



Thèse en Sciences Animales
(septembre 2017 – septembre 2020)

Optimiser la multi-performance en production de viande chez les animaux de race Blonde d'Aquitaine

INRA – UMR1213 Herbivores

Centre INRA : Auvergne-Rhône-Alpes

Université d'inscription de l'étudiant en thèse : Unité de Génétique Moléculaire Animale.

UMR INRA 1061- Limoges

Ecole doctorale : Ecole BioSanté (ED 524)

Directrices de thèse :

Brigitte Picard [Inra]	04 73 62 40 56	brigitte.picard@inra.fr
Marie-Pierre Ellies-Oury [Inra]	05 57 35 38 70	marie-pierre.ellies@inra.fr
Véronique Blanquet [Université de Limoges]	05 55 45 76 64	

Pour postuler, envoyer : CV, lettre de motivation, moyenne des notes du M2, classement du M2, dès que possible à B. Picard et M.P. Ellies-Oury

Financement de la thèse :

50 % par le conseil scientifique de Bordeaux Sciences Agro (acquis)
50 % par la région Aquitaine (réponse fin Juin)

Compétences demandées pour le doctorant :

Le/la candidat/e devra posséder des compétences avancées en zootechnie (physiologie et nutrition animale) et en statistiques de niveau Master 2. Il/elle devra être capable de formaliser et de mettre en œuvre différentes méthodes d'analyses statistiques et être familiarisé avec le langage de programmation du logiciel statistique R. Il/elle devra posséder des compétences et un attrait particulier pour les analyses statistiques, le travail de terrain mais également les analyses biochimiques et protéomiques des qualités des viandes. Il/elle devra être capable de rédiger des articles/communications scientifiques mais également de proposer des articles/présentations vulgarisées. La capacité à dialoguer et travailler avec des chercheurs d'autres domaines (statistiques, génétique, ...) sera un plus.

Résumé

Dans un contexte de hausse de prix des intrants et de recherche d'une amélioration de l'efficacité de production en élevage, ce projet vise à déterminer quelle stratégie d'alimentation en finition permettrait d'optimiser conjointement les performances animales d'animaux de race Blonde d'Aquitaine et les qualités de leurs carcasses et de leurs viandes.

L'objectif de ce projet de thèse est d'optimiser la multi performance en production de viande chez des animaux de race Blonde d'Aquitaine par la modulation conjointe des **leviers génétique et nutritionnel**

- **le levier génétique** : en établissant le lien entre « le phénotype myostatine » des animaux et leurs caractéristiques en termes de conformation musculaire et de qualité des carcasses et des viandes
- **le levier nutritionnel** en comparant différents régimes alimentaires en finition (plus ou moins agro-écologiques) pour **optimiser la combinaison Efficacité de production** (croissance, efficacité alimentaire, santé animale) – **Qualité de la carcasse et de la viande** (nutritionnelle/valeur santé (en lien avec les pathologies majeures associées aux lipides) et Qualité sensorielle) tout **en limitant les émissions de gaz à effet de serre** (azote, méthane) et **en optimisant la santé et le bien-être animal**.

Ce projet s'appuiera sur le principe de « One Health » : un animal en bonne santé pour un consommateur en bonne santé, par une démarche pluridisciplinaire et multicritères.

Le projet sera organisé en deux temps : 1) une analyse statistique des interactions entre pratiques, efficacité et qualité à partir de données individuelles stockées dans les entrepôts de données de l'Unité ; 2) une expérimentation de terrain visant à évaluer l'impact de différents régimes de finition sur les performances animales, l'efficacité alimentaire, la qualité des carcasses et les qualités nutritionnelle et sensorielle des viandes d'animaux finis, tout en évaluant en parallèle l'impact environnemental de ces pratiques. Différentes techniques de l'équipe et de l'Unité seront mises en œuvre ou développées (notamment le fractionnement isotopique, l'utilisation de biomarqueurs, ...).

Liste de 10 publications récentes des responsables de la thèse, en rapport avec le projet proposé

1. Boussaha, M., Michot, P., Letaief, R., Hozé, C., Fritz, S., Grohs, C., Esquerré, D., Duchesne, A., Philippe, R., **Blanquet, V.**, Phocas, F., Floriot, S., Rocha, D., Klopp, C., Capitan, A., Boichard, D. Construction of a large collection of small genome variations in French dairy and beef breeds using whole genome sequences. *Genetics Selection Evolution*, 48:87.
2. **Ellies-Oury M.P.**, Renand G., Perrier G., Krauss D., Dozias D., Jailler R., Dumont R., 2012. Influence of selection for muscle growth capacity on meat quality traits and muscular properties of the m. rectus abdominis of Charolais steers. *Livestock Science*, 150, 1, 220-228.
3. **Ellies-Oury M.P.**, Dumont R., Micol D., Durand Y., **Picard B.**, 2015. Metabolic properties of fibers and connective tissue of four muscles from bovine carcasse. *Food and Nutrition Science*, 6, 1522-1532.
4. **Ellies-Oury M.P.***, Cantalapiedra-Hijar G., Durand D., Gruffat D., Listrat A., Micol D., Ortigues-Marty I., Hocquette J.F., Chavent M., Saracco J., Picard B., 2016. An innovative approach combining animal performances, nutritional value and sensory quality of meat. *Meat Science*, 122, 163-172.
5. **Ellies-Oury M.P.***, Gagaoua M., Chavent M., Saracco J., Picard B., 2017. Biomarker abundance in two beef muscles depending on animal breeding practices and carcass characteristics. *JSM Bioinformatics, Genomics and Proteomics* 2(1) : 1013. (IF : 2,11).
6. Kammoun, M., **Picard B.**, Astruc, T., Gagaoua, M., Aubert, D., Bonnet, M., **Blanquet, V.**, Cassar-Malek, I., 2016. The invalidation of HspB1 gene in mouse alters the ultrastructural phenotype of muscles. *Plos One*, 11 (8), 1-19.
7. **Oury M.P.**, **Picard B.**, Briand M., Dransfield E., Blanquet J. P., Dumont R., 2009. Interrelationships between meat quality traits, texture measurements and physicochemical characteristics of M. rectus abdominis from Charolais heifers. *Meat Science*, 83, 293-301.
8. Périé, L., Parenté, A., Brun C, Magnol, L., Pélissier, P., **Blanquet, V.** Enhancement of C2C12 myoblast proliferation and differentiation by GASP-2, a myostatin inhibitor. *Biochemistry and Biophysics Reports* 6(2016) 39-46.
9. **Picard B.**, Gagaoua M., Micol D., Cassar-Malek I., Hocquette J.-F., Terlouw C., 2014. Inverse relationships between biomarkers and beef tenderness according to contractile and metabolic properties of the muscle. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62 (40), 9808 - 9818.
10. **Picard B.**, Lebret B., Cassar-Malek I., Liaubet L., Berri C., Le Bihan-Duval E., Hocquette J.-F., Renand G., 2015. Recent advances in omic technologies for meat quality management. *Meat Science*. 109, 18-26.

