



**HAL**  
open science

## Comment valoriser la viande de génisses croisées Salers élevées à l'herbe ?

Dominique Gruffat, Donato Andueza, Bernard Sepchat, Marie-Pierre Ellies-Oury, Brigitte Picard, Laurent Larraillet, Muriel Bonnet

### ► To cite this version:

Dominique Gruffat, Donato Andueza, Bernard Sepchat, Marie-Pierre Ellies-Oury, Brigitte Picard, et al.. Comment valoriser la viande de génisses croisées Salers élevées à l'herbe ?. INRAE Clermont-Auvergne-Rhône-Alpes. 2024. hal-04747771

**HAL Id: hal-04747771**

**<https://hal.inrae.fr/hal-04747771v1>**

Submitted on 22 Oct 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## Compte rendu final du projet ValSalHer

### Comment valoriser la viande de génisses croisées Salers élevées à l'herbe ?

Ce projet a été co-construit entre partenaires professionnels (Groupe Altitude, abattoir Covial) et académique (INRAE) et financé par CreA-VIANDE pour une durée de 3 ans.

#### Contexte et objectifs

Représentatif d'un contexte territorial de moyenne montagne, le territoire Auvergnat dispose de ressources spécifiques, à la fois végétales et animales, avec des prairies permanentes et des races rustiques et mixtes, bien adaptées à ce milieu. Toutefois, actuellement, le maintien de l'élevage allaitant reste tributaire du marché du brouillard en direction du bassin méditerranéen (Italie, Grèce), l'exportation d'animaux en vifs (60% des animaux) étant actuellement son principal débouché (d'après Etude prospective des filières viande de ruminants du Massif Central, horizon 2050). Toutefois, la production de brouillards n'est pas épargnée face à l'érosion des principaux marchés à l'export, et pose la question de faire plus de finition dans les zones herbagères. Ainsi, afin de maintenir les emplois et la pérennité des systèmes de productions agricoles basés sur la valorisation optimale de l'herbe répondant ainsi aux enjeux sociétaux et environnementaux de l'agro écologie, la filière doit miser sur ses atouts pour la production de viandes de ruminants différenciées à haute valeur ajoutée qui permettront d'accroître leur rentabilité économique.

Dans les systèmes « Salers », le croisement avec le Charolais (65% des veaux nés, Chambre d'agriculture du Cantal, 2015) a été développé pour améliorer la conformation et la vitesse de croissance en jouant sur l'hétérosis. Mais, depuis quelques années, l'évolution du format des vaches Charolaises et Salers est en partie responsable du fait qu'il est difficile de finir ces animaux à l'herbe. En parallèle, Morel et al. (2010) ont montré que la race Angus est mieux adaptée à la valorisation de l'herbe et à une finition peu intensive pour l'obtention de carcasses finies en raison de sa précocité et de son aptitude à déposer du gras.

La nature de l'alimentation influence fortement les qualités sensorielles et nutritionnelles de la viande de ruminants (). En effet, la viande bovine est une source importante d'éléments nutritifs essentiels (acides aminés, fer, zinc, et vitamines du groupe B) pour l'homme. Toutefois, elle est souvent critiquée pour, d'une part, sa composition en acides gras (AG) et, d'autre part, pour la forte variabilité de ses qualités sensorielles notamment sa tendreté. En termes d'intérêt nutritionnel, une alimentation à base d'herbe, comme pratiquée en élevage de montagne, conduit à la production d'une viande bovine pauvre en lipides et fortement enrichie en acides linoléiques conjugués (CLA) et en acides gras polyinsaturés n-3 (AGPI n-3), AG potentiellement favorables à la santé humaine. Au-delà de ces critères de qualité, les consommateurs européens ont une image positive des systèmes herbagers à faibles intrants et ont révélé un besoin de traçabilité de l'alimentation des ruminants.

