

**ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC ASSESSMENTS
OF SELECTION FOR FEED EFFICIENCY IN PIGS****ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE ET ÉCONOMIQUE
DE LA SÉLECTION CONDUITE EN VUE DE L'EFFICACITÉ ALIMENTAIRE
CHEZ LE PORC**Thèse de **Tara Faezeh SOLEIMANI**¹Analyse par **Michel RIEU**²Directrice de thèse : Hélène **GILBERT** (INRAe, UMR GenPhySE)Membres du jury : Joël **AUBIN** (INRAe) ; Jean-Pierre **BIDANEL** (INRAe) ; Jean-Yves **DOURMAD** (INRAe) ; Hélène **GILBERT** (INRAe) ; Sandrine **MIGNON-GASTREAU** (INRAe)

La thèse touche plusieurs dimensions de la production de porc (écologie, économie, alimentation et génétique animales) pour mesurer leurs interactions. Un modèle d'évaluation environnementale par analyse du cycle de vie (ACV) et un modèle bio-économique applicables à l'échelle de l'individu ont été développés pour évaluer des scénarios variés d'amélioration de l'efficacité alimentaire.

Résumé de l'analyse

La thèse de Mme SOLEIMANI vise à apprécier les effets des pratiques de nutrition en fonction de la sélection génétique sur l'efficacité alimentaire des porcs en croissance, et partant sur l'impact environnemental de la production et les résultats économiques des élevages de porcs.

Enrichissant des modèles existants ou en développant de nouveaux, nourris par une expérimentation conduite pour cela, la doctorante a étudié les suites environnementales de la sélection génétique pour réduire la consommation alimentaire des porcs. Les effets de différentes stratégies d'alimentation sur l'impact environnemental ont été étudiés en fonction de l'efficacité alimentaire des animaux. Puis une analyse plus globale juge de l'effet de différentes stratégies alimentaires et de sélection génétique sur l'impact environnemental et la performance économique de la ferme d'élevage.

La thèse se termine par des enseignements de deux natures : l'intérêt et les limites des modèles et de leur combinaison, des préconisations de conduite alimentaire et d'objectifs de sélection en faveur de la durabilité de l'élevage porcin.

Ce travail a permis de publier trois articles dans des revues scientifiques de bon niveau. L'INP ne délivrant plus de mention, le jury a préconisé à l'unanimité la sélection de cette thèse pour le concours Leopold Escande qui récompense au maximum 15% des thèses soutenues dans l'année à l'INP.

1 Thèse de doctorat de l'Université de Toulouse délivrée par l'Institut Polytechnique de Toulouse, École doctorale SEVAB (Sciences écologiques, Vétérinaires, agronomiques et Bioingénierie), Spécialité Pathologie, Toxicologie, Génétique et Nutrition, Unité de recherche GenPhySE (UMR 1388, Génétique, Physiologie et Systèmes d'Élevage), soutenue au centre INRAe de Toulouse, le 19 février 2021.

2 Membre correspondant de l'Académie d'agriculture de France, section 3 « Production animale ».

Cette thèse présente le grand intérêt de valoriser la modélisation comme une voie pour tester et combiner de nombreuses approches et d'évaluer leurs impacts. Des évaluations partant de l'échelle individuelle de l'animal permettent de tirer de la variabilité entre animaux et de l'adaptation individuelle des régimes une meilleure analyse à l'échelle de tout l'élevage.

Analyse de la structure et des points essentiels de la thèse

Le document de thèse est organisé en six chapitres, dont trois sont construits autour de chacun des trois articles scientifiques à la publication desquels a donné lieu le travail de doctorat.

Le premier chapitre comprend une large analyse bibliographique d'ensemble qui permet de présenter les enjeux et d'aboutir à la formulation de la question de recherche.

Le deuxième chapitre entre par **la génétique**. Il cherche à apprécier les conséquences environnementales de l'historique de la **sélection des porcs** conduite pour favoriser l'efficacité alimentaire. Il est construit autour de l'article *Evaluating environmental impacts of selection for residual feed intake in pigs* (Évaluer les impacts environnementaux de la sélection pour l'ingestion alimentaire résiduelle chez le porc). L'innovation méthodologique permise par une analyse de cycle de vie à l'animal permet d'affiner l'approche de l'importance de l'efficacité alimentaire pour réduire les impacts négatifs sur les différents indicateurs d'impact sur l'environnement.

Le troisième chapitre fait un focus sur **la nutrition** et porte sur l'évaluation environnementale de combinaisons d'approches nutritionnelles pour une efficacité alimentaire d'ensemble de la ferme d'élevage et des régimes alimentaires favorisant le meilleur impact environnemental. Il est construit autour de l'article *An approach to achieve overall farm feed efficiency in pig production: environmental evaluation through individual life cycle assessment* (Une approche pour atteindre une efficacité alimentaire d'ensemble de la ferme : évaluation environnementale par analyse de cycle de vie individuelle). Le travail sur deux lignées issues de la sélection ayant des efficacités alimentaires différentes, l'évaluation par analyse de cycle de vie combinée à une approche des besoins alimentaires de chaque animal montrent que l'optimisation de l'impact environnemental passe par l'adaptation fine des diètes (principes de l'alimentation de précision).