Contexte

Depuis plusieurs années, la filière bovine doit faire face à une demande croissante des consommateurs pour des produits qui correspondent à des attentes claires en termes de sécurité sanitaire, de goût, de valeur nutritionnelle, de bien-être animal, mais également de pratiques d'élevage durables et respectueuses de l'environnement [1]–[4]. Plus récemment, on observe une augmentation marquée des attentes de l'aval en terme de santé publique, notamment en raison du lien probable récemment évoqué entre viandes rouges et cancer colorectal [5]. Aussi, il apparaît important de considérer cet aspect nouveau qui conduit à la défiance des consommateurs, et du corps médical, vis-à-vis de la viande rouge en abordant le volet "antioxydant" des viandes. Ce dernier, en effet, peut-être influencé par les conditions d'élevage et a un impact préventif fort sur les risques évoqués précédemment. Si la réponse à certaines de ces attentes détermine l'acte d'achat, le plaisir associé à la dégustation de la viande permet par la satisfaction des consommateurs, de favoriser un réachat du produit [6]. Au-delà des consommateurs, il est important de considérer l'ensemble des opérateurs de la filière depuis l'aval jusqu'à l'amont. Or en amont de la filière, les attentes des éleveurs sont certes orientées sur la fourniture de produits satisfaisant les attentes des consommateurs [7], [8], mais aussi et surtout sur une production viable, assurée par des performances animales et une efficacité alimentaire optimales [9]. C'est ainsi que de plus en plus de travaux étudient les liens entre efficacité alimentaire d'une part et croissance, composition corporelle et/ou caractéristiques des carcasses d'autre part [10]–[12]. Cependant, il n'existe à l'heure actuelle que peu d'informations sur les relations entre l'efficacité alimentaire et la qualité des viandes [9], [13]–[16]. **Il semble ainsi opportun de creuser la question du lien entre performances animales, qualité nutritionnelle et qualité sensorielle, en vue de mettre en évidence un compromis optimal entre les attentes des opérateurs de la filière, indépendamment des procédés d'abattage et de transformation éventuels.** En parallèle, si de nombreux travaux ont cherché à établir l'influence de différents facteurs d'élevage sur la qualité des viandes, l'impact des combinaisons de pratiques est plus délicat à déterminer, en lien avec son aspect multifactoriel [17]. **Il apparaît donc pertinent de chercher à optimiser les performances des animaux (parmi lesquelles**

l'efficacité alimentaire), par le biais d'une adaptation optimale des combinaisons de pratiques en élevage et notamment en période de finition.

Les races allaitantes, comme la race Blonde d'Aquitaine, ont génétiquement tendance à déposer davantage de protéines dans le gain de poids. Ce dépôt de protéines dans le muscle jusqu'à un âge avancé retarde l'expansion du compartiment adipeux. Qui plus est, ces animaux s'engraissent plus tardivement que les animaux plus précoces, en lien avec une masse viscérale et une capacité intestinale relativement plus modestes, qui réduisent leurs besoins énergétiques d'entretien et laissent à disposition une plus grande utilisation de l'énergie restante pour la synthèse tissulaire [18]. Aussi, les races allaitantes continentales, et la Blonde d'Aquitaine plus particulièrement, sont-elles connues pour être à l'origine de carcasses maigres et de viandes aux teneurs en lipides intramusculaires plus faibles que les races mixtes ou laitières.