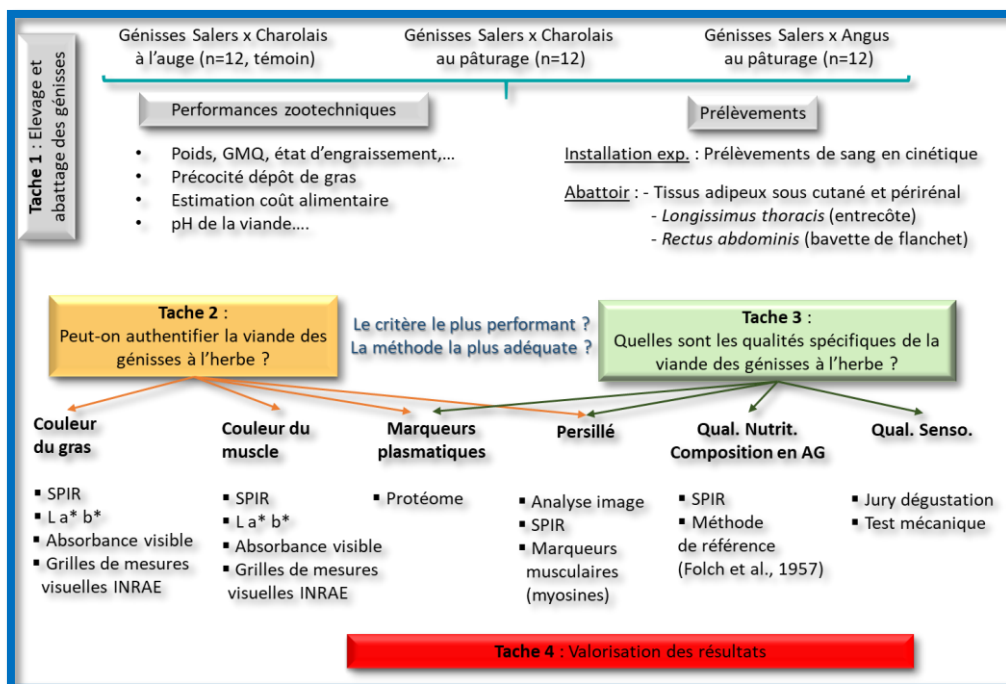
Dans ce contexte, les opérateurs du secteur, du producteur à l'interprofession, s'efforcent de développer des stratégies commerciales pour assurer les débouchés et, à travers la rentabilité et les revenus, la pérennité de leurs activités. Parmi ces stratégies, la maîtrise de la relation entre leurs produits et les attentes du consommateur (authenticité, qualité, santé-sécurité, environnement, bien-être animal...) est indispensable. Toutefois, pour pouvoir communiquer de façon efficiente, il est indispensable de disposer de moyens analytiques fiables, faciles de mise en œuvre et peu coûteux. Ainsi, l'enjeu majeur de ce projet est de fournir à la filière des indicateurs les plus généraux possibles à des fins analytiques pour le contrôle qualité (outils de diagnostic de l'authenticité et de la qualité de la viande, classification des carcasses selon un cahier des charges...) permettant de mieux valoriser les viandes issues de génisses croisées Salers élevées au pâturage de moyenne montagne auvergnate. Pour cela, le projet sera organisé en 4 tâches visant à répondre aux 2 questions suivantes :

- Est-il possible d'authentifier la viande de bovins croisés Salers élevés à l'herbe ?
- Quelles sont les qualités spécifiques de la viande de bovins croisés Salers élevés à l'herbe ?

### Démarche expérimentale

Pour répondre à ces questions nous avons comparé 3 lots de 12 génisses : 1) un lot de génisses Salers x Charolais élevées à l'auge (ensilage de maïs, concentré), 2) un lot de génisses Salers x Charolais élevées à l'herbe et 3) un lot de génisses Salers x Angus élevées à l'herbe. Les génisses provenaient, soit d'exploitations du groupe Altitude dans le Cantal, soit de INRAE. Elles ont été élevées dans l'unité expérimentale Herbipôle d'INRAE permettant des conditions contrôlées d'alimentation et de croissance.

Après abattage des génisses à même poids, les prélèvements et analyses ont été effectués sur ces animaux sont schématisés dans la figure ci-dessous. Afin de mettre en évidence le(s) critère(s) le(s) plus performant(s) pour discriminer les animaux et d'identifier la(es) méthode(s) la(es) plus fiable(s) et utilisable sur le terrain, nous comparerons les résultats d'analyses effectuées avec plusieurs approches complémentaires telles que la spectrométrie dans le visible et dans le proche infrarouge (SPIR), l'analyse d'image (type Meat@ppli), l'approche moléculaire (omic)..., chacune de ces approches s'appuyant sur les dernières avancées scientifiques.



