

---

**RELATIONS ENTRE DYNAMIQUE DE PRODUCTION LAITIÈRE,  
GESTION DES RÉSERVES CORPORELLES ET PERFORMANCES  
DE REPRODUCTION CHEZ LA CHÈVRE LAITIÈRE : UNE APPROCHE  
PAR MODÉLISATION DES TRAJECTOIRES PHÉNOTYPIQUES**

Thèse de Nicolas **GAFSI**<sup>1</sup>

Analysée par Philippe **SCHMIDELY**<sup>2</sup>

**Directrice de thèse** : Laurence **PUILLET**, Chargée de recherches, INRAE

**Co-Directrice de thèse** : Bénédicte **GRIMARD**, Professeure, ENV Alfort.

**Co-supervision** : Fabrice **BIDAN** (Idele).

Les travaux de thèse de Nicolas GAFSI ont consisté à caractériser chez les chèvres laitières, au sein d'une lactation et de la carrière, les interrelations entre les dynamiques de poids (PV), de gestion des réserves corporelles (estimée par la Note d'Etat Corporel, NEC) et de production de lait (PL), et leurs conséquences sur la réussite de la reproduction, pour aider l'éleveur à la prise de décision en élevage, concernant la décision de réforme, le choix de l'insémination artificielle (IA) ou de la monte naturelle, ou enfin la mise en place de lactations longues.

Ces travaux de thèse concernent une question majeure des élevages laitiers qui consiste à déterminer les facteurs de longévité des femelles pour assurer la durabilité du système d'élevage. L'alternance réussie des cycles de lactation – reproduction conditionne en partie la longueur des carrières des femelles laitières : chez les vaches, la reproduction s'effectue souvent en début de lactation à une période de mobilisation des réserves adipeuses, et dans une moindre mesure de celles des protéines. Ceci implique des compromis entre fonctions de production et celles non productives, pouvant conduire à une fertilité réduite. Le constat montre qu'en l'état actuel, la sélection de vaches laitières productives et se reproduisant bien à l'échelle d'une lactation conduit à des efficacités importantes associées à la mobilisation des réserves corporelles, mais que ceci s'effectue au détriment de leur longévité. Cette problématique apparaît différente chez les chèvres laitières puisque, du fait d'une reproduction saisonnée, cette dernière s'effectue en milieu - fin de lactation, durant la reconstitution des réserves corporelles. Néanmoins, l'approche bibliographique de la thèse fait le constat, observé sur le terrain, d'une baisse de durée de vie productive (longévité) des chèvres, associée à certains facteurs d'élevage comme les mise-bas à contre saison, l'utilisation forte d'aliments concentrés induisant une production laitière élevée, et des taux de réforme

---

<sup>1</sup> Thèse de doctorat de l'Université de Paris-Saclay, Ecole doctorale n°581, Agriculture, Alimentation, Biologie, Environnement et Santé (ABIES), Spécialité de doctorat : Sciences animales. Graduate School : Biosphera. Référent : AgroParisTech, présentée et soutenue à Paris-Saclay, le 9 juillet 2024.

<sup>2</sup> Membre de l'Académie d'agriculture de France, Professeur à AgroparisTech, section 3 « Elevages ».

importants, ces derniers étant en partie liés à une fertilité altérée. Il apparaît donc nécessaire de comprendre les mécanismes de cette faible longévité aux échelles de la lactation et de la carrière, mais aussi de permettre aux éleveurs de pouvoir prévoir la réussite de la reproduction pour la gestion du troupeau.

Les données utilisées proviennent de deux troupeaux expérimentaux générant un jeu de données important (1442 chèvres et 4068 lactations) constitué par les mesures à fréquence variable des variables phénotypiques PL, NEC, PV, et de réussite à la reproduction (IA ou monte naturelle) à l'échelle de la lactation et sur l'ensemble de la carrière. Ces données ont été transformées en variables synthétiques par des modèles mathématiques, puis traitées par analyses multivariées pour dégager des « profils » de chèvres concernant ces trois variables et leurs associations. La réussite à l'IA a été prédite par des modèles de régression logistique en fonction des paramètres phénotypiques et des profils dégagés à l'étape précédente. Enfin, un simulateur du fonctionnement de troupeau caprin a été utilisé pour permettre de manipuler directement des trajectoires phénotypiques et des probabilités de succès à l'IA réellement observées sur le troupeau de cette UMR.