La Blonde d'Aquitaine, en tant que 3^{ème} race à viande Française, a fait l'objet de significativement moins de travaux que les races Charolaise et Limousine. Par exemple, si une étude récente menée dans l'UMR1213 a permis d'établir des modèles d'évolution des lipides intramusculaires en fonction de l'adiposité des carcasses de bœufs, taurillons et vaches de différentes races [19], les relations entre lipides intramusculaires et adiposité des carcasses restent à établir dans le cas spécifique des animaux de race Blondes d'Aquitaine en finition. Les rares résultats établis sur cette race permettent néanmoins de mettre en évidence des particularités similaires à celles observées chez les bovins culards, en termes de croissance et de propriétés musculaires : forte muscularité, rendement en viande élevé, faible adiposité [20]–[23], couleur claire [24]. Chez les animaux culards, ces caractéristiques sont la conséquence d'une mutation du facteur de croissance myostatine [25]. En race Blonde d'Aquitaine, il était difficile d'expliquer ces propriétés par des mutations ou délétions dans ce facteur [26] jusqu'à récemment. En 2014, l'équipe de Véronique Blanquet (Université Limoges), partenaire du projet, a mis en évidence une mutation spécifique à la race du gène *myh*, dont les modes d'expression sont à préciser et qui a pour conséquence des niveaux variés de myostatine circulante [27]. **Une meilleure connaissance et compréhension des spécificités des animaux de race Blonde d'Aquitaine devraient participer à améliorer la valorisation des produits viande, et à avancer sur l'établissement d'un compromis optimal entre performances animales, qualité des carcasses et qualité (nutritionnelle et sensorielle) des viandes.**

Objectifs :

Le projet vise apporter des connaissances pour proposer des pistes de **modification des pratiques de finition, d'adaptation des systèmes bovins allaitants** en race Blonde d'Aquitaine susceptibles **d'améliorer la compétitivité** des exploitations et ainsi de **pérenniser les exploitations agricoles** du Sud-Ouest.

Pour ce faire, en utilisant différents régimes de finition, il s'agira de déterminer les meilleurs compromis entre efficacité de production des animaux, qualité nutritionnelle et qualité sensorielle, en vue de proposer aux éleveurs les itinéraires techniques les plus efficaces. Dans un second temps, il s'agira d'établir dans quelle mesure le régime en finition impacte les teneurs en myostatine circulante et musculaire (ou éventuellement l'un de ses partenaires régulationnels) et est susceptible d'impacter par là même la conformation bouchère (ou muscularité) des animaux et les qualités de leurs viandes.

Pour cela nous proposons :

- d'étudier à partir d'indicateurs ou biomarqueurs l'impact des différents régimes de finition sur
 - o l'efficacité de production et l'efficacité alimentaire des animaux,
 - o les performances des animaux (muscularité, conformation bouchère)
 - o les caractéristiques des carcasses
 - o les qualités des viandes,
- de combiner l'ensemble, par le biais de traitements statistiques innovants, afin de mettre en évidence les meilleurs compromis selon les marchés et attentes de l'aval
- d'identifier quelles sont les liens entre les teneurs en myostatine et/ou ses partenaires régulationnels et 1) l'efficacité de production des animaux, 2) les caractéristiques des carcasses (dont la conformation) et 3) les qualités des viandes
- et de déterminer comment ces relations sont susceptibles d'être modifiées par les conduites en finition.

Ce projet permettra de produire des connaissances et des outils utilisables sur le terrain, afin d'orienter les éleveurs dans leurs modes de conduite. Il sera ainsi possible de **faire coïncider les contraintes de l'amont** (production de viande dans le cadre d'une évolution des pratiques d'élevage en lien notamment avec une réduction des intrants et une amélioration de l'efficacité alimentaire) **et les attentes de l'aval** (impact environnemental, qualité nutritionnelle et sensorielle des viandes).

Matériel disponible :

Dans un premier temps, nous exploiterons les données existantes comprenant des informations sur les pratiques en finition, l'animal et sa croissance, la carcasse, le muscle et la viande. Pour cela, nous nous appuierons sur les entrepôts de données disponibles dans l'Unité ainsi que les données stockées par les opérateurs de terrain partenaires.

La seconde partie du travail reposera sur un dispositif expérimental permettant d'étudier les répercussions d'une modulation des performances animales des animaux par le régime alimentaire des animaux, sur la qualité des carcasses et des viandes. Cette expérimentation concernera des animaux Blondes d'Aquitaine en phase

d'engraissement soumis à différents régimes de finition. Les analyses considérées porteront sur les thématiques suivantes :

- Evaluation des performances et de l'efficacité alimentaire des animaux

état d'engraissement des animaux en début de finition, contrôle individuel de l'alimentation des animaux, pesées et mensurations, note d'état d'engraissement des animaux en début, milieu et fin d'engraissement, évaluation de la santé animale comme indicateur de bien-être en début d'engraissement et avant abattage

- Evaluation de l'impact environnemental des régimes
rejets azotés, extraction de l'azote, méthane [52], [53]

- Caractérisation des carcasses

évaluation de l'état de finition des animaux (grille EUROP) ; évaluation de l'épaisseur de gras sous-cutanée et pesée du gras de rognon ; dissection de la 6^{ème} côte (réelle et virtuelle par imagerie) [54]

- Caractérisation de 2 muscles aux teneurs en lipides différentes (les M. semitendinosus – rond de gîte ; M. rectus abdominis – bavette de flanchet)
adiposité et valeur nutritionnelle (teneur en lipides totaux, teneur et composition en acides gras [55] ; détermination du niveau d'oxydation des lipides) ; évaluation et maîtrise du risque de cancer colorectal ; apparition de produits d'oxydation dans les viandes (détermination de l'index de peroxydabilité) ; pouvoir antioxydant des viandes (statut antioxydant global, vitamines et enzymes antioxydantes)

- Caractérisation et prédiction sensorielle

évaluation de la couleur [56] ; évaluation sensorielle (avec 16 jurés experts) ; évaluation rhéologique (force de cisaillement) [57] ; test des biomarqueurs connus et recherche de nouveaux biomarqueurs d'adiposité et de tendreté [58] sur muscle et plasma ; test de méthodes de quantification de biomarqueurs de tendreté et d'adiposité par la technique des aptamères

