

**L'ANALYSE GÉNÉTIQUE DE LA COMPOSITION PROTÉIQUE ET  
DES APTITUDES FROMAGÈRES DU LAIT DE VACHE PRÉDITES A PARTIR  
DE SPECTRE MOYEN INFRAROUGE.**

Thèse de Marie-Pierre **SANCHEZ**<sup>1</sup>

Analyse de Maurice **BARBEZANT**<sup>2</sup>

Directeur de thèse : **Didier Boichard**, Directeur de Recherche à l'INRA, Jouy-en-Josas

Cette thèse présentée par Marie-Pierre Sanchez, s'inscrit dans le cadre de deux projets complémentaires PHENOFINLAIT et FROM'MIR qui proposent des outils pour apprécier la valeur fromagère du lait. La thèse exploite ces outils pour prédire la valeur fromagère des laits dans trois races françaises, pour déterminer la part qui revient à la génétique dans cette valeur et rechercher une voie de sélection génomique sur ce caractère.

Ce travail ambitieux a été rendu possible par l'accès à un grand nombre de données Phénotypiques et Génétiques obtenues dans le cadre des deux projets cités.

La thèse est riche en informations bibliographiques et en résultats. Malgré la longueur et la densité du texte, elle reste facile à lire. L'auteure n'a pas hésité à rappeler les bases des méthodes qu'elle applique à son sujet ce qui donne à son ouvrage une dimension académique qui dépasse largement le périmètre de son étude. C'est un document complet, précis et bien organisé en sept parties : une introduction et six chapitres.

Dans son introduction Marie-Pierre Sanchez présente le sujet, montre que la transformation du lait en fromage est un processus qui paraît simple mais qui cache des mécanismes physico-chimiques complexes liés notamment à la composition en protéines. La fromageabilité peut être prédite par la spectrométrie moyen infrarouge (MIR) utilisée dans le programme From'Mir et l'analyse génomique du caractère est rendu possible grâce au programme phénofinlait.

Le premier chapitre est consacré à une bibliographie très fouillée sur la composition du lait et ses aptitudes fromagères, à la spectrométrie et à son application à la

---

<sup>1</sup> Thèse de doctorat de l'Université Paris-Saclay préparée à AgroParis Tech. (Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement) École doctorale n° 581 Agriculture, Alimentation, Biologie, Environnement et santé (ABIES). Spécialité de doctorat : Génétique Animale. Thèse présentée et soutenue à Paris le 15 mai 2019

<sup>2</sup> Membre correspondant de l'Académie d'agriculture de France (Section 3 - Productions animale)

prédiction de la composition du lait, aux outils génomiques rendant possible la sélection sur ces caractères.

Elle donne également des informations précises sur le cheptel laitier, la physiologie de la lactation, la production diversifiée des fromages en France.

Elle est complète, précise détaillée et permet de comprendre comment passer d'une méthode générale à une application particulière (par exemple, comment passer des résultats bruts de spectrométrie aux équations de prédiction de la fromageabilité d'un lait). Sa densité ne nuit pas à la lecture car elle est particulièrement bien écrite.

Le deuxième chapitre met en évidence que les chercheurs disposent au travers des programmes From'Mir et Phénofinlait d'une banque de données incomparable, portant sur un très grand nombre de mesures sur un cheptel de grande taille composé des 3 grandes races laitières : Holstein, Montbéliarde et Normande. Ces mesures proviennent des contrôles technico-économiques de la production laitière des vaches par les syndicats de contrôle laitiers et par la sélection génétique et génomique des troupeaux. Ces bases de données permettent donc une analyse fine du déterminisme génétique de la composition du lait et de sa fromageabilité.

Le troisième chapitre est un peu plus « ardu ». Il est consacré aux paramètres génétiques de la production, de la composition et de l'aptitude du lait à sa transformation en fromage. On découvre le niveau des corrélations génétiques positives et/ou négatives entre les caractères à sélectionner. La thèse en tire les conclusions sur le niveau d'héritabilité des caractères liés à la fromageabilité. Les résultats sont donnés au travers des communications qui ont été publiées sur le sujet. Dans ce chapitre, on notera la présentation très documentée sur la génétique, la génomique, le génotypage et la détermination moderne de la valeur génétique des caractères à sélectionner en élevage.

Le quatrième chapitre est consacré à la détection de QTL, à l'identification des gènes, de leurs variants et des réseaux de gènes impliqués dans la composition et l'aptitude à la transformation du lait de vache en fromage dans les trois grandes races laitières. Cette analyse est rendue possible par le nombre important de vaches génotypées. Elle bénéficie pleinement de l'innovation continue en matière de génotypage et de la création de puces dédiées sur lesquelles il est possible d'insérer des variants utiles à l'étude. Les résultats sont présentés dans la thèse au travers de quatre publications. Les deux premières portent sur la détection des QTL relatifs à la composition protéique du lait, la troisième confirme l'influence des variants en race montbéliarde. La quatrième porte sur l'influence des réseaux de gènes sur la composition et la fromageabilité du lait de vache.

Le cinquième chapitre plus appliqué analyse la possibilité d'une sélection génomique des aptitudes fromagères en partant des données phénotypiques nombreuses acquises dans le programme from'MIR et en tenant compte de la forte héritabilité du caractère de fromageabilité du lait. L'étude complexe mise en œuvre et parfaitement décrite dans ce chapitre permet de conclure que cette sélection génomique est envisageable et qu'un nouvel objectif de sélection combinant les caractères inclus

dans l'ISU actuel avec le caractère de fromageabilité identifié dans la filière comté permettrait un gain significatif de la valeur fromagère du troupeau.

Le sixième chapitre complète les discussions introduites dans chacun des chapitres. Il fait état des avancées scientifiques et techniques obtenues par ces travaux de thèse et donne des perspectives de recherches complémentaires et de valorisation au sein des filières de production de fromage au-delà de la Franche Comté.

Ce travail de grande qualité est remarquable.

Il a été rendu possible par la mobilisation de nombreuses données de phénotypage et de génotypage que la thésarde a su maîtriser et valoriser pour obtenir des résultats originaux sur l'estimation de la part génétique dans les variations de la fromageabilité des laits. Il a également permis la détection de gènes et de variants de gènes impliqués dans ce caractère donnant accès à une sélection génomique d'une très bonne précision.

Le prototype de sélection obtenu est efficace. Il n'influence négativement que très peu la sélection sur les autres caractères et constitue un vrai plus pour la valorisation du cheptel laitier.

Au-delà de la sélection génomique proposée, les résultats obtenus sont nombreux et variés démontrant l'implication forte de l'étudiante dans son travail et sa très grande curiosité.

Il faut aussi souligner la qualité de la rédaction du manuscrit, la richesse de son contenu et malgré tout une facilité de compréhension donnée au lecteur.

La majorité des résultats ont été publiés et valorisés dans des revues scientifiques mais aussi valorisés auprès de publics professionnels qui se sont saisis des résultats pour proposer des modifications des objectifs de sélection. Le travail est donc d'une haute tenue scientifique et débouche directement sur des applications pratiques.

Cet excellent travail de thèse mérite d'être valorisé par la mise sur le site de l'Académie de cette analyse.