduction ✗ (sauf pendant premier péripartum où un coût de la résistance génétique de l'hôte sur le poids corporel a été détecté)

Task 3.2. Créer des données expérimentales pour étudier les compromis

- Résultats chez **les brebis laitières ASSAF (UNILEON)** génétiquement sélectionnées pour la production de lait



Epreuve nutritionnelle = 2 régimes

Preuve d'un effet du régime alimentaire et de la lignée génétique sur le résultat de l'épreuve inflammatoire avec le LPS :

REGIME: significatif pour plusieurs marqueurs plasmatiques : IL-10, IL36RA et VEGF-A.

LIGNEE: significative pour un certain nombre de marqueurs : IL-8.

=> L'analyse des mécanismes qui sous-tendent les trade-offs est en cours.

Task 3.2. Créer des données expérimentales pour étudier les compromis

- Résultats chez les **ovins CORRIEDALE (INIA-UY)** génétiquement sélectionnés pour leur résistance aux parasites

Analyse de l'efficacité de la conversion alimentaire dans les **lignées** de Corriedale (Ferreira et al. 2021)

Trait	GIN line		
	Resistant	Susceptible	P
RFI	0.02 ± 0.018	–0.02 ± 0.016	0.116
FCR	9.0 ± 0.62	7.6 ± 0.75	0.161
DMI	0.97 ± 0.036	0.98 ± 0.044	0.969
ADG	123 ± 0.90	143 ± 0.11	0.168
Initial BW	27.1 ± 0.53	27.7 ± 0.64	0.483
Final BW	33.9 ± 0.46	34.7 ± 0.54	0.292

Les lignées de Corriedale n'ont pas montré de différences significatives en termes d'ingestion d'aliments résiduels (RFI), d'indice de consommation (FCR), d'ingestion de matière sèche (DMI), de gain journalier moyen (ADG) ou de poids corporel (BW), ce qui indique que l'élevage d'animaux résistants aux parasites dans cette population n'aurait pas d'effet indésirable sur l'efficacité alimentaire.

État d'avancement de la tâche 3.3. Développer des modèles de prédiction pour gérer les compromis et optimiser la résilience et l'efficacité dans des conditions difficiles.

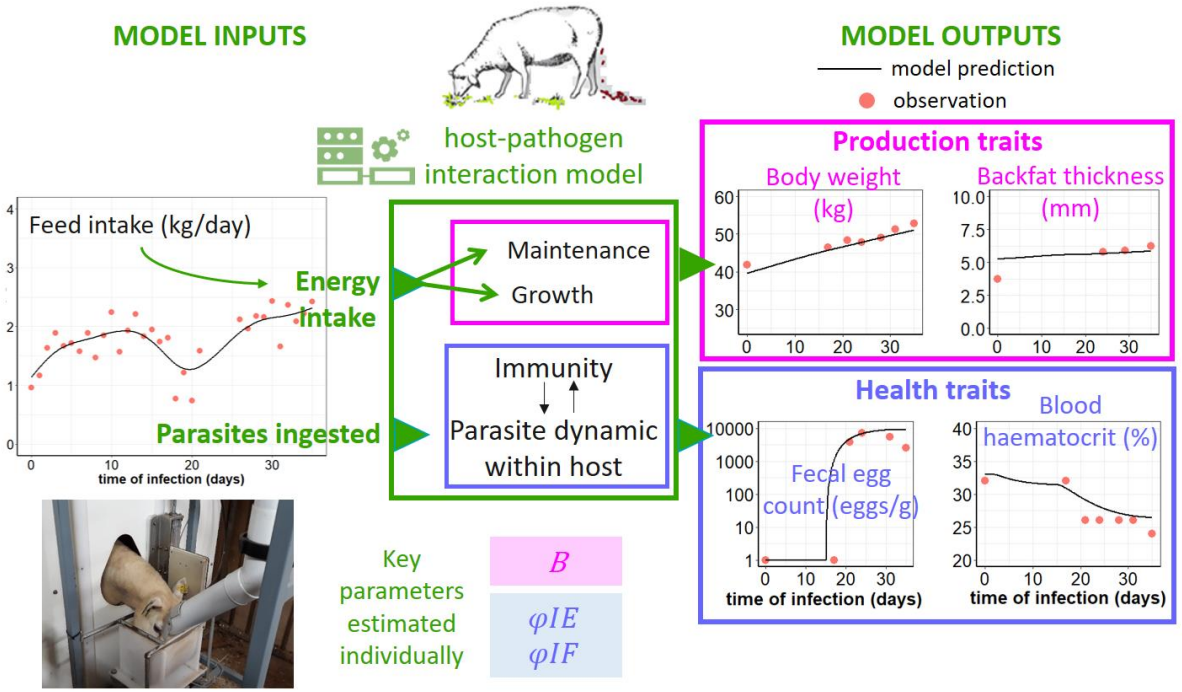
Objectif de la tâche : Développer des modèles mécanistiques et statistiques pour prédire et gérer les compromis associés aux défis infectieux et nutritionnels.