Originalité du projet

Le projet est innovant à plusieurs titres :

**** Le niveau d'approche***

Il traite de la gestion optimale des compromis entre les performances animales (dont l'efficacité alimentaire), la qualité des carcasses, les qualités (nutritionnelles et sensorielles) des viandes. Il permet de mettre en relation des approches zootechniques et globales à l'échelle de l'animal avec des analyses de biologie intégrative réalisées sur les muscles et viandes. **A ce jour, ces approches sont généralement conduites séparément**, et les liens entre les différents éléments du triptyque (performances, qualité nutritionnelle, qualité sensorielle) ne sont évalués que deux à deux. **L'approche proposée est ici plus intégrative et permet la proposition de pistes concrètes d'amélioration des pratiques en finition pour un compromis optimal en termes de production. De plus, le projet s'appuie sur des techniques innovantes telles que l'analyse de biomarqueurs protéomiques qui sont maîtrisées par les partenaires, mais jusqu'à présent peu ou pas appliquées aux problématiques de la filière viande bovine.**

**** Les retombées :***

Ce projet permettra de mieux connaître les spécificités de la 3^{ème} race Française et d'approfondir les connaissances notamment sur le déterminisme des dépôts musculaires associés à la myostatine. Il devrait permettre de proposer différents jeux d'itinéraires de finition (durée, ration, âge, état et poids initiaux, âges et poids en fin de période, gestion de la carrière de la vache) susceptibles d'optimiser conjointement les performances animales (et notamment l'efficacité alimentaire et les caractéristiques des carcasses) ainsi que les qualités des viandes au sens large (sensorielle, nutritionnelle, valeur santé, ...). Il devrait également 1) contribuer à la construction de la qualité des produits d'origine animale dans le respect de l'environnement, 2) fournir des éléments en vue d'élaborer des techniques et systèmes d'élevage raisonnés et durables susceptibles d'aider à l'amélioration de l'efficacité des exploitations et des filières, 3) permettre d'identifier parmi plusieurs modes de conduite en finition quels sont les régimes qui conduisent à une réduction des pertes et des rejets et sont donc susceptibles d'avoir un impact environnemental plus limité, 4) apporter des méthodologies nouvelles pour la caractérisation des qualités des viandes et carcasses (par la définition de nouveaux indicateurs et/ou de nouvelles grilles d'évaluation). Ce travail sera à même de donner des pistes aux opérateurs de terrain afin d'avancer dans la construction du projet d'IGP pour les vaches de race Blonde d'Aquitaine du Sud-Ouest, projet porté par les groupements de producteurs et opérateurs d'aval en vue notamment de consolider un segment moyen-haut de gamme en race Blonde d'Aquitaine.

Plus largement, ce projet devrait permettre de repérer les pratiques d'élevage les plus respectueuses de l'environnement et de l'animal, qui permettront **d'améliorer l'efficacité alimentaire des animaux, tout en assurant une optimisation des qualités nutritionnelle et sensorielle des viandes. Par le biais des résultats relatifs notamment à la lipoperoxydation, il devrait également être possible de trouver un équilibre entre les risques et les avantages de la consommation de viande rouge, et de formuler les meilleures recommandations alimentaires possibles.**

Menés à leur terme, ces travaux devraient permettre de formuler une équation de prédiction des propriétés nutritionnelles et sensorielles selon différentes combinaisons de facteurs biotechniques et pourront servir de support pour prodiguer des conseils sur la conduite à tenir pour l'obtention de carcasses et de viandes aux caractéristiques données. Dans un contexte où les consommateurs ont des attentes précises mais variées sur la viande, la possibilité de donner des clefs permettant de satisfaire au mieux ces souhaits s'avère en effet particulièrement intéressante. A terme, la filière pourra disposer de préconisations de mise en adéquation des pratiques en fonction du système d'élevage et du potentiel de croissance musculaire des animaux.

** Le support animal utilisé :*

Ce projet est original car il porte sur les animaux de race Blonde d'Aquitaine, qui, bien que très représentés au niveau du territoire (3^{ème} race française), ne sont le support que d'un nombre réduits d'essais. Or, cette race a des spécificités, notamment génétiques, qui ne sont pas retrouvées dans les autres races continentales telles que la Charolaise et la Limousine. Ces caractéristiques sont en cours d'exploration par les Unités partenaires du projet (UGMA, UMRH). Les conclusions permettront une avancée significative en termes de sélection et de connaissance du déterminisme du phénotype d'hypermuscularité associé à une inactivation de la myostatine.

** La question posée :*

D'un point de vue scientifique, les questions posées n'ont à notre connaissance pas encore été traitées. Le projet pourra ainsi :

- contribuer à apporter des premiers éléments de compréhension des mécanismes biologiques associant efficacité alimentaire, qualité nutritionnelle et sensorielle des viandes bovines, mécanismes non encore identifiés à l'heure actuelle,
- montrer comment ces mécanismes peuvent être modifiés selon le type génétique des bovins (et plus particulièrement selon que la myostatine ait été rendue inactive ou pas par mutation)
- donner des éléments visant à montrer comment des modifications des pratiques de finition peuvent influencer sur l'efficacité alimentaire des animaux et sur les qualités de leurs viandes.