La première partie des résultats (article publié) concerne la caractérisation de la variabilité individuelle des profils dynamiques de PL, de NEC et de PV, étudiés à l'échelle de la lactation et de la carrière, et l'association entre ces profils chez les chèvres laitières. Au sein d'une lactation, il a été possible de définir, avec précision, différents profils de chèvres, soit sur la base de leur PL totale et de la persistance de celle-ci, soit sur celle de leur NEC à la mise bas et de la chute ultérieure de celle-ci en début de lactation, soit sur le PV à la mise bas et de sa déplétion ultérieure. Néanmoins, aucune association majeure entre ces groupes pour la PL, le PV ou la NEC n'a pu être établie, ce qui suggère une forte variabilité individuelle de stratégie d'allocation des ressources énergétiques entre les fonctions biologiques au sein d'une lactation, ce qui remet partiellement en cause les stratégies de management alimentaire sur l'animal « moyen » telles que préconisées aujourd'hui. Par ailleurs, les travaux montrent à l'échelle de la carrière une bonne répétabilité d'appartenance à un groupe de chèvres pour la NEC et le PV, mais une faible répétabilité pour la PL en ce qui concerne les primipares (passage de la lactation 1 aux suivantes) au contraire des multipares (bonne répétabilité). Ceci suggère que la sélection génétique peut avoir induit des précocités plus marquées chez les primipares que par le passé. Plus globalement, en vue d'accroître la longévité des chèvres, ces résultats montrent qu'une approche longitudinale à l'échelle de la lactation et de la carrière permet d'étudier les perturbations et les changements de priorité entre fonctions biologiques, et identifier dans quelle mesure les performances des premières lactations déterminent l'ensemble des performances de la carrière. Avec le développement de technologies de mesure automatique à la ferme, des données fréquentes pour la PL ou le PV deviennent disponibles aujourd'hui. Ceci doit permettre la prise en compte de la diversité des profils de performance pour mieux adapter la gestion individuelle des chèvres afin d'améliorer leur robustesse, dès lors que des outils de traitement de ces informations seront fournis aux éleveurs.

La deuxième partie des travaux (article soumis) concerne les relations entre les variabilités individuelles des groupes mis en évidence précédemment, et la réussite de la reproduction à l'échelle de la lactation (en excluant les données concernant la monte naturelle). Les résultats montrent que la réussite à l'IA est associée à une plus faible persistance de la lactation en particulier chez les primipares, et que l'insémination précoce des chèvres (< 200 j post-partum) réduit la réussite à l'IA. Il est intéressant de constater que ces résultats diffèrent de ceux décrits chez les vaches quant à la relation positive observée ici entre fertilité et persistance de la

lactation, ce qui reflète probablement des différences inter-espèces dans la stratégie d'allocation des ressources énergétiques entre les fonctions biologiques. Ceci suggère par ailleurs que dans les élevages avec des problèmes de fertilité, il pourrait y avoir intérêt à ne conserver pour l'IA que des chèvres à faible persistance de PL, et à ne reproduire que tardivement ou par monte naturelle les chèvres à forte persistance, voire à les conduire en lactation étendue. Ces résultats sont complétés par le fait que le suivi des variations de PV et de NEC en élevage, pour éviter une trop forte mobilisation de réserves corporelles et/ou une reprise insuffisante de celles-ci, est un autre facteur clé de la réussite à l'IA.

La troisième partie des travaux a pour but d'étudier l'effet de la simulation de la diversité des trajectoires individuelles concernant la relation persistance laitière - fertilité sur les dynamiques populationnelles d'un troupeau caprin et des performances de celui. Cette partie décrit dans une première étape de façon détaillée la structure du modèle (en particulier les processus de reproduction), et sa validation sur les données du troupeau caprin de l'UMR MoSAR (Modélisation Systémique Appliquée aux Ruminants).

Dans une seconde étape, en utilisant comme données d'entrée du modèle les performances effectives de reproduction de ce troupeau, la simulation de deux niveaux théoriques de fertilité à l'IA ( $\pm 10\%$ ) montre que cet écart théorique de fertilité n'a que peu de conséquences sur la répartition des mises-bas, probablement lié aux faits que seules 30% des chèvres de ce troupeau sont inséminées, et que la bonne réussite à la MN tamponne les effets de la réduction simulée de fertilité à l'IA. Néanmoins une analyse de sensibilité de cet effet d'écart de fertilité, et la discussion associée, dégagent des perspectives d'amélioration de ce simulateur dans un objectif final d'utilisation, en élevage, de pilotage des carrières.

Dans la discussion finale, Nicolas GAFSI resitue les principaux résultats de la thèse dans un contexte d'application sur le terrain, en élargissant ces résultats à la caractérisation des priorités pour les fonctions biologiques, à la sélection génétique des chèvres, et à la conduite des troupeaux. Enfin des perspectives de recherche sont dégagées concernant la prise en compte des effets environnementaux ou l'élaboration d'une approche de modélisation des perturbations des trajectoires phénotypiques à l'échelle de la carrière.

Ces travaux ont été valorisés par un article scientifique publié (Gafsi *et al.* 2024 ; Peer Community In Animal Science, 10.24072/pcjournal.449), un article soumis (Gafsi *et al.* Theriogenology) et quatre communications scientifiques orales (trois en premier auteur) dont trois en congrès international.

L'ensemble de ces travaux, rapporté dans cette analyse, justifie qu'elle figure sur le Site et dans le Mensuel de l'Académie pour valorisation de ces résultats.