Travail effectué jusqu'à présent:

1. Modèle de compromis mécanistiques pour le parasitisme gastro-intestinal chez les moutons, calibré sur des données. Modèle étendu pour intégrer les épreuves infectieuses et nutritionnelles.
2. Modèle mécaniste pour les chèvres laitières exposées à un défi nutritionnel à long terme en cours de développement
3. Développement de pipelines de modélisation et d'étalonnage des données pour la simulation et l'analyse des trajectoires de performance des moutons et des chèvres dans des conditions d'épreuves nutritionnelles et infectieuses.
4. Validation d'indicateurs statistiques de résilience à l'aide de données simulées et expérimentales

État d'avancement de la tâche 3.3
Modèle de compromis mécanistique pendant une épreuve infectieuse

- Epreuve infectieuse : infection parasitaire chez les moutons en croissance
- Compromis entre les caractéristiques de production et les caractéristiques de santé
- Un modèle prédisant les compromis en fonction de l'apport énergétique et de la dose de parasites ingérés
- Données de la tâche 3.2 Ovins à viande ROMANE (INRAE) sélectionnés génétiquement pour la résistance aux parasites

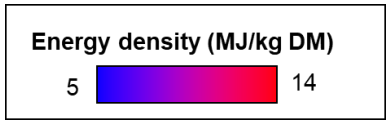


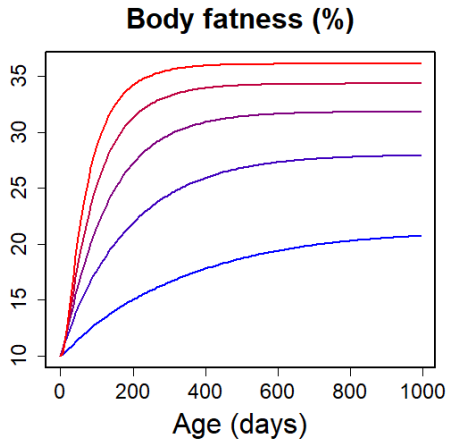
Le modèle fournit un bon ajustement aux données expérimentales et permet d'estimer les paramètres clés pour prévoir les compromis et les coûts énergétiques associés au défi du parasite gastro-intestinal chez les moutons (manuscrit en préparation).

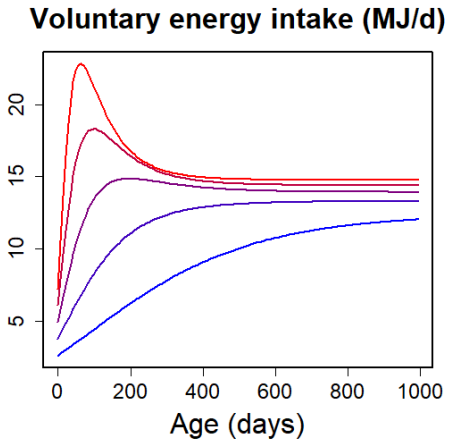
État d'avancement de la tâche 3.3
Modèle de compromis mécanistique pour les moutons lors d'une épreuve infectieuse et nutritionnelle.

- Extension du modèle de compromis mécanistique existant pour incorporer les changements dans l'acquisition et l'allocation de l'énergie qui sous-tendent les réponses adaptatives à la densité énergétique des aliments (RP2)

→ pendant la croissance des moutons







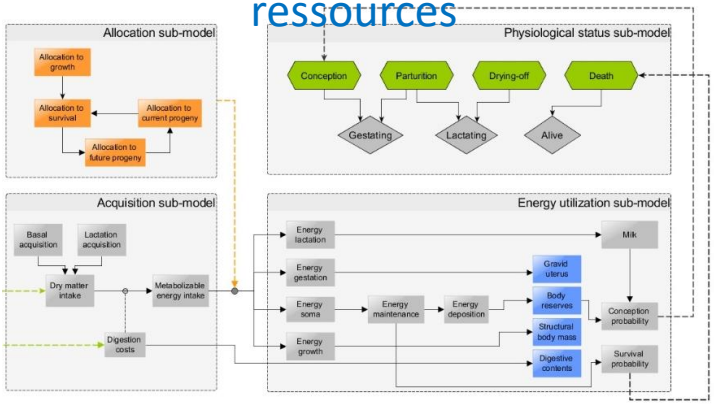
État d'avancement de la tâche 3.3
Pipeline pour la simulation et l'analyse des trajectoires de performance en cas d' épreuves nutritionnelles et infectieuses