** Les techniques de laboratoire mobilisées :*

La caractérisation et la prédiction des qualités des viandes est basée sur une démarche innovante d'utilisation de protéines biomarqueurs de tendreté, jutosité, flaveur et adiposité [45]. La quantification de ces biomarqueurs se fera par une technique innovante de laboratoire la technique RPPA (Reverse Phase Protein Array) utilisée jusqu'à présent en milieu médical. En complément, ce projet sera le support du développement d'une méthode analytique basée sur l'utilisation d'aptamères pour la détection des biomarqueurs de tendreté et d'adiposité. En effet, les aptamères sont des acides nucléiques simples brins qui, grâce à leur structure tri-dimensionnelle, ont la capacité de se lier avec une haute affinité et une haute spécificité à un ligand donné [46], [47]. En comparaison des anticorps, les aptamères ont l'avantage d'être plus facilement synthétisables et à moindre coût. De plus, ils sont beaucoup moins sensibles aux variations de températures. L'ensemble de ces caractéristiques permet aux aptamères d'être des outils de choix en analytique bien qu'ayant été découverts récemment. L'obtention d'aptamères spécifiques des biomarqueurs de tendreté et d'adiposité par la méthode SELEX permettra de développer des méthodes analytiques originales basées sur l'utilisation d'aptamères. Ces techniques permettront d'identifier de nouveaux marqueurs de tendreté et d'adiposité, spécifiques à la race Blonde d'Aquitaine, susceptibles d'être recherchés de façon non invasive. En termes scientifiques, les résultats obtenus dans le cadre de ce projet seront par conséquent tout à fait innovants et porteurs pour la filière.

** Les analyses statistiques complexes mises en œuvre et développées pour l'occasion :*

La méthodologie employée est innovante notamment car le travail repose en partie sur des données déjà acquises et entreposées dans une base volumineuse tant par le nombre que la nature des mesures. Le volume important des données permet de tirer des conclusions robustes et des lois générales permettant de compléter les rares résultats disponibles dans la littérature sur les animaux de race Blonde d'Aquitaine. Le travail est également innovant par l'approche statistique qui sera mise en œuvre, approche permise par une collaboration étroite avec les enseignants-chercheurs de l'Institut Mathématiques de Bordeaux – INRIA. Sont notamment envisagées des classifications de variables et des analyses multifactorielles, innovantes dans le domaine de l'agronomie, mais qui livrent déjà des résultats particulièrement intéressants dans des domaines aussi variés que l'industrie automobile ou encore l'industrie de croisière [48]–[51].

Partenariat scientifique dans lequel s'inscrit le travail

• *Partenaires scientifiques:*

INRA, UMR1213 (équipes Biomarqueurs, Peraq, Comete, Dynamic)
Université de Limoges, UMR UGMA (Unité de Génétique Moléculaire Animale)
Bordeaux Sciences Agro
INRIA, Institut Mathématiques de Bordeaux

• *Partenaires techniques :*

L'Institut de l'Élevage

2 Organisations de Producteurs (OP) : Expalliance groupe Terres du Sud et LurBerr
L'Organisme de Sélection (OS) France Blonde d'Aquitaine Sélection, Organisme de Sélection de la race
La Chambre Régionale d'agriculture ALPC
La Fédération Régionale Bovins Croissance ALPC
Sud-Ouest Aliment (Evalis – Groupe In-Vivo)

- Chercheurs envisagés dans le comité de pilotage :
Christophe Denoyelle (IDELE) Qualités des viandes bovines
Valérie Monteils (UMR1213) Pratiques d'élevage et qualité des carcasses
Jérôme Sarraco (INRIA, Institut Mathématiques de Bordeaux) => statistiques / modélisation

Calendrier :

Année 1 : Prise en main du sujet, travail bibliographique et analyse de données

Bibliographie sur la production de viande bovine, sur la conduite en période de finition, sur les qualités des carcasses et des viandes, sur les outils d'analyse, sur les méthodes statistiques.

Récupération des données de terrain, travail sur ces données et analyses statistiques - Travail sur la base de données et analyses statistiques. Ces analyses permettront de mettre en relation les différents éléments du triptyque. Les relations établies pourront être testées sur d'autres données disponibles dans l'entrepôt (sur d'autres races notamment Charolaise ou Limousine).

Année 2 : Expérimentation

Caractérisations phénotypiques, évaluation de la qualité des carcasses, dosages de myostatine, analyses des qualités nutritionnelles et sensorielles (composition chimique musculaire, marqueurs, évaluations rhéologiques et sensorielles, ...) avec l'aide de techniciens de l'équipe Biomarqueurs, analyse des données

Année 3 : Mise en relation des éléments du triptyque et valorisation

Mise en relation des éléments du triptyque sur les données de terrain, établissement d'équations et de modèles, écriture des publications et du manuscrit de thèse, préparation de l'après-thèse.

Publications envisagées :

Année 1 : Etude bibliographique, effet régime sur qualités nutritionnelles et qualités sensorielles ;

Année 2 : Lien entre les teneurs en myostatine tronquée et le phénotype, l'efficacité et les performances des animaux ; Effet régime sur propriétés carcasses ;

Année 3 : Prédiction des qualités sensorielles à partir des biosmarqueurs ; Synthèse montrant comment concilier efficacité alimentaire et qualités nutritionnelles et sensorielles des viandes ;

Revue visées : *Meat Science, Animal, Journal of animal Science, Journal of agricultural and food science (et congrès : JSMTV, RRR, ICoMST, EAAP, ISNH).*

Références bibliographiques :