Le quatrième chapitre porte sur **la combinaison des stratégies génétiques and nutritionnelles** et leur évaluation économique et environnementale pour aller vers l'optimisation de la durabilité de la production porcine. Il est construit autour de l'article *Combined economic and environmental assessments of pig production systems to improve pork production sustainability* (Évaluation économique et environnementale conjointe des systèmes de production porcine pour accroître la durabilité de la production de viande porcine). Un modèle bio-économique a été développé et appliqué en parallèle avec l'ACV précédemment mise au point, pour évaluer individuellement les effets économiques et environnementaux de la sélection déjà citée.

Le cinquième chapitre est celui de la discussion générale du travail réalisé. Cette discussion comprend principalement deux aspects :

- (1) **L'intérêt et les limites des modèles**. Les différents types de modèles utilisés sont analysés. Mais, de plus, sont posées les questions de la connexion automatique entre différents modèles et de la corrélation des résultats entre modèles qui évaluent individuellement les facteurs d'influence et les variables d'objectif.
- (2) **Les critères évalués**, l'efficacité de l'alimentation et la durabilité de la production porcine, débouchant sur la proposition d'options de gestion des élevages et d'objectifs de sélection.

Cette deuxième voie de discussion est plus particulièrement mise en avant dans les conclusions et enseignements ultimes de ce travail. L'accent est surtout mis sur les points suivants :

- La sélection des porcs pour l'efficacité alimentaire a permis d'améliorer la durabilité (combinaison de l'impact environnemental et du résultat économique) de lignées. Mais le résultat est meilleur si on optimise conjointement la diète. De plus, l'adaptation fine de la diète à l'échelle individuelle de chaque animal offre une compensation au désavantage génétique.
- Il est important de considérer l'ingestion d'aliments et la croissance. Au lieu d'une alimentation monophasée comme dans ces travaux, de nouveaux progrès de la durabilité seraient permis par l'adoption d'une alimentation multiphasée, voire d'un ajustement encore plus fin permis par la distribution automatique d'aliments adaptée à chaque animal et la connaissance des besoins de chaque animal.
- Un autre changement d'échelle peut être envisagé pour passer au niveau régional, en pondérant différemment les impacts pris en compte, les ressources alimentaires régionales et les types de porcs élevés.
- Les objectifs de sélection des porcs devraient prendre en compte de manière plus holistique la durabilité et ses différentes dimensions, atténuant le poids dominant des critères économiques.

Le sixième chapitre dresse la liste des différentes valorisations du travail réalisé durant l'élaboration de la thèse : un poster, des présentations orales et des publications autres. Enfin, les trois articles acceptés durant la thèse dans des revues scientifiques sont reproduits in extenso.

En conclusion de cette analyse

A la lecture du manuscrit de thèse et des articles rédigés et acceptés durant sa réalisation, au vu de la capacité à s'approprier les problématiques et de tirer des enseignements, on ne peut qu'être persuadé que la doctorante a fourni un travail très important en s'appuyant sur ses qualités personnelles.

Les apports de ce travail sont multiples. Son premier mérite est de rendre compte des nombreuses interactions déterminant les performances d'un élevage de porc : le potentiel des animaux, le processus de sélection qui permet de l'accroître, les corrélations entre différents paramètres, les effets des comportements et performances des individus animaux, les processus conduisant des données de l'animal à celles de l'élevage, l'adaptation des pratiques d'élevage pour atteindre des objectifs clairement identifiés...

Il met l'accent sur un objectif complexe qui ne peut être abordé selon des critères pris en charge indépendamment les uns des autres, celui de la durabilité. Sous ce terme, il a été décidé de combiner ici performances économiques et environnementales. Cela n'épuise pas le sujet, mais emprunte une voie incontournable car l'avenir des élevages ne peut guère s'envisager sans la multi-performance.

En arrière-plan de la préconisation d'une alimentation finement adaptées à chaque animal et en fonction de son stade de développement, apparaît la question des outils utilisés à l'élevage, logiciels performants et grande quantité de données.

Mais avant d'entrer dans l'élevage, algorithmes et données s'élaborent par la recherche pour ses propres besoins. Et sur ce terrain-là aussi, et peut-être principalement, il faut saluer le travail de Tara Soleimani. Elle s'est approprié des modèles existants, elle en a élaboré d'autres, et elle a pu faire les connexions nécessaires à l'approche de la complexité. En

parallèle, Tara Soleimani elle a piloté une expérimentation en station qui lui a fourni les données propres à nourrir ces modèles.

Il reste le constat d'un très fort contraste entre la description très précise de ce qui se passe au niveau de l'animal et une approche simplifiée de l'environnement économique et social. Mais il serait vain de penser qu'un seul exercice de modélisation est capable de tout intégrer. On a, avec cette thèse, les ingrédients d'une recherche zootechnique pleine d'actualité : une modélisation au plus près de la réalité, des données pour les paramétrer et des jeux d'hypothèses issues de l'expérimentation et des déductions des chercheuses, ce qui justifie l'intérêt pour l'Académie de faire figurer cette analyse pour valoriser ces travaux.