Nutrition
Offre de matière sèche
Contenu énergétique

Infection
Type, dose, durée

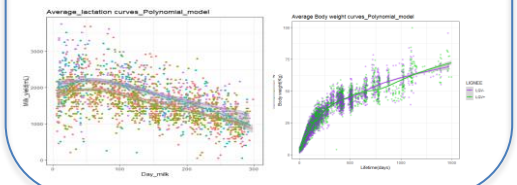
Génétique de l'hôte
Génome →
Phénotypes (WP5)

Modèle mécanistique pour l'acquisition et l'allocation des ressources

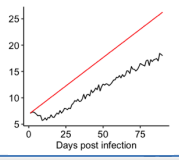


Modèles agro-écologiques (WP7)

Calibrer les trajectoires des performances simulées et des données.



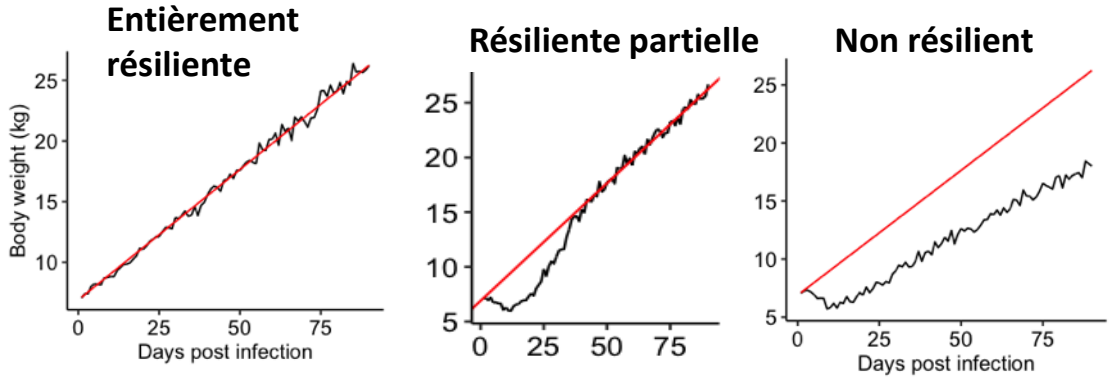
Indicateurs de résilience

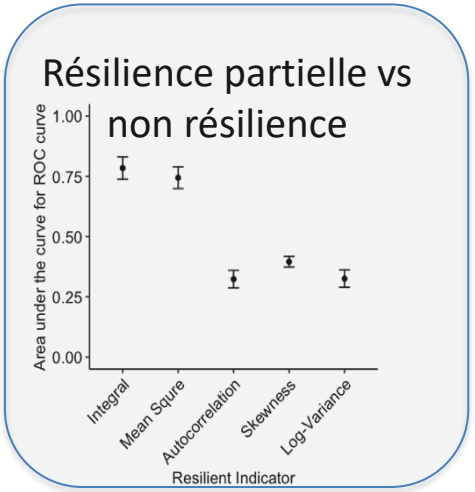


Traits candidats pour les objectifs de sélection (WP5)

État d'avancement de la tâche 3.3
Indicateurs statistiques de résilience pour caractériser et différencier les animaux résilients

- 5 indicateurs de résilience calculés à partir des trajectoires de performance simulées et réelles : asymétrie, autocorrélation, intégrale, moyenne des carrés et log-variance.
- Trois types de réponses et variation au sein d'un même type





- Tous les indicateurs identifient correctement les animaux résilients
- Seules l'intégrale et la moyenne quadratique classent la *résilience partielle* au-dessus de la *non résilience*.
- En cas de trajectoire cible inconnue, tous les indicateurs ont un problème de classement.

  → important d'enregistrer les performances en l'absence d'épreuve (challenge) des contemporains

Prochaines étapes prévues

- Détection de gènes pléiotropes (origine des compromis ?) à partir de données de génotypage
- Epreuves infectieuses et alimentaires dans les lignées efficacité alimentaire Romane (INRAe Bourges)
- Analyser les compromis possibles dans chacune des 5 expériences.
- Analyser la méthylation de l'ADN (lignées de chèvres) pour explorer un lien éventuel entre la résilience et les marqueurs épigénétiques.
- Finaliser le pipeline de modélisation : modèles de prédiction pour les compromis dans le cadre des épreuves nutritionnelles et infectieuses
- Valider les trajectoires et les indicateurs de performance simulés avec des données expérimentales

Smarter

Merci !!