- [1] L. Aymard, M. Aimé, D. Lahitte, V. Joliet, T. Deltor, B. Gonzales, et M. Kentzel, « Les références bovins viande d'Aquitaine au service de la filière. Note de conjoncture 2013 ». Institut de l'Elevage, déc-2013.
- [2] P. Dufey, A. Chambaz, I. Morel, et A. Chassot, « Station fédérale de recherches en production animale de Posieux », *Rev. Suisse Agric.*, vol. 34, n° 3, p. 117–124, 2002.
- [3] P. Béraud, « La viande bovine: les principales qualités recherchées », *INRA Prod. Anim.*, vol. 28, n° 2, p. 99–104, 2015.
- [4] K. G. Grunert, « Future trends and consumer lifestyles with regard to meat consumption », *Meat Sci.*, vol. 74, n° 1, p. 149–160, 2006.
- [5] R. J. Polkinghorne et J. M. Thompson, « Meat standards and grading: A world view », *Meat Sci.*, vol. 86, n° 1, p. 227–235, 2010.
- [6] W. Verbeke, F. J. A. Pérez-Cueto, M. D. de Barcellos, A. Krystallis, et K. G. Grunert, « European citizen and consumer attitudes and preferences regarding beef and pork », *Meat Sci.*, vol. 84, n° 2, p. 284–292, févr. 2010.
- [7] V. Bouvard, D. Loomis, K. Z. Guyton, Y. Grosse, F. E. Ghissassi, L. Benbrahim-Tallaa, N. Guha, H. Mattock, K. Straif, et International Agency for Research on Cancer Monograph Working Group, « Carcinogenicity of consumption of red and processed meat », *Lancet Oncol.*, vol. 16, n° 16, p. 1599–1600, déc. 2015.
- [8] R. Polkinghorne, J. M. Thompson, R. Watson, A. Gee, et M. Porter, « Evolution of the Meat Standards Australia (MSA) beef grading system », *Anim. Prod. Sci.*, vol. 48, n° 11, p. 1351–1359, 2008.
- [9] A. C. Dockès, P. Magdelaine, D. Daridan, A. Guillaumin, M. Rémondet, A. Selmi, H. Gilbert, S. Grasteau, et F. Phocas, « Attentes en matière d'élevage des acteurs de la sélection animale, des filières de l'agroalimentaire et des associations », *Prod. Anim.*, vol. 24, n° 4, p. 285–296, 2011.
- [10] K. G. Grunert, L. Bredahl, et K. Brunsø, « Consumer perception of meat quality and implications for product development in the meat sector—a review », *Meat Sci.*, vol. 66, n° 2, p. 259–272, 2004.
- [11] R. A. Hill, *Feed efficiency in the beef industry*. John Wiley & Sons, 2012.
- [12] P. F. Arthur, G. Renand, et D. Krauss, « Genetic parameters for growth and feed efficiency in weaner versus yearling Charolais bulls », *Crop Pasture Sci.*, vol. 52, n° 4, p. 471–476, 2001.
- [13] P. F. Arthur, G. Renand, et D. Krauss, « Genetic and phenotypic relationships among different measures of growth and feed efficiency in young Charolais bulls », *Livest. Prod. Sci.*, vol. 68, n° 2, p. 131–139, 2001.
- [14] M. G. Jeyaruban, D. J. Johnston, H. U. Graser, et others, « Genetic association of net feed intake measured at two stages with insulin-like growth factor-I, growth and ultrasound scanned traits in Angus cattle », in *Proceedings of the Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics*, 2009, vol. 18, p. 584–587.

- [15] S. D. Baker, J. I. Szasz, T. A. Klein, P. S. Kuber, C. W. Hunt, J. B. Glaze, D. Falk, R. Richard, J. C. Miller, R. A. Battaglia, et others, « Residual feed intake of purebred Angus steers: Effects on meat quality and palatability », *J. Anim. Sci.*, vol. 84, n° 4, p. 938–945, 2006.
- [16] G. E. Carstens, C. M. Theis, M. B. White, T. H. Welsh, B. G. Warrington, R. D. Randel, T. D. A. Forbes, H. Lippke, L. W. Greene, et D. K. Lunt, « Residual feed intake in beef steers: I. Correlations with performance traits and ultrasound measures of body composition », in *Proceedings-American Society of Animal Science Western Sectio*, 2002, vol. 53, p. 552–555.
- [17] J. D. Nkrumah, J. A. Basarab, Z. Wang, C. Li, M. A. Price, E. K. Okine, D. H. Crews, et S. S. Moore, « Genetic and phenotypic relationships of feed intake and measures of efficiency with growth and carcass merit of beef cattle », *J. Anim. Sci.*, vol. 85, n° 10, p. 2711–2720, 2007.
- [18] K. J. Thornton, C. M. Welch, L. C. Davis, M. E. Doumit, R. A. Hill, et G. K. Murdoch, « Bovine sire selection based on maintenance energy affects muscle fiber type and meat color of F progeny », *J. Anim. Sci.*, vol. 90, n° 5, p. 1617–1627, 2012.
- [19] B. Lebret, S. Prache, C. Berri, F. Lefèvre, D. Bauchart, B. Picard, G. Corraze, F. Médale, J. Faure, et H. Alami-Durante, « Qualités des viandes: influences des caractéristiques des animaux et de leurs conditions d'élevage », *INRA Prod. Anim. Numéro Spéc. Muscle Viande Ed QUAE*, vol. 28, p. 151–168, 2015.
- [20] M. Oury, B. Picard, L. Istasse, D. Micol, et R. Dumont, « Mode de conduite en élevage et tendreté de la viande bovine », *Prod. Anim.-PARIS-Inst. Natl. Rech. Agron.-*, vol. 20, n° 4, p. 309, 2007.
- [21] A. K. I. Youssao, G. Renand, B. Picard, C. Jurie, et P. Berge, « Variabilité génétique de caractéristiques biologiques du muscle chez des taurillons Charolais », *Viandes Prod. Carnés Hors Sér.*, p. 29–30, 2004.
- [22] B. Lebret et B. Picard, « Les principales composantes de la qualité des carcasses et des viandes dans les différentes espèces animales », *INRA Prod. Anim.*, vol. 28, n° 2, p. 93–98, 2015.
- [23] G. Renand, B. Picard, C. Touraille, P. Berge, et J. Lepetit, « Relationships between muscle characteristics and meat quality traits of young Charolais bulls », *Meat Sci.*, vol. 59, n° 1, p. 49–60, 2001.
- [24] S. Chriki, G. Renand, B. Picard, D. Micol, L. Journaux, et J. F. Hocquette, « Meta-analysis of the relationships between beef tenderness and muscle characteristics », *Livest. Sci.*, vol. 155, n° 2-3, p. 424–434, août 2013.
- [25] N. Guillemain, I. Cassar-Malek, J. F. Hocquette, C. Jurie, D. Micol, A. Lustrat, H. Leveziel, G. Renand, et B. Picard, « La maîtrise de la tendreté de la viande bovine: identification de marqueurs biologiques. », *Prod. Anim.*, vol. 22, n° 4, p. 331, 2009.
- [26] J.-F. Hocquette, I. Cassar-Malek, A. Lustrat, C. Jurie, R. Jailler, et B. Picard, « Évolution des recherches sur le muscle des bovins et la qualité sensorielle de leur viande I. Vers une meilleure connaissance de la biologie musculaire », *Cah. Agric.*, vol. 14, n° 3, p. 283–289, 2005.
- [27] J.-F. Hocquette, I. Cassar-Malek, A. Lustrat, C. Jurie, R. Jailler, et B. Picard, « Évolution des recherches sur le muscle des bovins et la qualité sensorielle de leur viande », *Cah. Agric.*, vol. 14, n° 4, p. 365–372, 2005.
- [28] S. Brouard, G. Renand, et F. Turin, « Relations entre caractéristiques musculaires et tendreté du muscle Longissimus lumborum de jeunes bovins de races rustiques », *Rencontres Autour Rech. Sur Rumin.*, p. 49–52, 2001.
- [29] J. Hocquette, D. Boichard, I. Cassar-Malek, E. Laville, G. Renand, H. Leveziel, et B. Picard, « Des avancées en génomique fonctionnelle et positionnelle chez les bovins à viande: programmes en cours et potentialités », *Viandes Prod. Carnés Hors Sér.*, vol. 12, p. 101–108, 2008.
- [30] C. Jurie, J. F. Martin, A. Lustrat, R. Jailler, J. Culioli, et B. Picard, « Carcass and muscle characteristics of beef cull cows between 4 and 9 years of age », *Anim. Sci.*, vol. 82, n° 3, p. 415–421, 2006.
- [31] M. Morzel, C. Terlouw, C. Chambon, D. Micol, et B. Picard, « Muscle proteome and meat eating qualities of Longissimus thoracis of "Blonde d'Aquitaine" young bulls: A central role of HSP27 isoforms », *Meat Sci.*, vol. 78, n° 3, p. 297–304, 2008.
- [32] B. Picard, B. Lebret, I. Cassar-Malek, L. Liaubet, C. Berri, E. Le Bihan-Duval, J. F. Hocquette, et G. Renand, « Recent advances in omic technologies for meat quality management », *Meat Sci.*, 2015.
- [33] Y. Geay et J. Robelin, « Variation of meat production capacity in cattle due to genotype and level of feeding: Genotype-nutrition interaction », *Livest. Prod. Sci.*, vol. 6, n° 3, p. 263–276, juill. 1979.
- [34] M. Blanco, J. Agabriel, B. Picard, D. Micol, C. Jurie, D. Bauchart, et F. García-Launay, « Modeling of intramuscular lipids in different muscles in bulls, steers, and cows », *J. Anim. Sci.*, vol. 93, n° 10, p. 5073–5082, 2015.
- [35] P.-A. Dufey et A. Chambaz, « Production de viande bovine sous label: réflexions sur la qualité », *Rev. Suisse Agric.*, vol. 31, n° 6, p. 277–283, 1999.
- [36] A. Lustrat, B. Picard, R. Jailler, H. Collignon, J.-R. Peccatte, D. Micol, Y. Geay, et D. Dozias, « Grass valorisation and muscular characteristics of blonde d'Aquitaine steers », *Anim. Res.*, vol. 50, n° 2, p. 105–118, 2001.
- [37] F. Monsón, C. Sañudo, et I. Sierra, « Influence of cattle breed and ageing time on textural meat quality », *Meat Sci.*, vol. 68, n° 4, p. 595–602, 2004.
- [38] B. Picard, J. Lepetit, P. Cottin, A. Hadj Sassi, D. Bauchart, J. Biau, L. Giraudeau, R. Jailler, D. Micol, A. Lustrat, et others, « Particularités des muscles et de la viande de taurillons de la race Blonde d'Aquitaine (peculiarities of muscles and meat from Blond d'Aquitaine bulls) », *Viandes Prod. Carnés*, vol. 28, p. 1–6, 2010.
- [39] M. Gagaoua, E. C. Terlouw, D. Micol, A. Boudjellal, J.-F. Hocquette, et B. Picard, « Understanding early post-mortem biochemical processes underlying meat color and pH decline in the longissimus thoracis muscle of young blond d'aquitaine bulls using protein biomarkers », *J. Agric. Food Chem.*, vol. 63, n° 30, p. 6799–6809, 2015.
- [40] L. Grobet, L. J. Martin, D. Poncelet, D. Pirottin, B. Brouwers, J. Riquet, A. Schoeberlein, S. Dunner, F. Ménissier, J. Massabanda, R. Fries, R. Hanset, et M. Georges, « A deletion in the bovine myostatin gene causes the double-musled phenotype in cattle », *Nat. Genet.*, vol. 17, n° 1, p. 71–74, sept. 1997.
- [41] B. Picard et I. Cassar-Malek, « Evidence for expression of IIb myosin heavy chain isoform in some skeletal muscles of Blonde d'Aquitaine bulls », *Meat Sci.*, vol. 82, n° 1, p. 30–36, mai 2009.
- [42] C. Bouyer, L. Forestier, G. Renand, et A. Oulmouden, « Deep Intronic Mutation and Pseudo Exon Activation as a Novel Muscular Hypertrophy Modifier in Cattle », 2014.
- [43] J. D. Wood, M. Enser, A. V. Fisher, G. R. Nute, P. R. Sheard, R. I. Richardson, S. I. Hughes, et F. M. Whittington, « Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review », *Meat Sci.*, vol. 78, n° 4, p. 343–358, 2008.
- [44] J. F. Hocquette, F. Gondret, E. Baéza, F. Médale, C. Jurie, et D. W. Pethick, « Intramuscular fat content in meat-producing animals: development, genetic and nutritional control, and identification of putative markers », *Animal*, vol. 4, n° 2, p. 303–319, 2010.

- [45] B. Picard, B. Lebret, I. Cassar-Malek, L. Liaubet, C. Berri, E. Le Bihan-Duval, F. Lefevre, J. F. Hocquette, et G. Renand, « Des marqueurs génomiques au service de la qualité de la viande », *INRA Prod. Anim.*, vol. 28, n° 2, p. 183–196, 2015.
- [46] A. D. Ellington et J. W. Szostak, « In vitro selection of RNA molecules that bind specific ligands », *nature*, vol. 346, n° 6287, p. 818–822, 1990.
- [47] C. Tuerk et L. Gold, « Systematic evolution of ligands by exponential enrichment: RNA ligands to bacteriophage T4 DNA polymerase », *Science*, vol. 249, n° 4968, p. 505–510, 1990.
- [48] J. G. Brida, V. Fasone, R. Scuderi, et S. Zapata-Aguirre, « Research note: Exploring the determinants of cruise passengers' expenditure at ports of call in Uruguay », *Tour. Econ.*, vol. 20, n° 5, p. 1133-1143, oct. 2014.
- [49] M. Chavent, R. Genuer, V. Kuentz-Simonet, B. Liquet, et J. Saracco, « ClustOfVar: an R package for dimension reduction via clustering of variables. Application in Supervised Classification and Variable Selection in Gene Expressions Data », in *Poster Presented at the Conference 'Statistical Methods for (post)-Genomics Data (SMPGD 2013)*, 2013.
- [50] M. Chavent, V. Kuentz, B. Liquet, et L. Saracco, « Clustofvar: An r package for the clustering of variables », *ArXiv Prepr. ArXiv11120295*, 2011.
- [51] V. Kuentz-Simonet, S. Lyser, J. Candau, P. Deuffic, M. Chavent, et J. Saracco, « Une approche par classification de variables pour la typologie d'observations: le cas d'une enquête agriculture et environnement », *J. Société Fr. Stat.*, vol. 154, n° 2, p. 37–63, 2013.
- [52] G. Cantalapiedra-Hijar, I. Ortigues-Marty, B. Sepchat, J. Agabriel, J.-F. Huneau, et H. Fouillet, « Diet–animal fractionation of nitrogen stable isotopes reflects the efficiency of nitrogen assimilation in ruminants », *Br. J. Nutr.*, vol. 113, n° 7, p. 1158–1169, 2015.
- [53] D. Sauvant, G. Cantalapiedra-Hijar, L. Delaby, J. . Daniel, P. Faverdin, et P. Nozière, « Actualisation des besoins protéiques des ruminants », *INRA Prod. Anim.*, vol. 28, n° 5, p. 341-432, 2015.
- [54] B. Meunier, M. Bonnet, B. Picard, I. Ortigues-Marty, J. Agabriel, A. De La torre Capitan, B. Sepchat, et D. Micol, « L'imagerie appliquée à la mesure de composition en tissus de la 6ème côte du bovin - Recherche Google », *Viandes Prod. Carnés Hors Sér.*, vol. 15è JSMTV, p. 119-120, 2014.
- [55] D. Bauchart, C. Gladine, D. Gruffat, L. Leloutre, et D. Durand, « Effects of diets supplemented with oil seeds and vitamin E on specific fatty acids of rectus abdominis muscle in Charolais fattening bulls », *Indic. Milk Beef Qual.*, vol. 112, p. 431–436, 2005.
- [56] R. A. Mancini et Mc. Hunt, « Current research in meat color », *Meat Sci.*, vol. 71, n° 1, p. 100–121, 2005.
- [57] P. Salé, « Evolution de quelques propriétés mécaniques du muscle pendant la maturation », *Bull Tech CRZV Theix INRA*, vol. 6, p. 35–44, 1971.
- [58] B. Picard, M. Gagaoua, D. Micol, I. Cassar-Malek, J.-F. Hocquette, et C. E. Terlouw, « Inverse relationships between biomarkers and beef tenderness according to contractile and metabolic properties of the muscle », *J. Agric. Food Chem.*, vol. 62, n° 40, p. 9808–9818, 2014.