## Matériel et méthodes

### Animaux, alimentation et abattage

**Animaux** : Trente-six animaux âgés 8-10 mois au début de l'expérimentation (naissances entre le 01/12/20 et le 01/03/21 et ont été sevrés le 11 octobre 2021) ont été divisés en 3 lots expérimentaux de 12 animaux chacun :

- 12 génisses Charolais x Salers élevées à l'auge avec une ration à base d'ensilage de maïs
- 12 génisses Charolais x Salers élevées à l'auge en hiver (enrubannage) puis au pâturage
- 12 génisses Angus x Salers élevées à l'auge en hiver (enrubannage) puis au pâturage

**Type de logement** : Les animaux ont été logés en stabulation libre avec pour litière des plaquettes de bois et séparés en trois parcs (12 animaux/parc) en fonction du type génétique. Dans chacun des trois parcs 6 auges Biocontrol permettaient de réaliser des mesures individuelles des quantités ingérées.

La mise au pâturage des 2 lots Herbe a eu lieu fin mars.

**Abattages** : Les génisses ont été abattues à un objectif de poids de carcasse d'environ 320 kg. Les abattages ont été réalisés dans 2 abattoirs :

- 12 génisses des 3 lots ont été abattues à l'abattoir expérimental de Theix
- 24 génisses des 3 lots ont été abattues à l'abattoir Covial (Aurillac)

### Aliments et mode d'alimentation

- Aliments

Une ration complète et mélangée a été distribuée une fois par jour. Le mélange a été réalisé trois fois par semaine (lundi, mercredi et vendredi). Pour les lots herbe, le régime était composé d'enrubannage d'herbe. Pour le lot Maïs, le régime était composé d'ensilage de maïs, de concentré du commerce et de paille de blé (5 % de la MS de la ration). La proportion de concentré ne devait pas dépasser 40% de la ration totale.

- Composition des différents aliments des rations

- *Composition de l'ensilage d'herbe enrubannée*

LIBELLE	TX_MS	UEL	UEB	DMO	UFL	UFV	MAT	PDI	BPR	DT6N	NDF	PDIA	EE	AGT	MO	EB
Moyenne Enrubann.	60	0.98	0.99	76.2	0.98	0.96	119	85	-18	69.8	499	30	24	14	897	4259
Moyenne Enrubann.	60	0.98	1	74.8	0.95	0.92	116	83	-18	69.53	489	29	23	14	892	4233
Moyenne Enrubann.	60	0.97	0.97	78.7	1.03	1.02	117	86	-21	69.63	458	29.7	23	14	903	4286
Moyenne Enrubann.	60	1	1.03	73.2	0.93	0.89	106	80	-25	68.53	496	26.3	22	13	899	4249
Moyenne Enrubann.	60	0.97	0.98	75.5	0.98	0.95	134	88	-5	71.3	497	33	25	16	902	4308
Moyenne Enrubann.	60	0.99	1.01	74.1	0.94	0.91	114	82	-20	69.27	488	28.3	23	14	893	4232

- *Composition de l'ensilage de maïs (60 % de la MS de la ration)*

LIBELLE	TX_MS	UEB	DMO	UFL	UFV	MAT	PDI	BPR	AMIDON	NDF	MO	DCB
Ensilage de maïs	40.6	0.97	73	0.97	0.93	72	61	-37	322	360	956	57.5

- *Composition du concentré à base de céréales et du tourteau (35 % de la MS de la ration)*

<b>Tourteau de colza</b>	28,18	<b>UFV</b>	0,90
<b>Maïs</b>	19,3	<b>PB</b>	25,1
<b>Triticale</b>	15	<b>MG</b>	2,6
<b>Tourteau de soja</b>	10	<b>Cellulose</b>	8,5
<b>Son fin</b>	8	<b>Amidon</b>	27,0
<b>Petites graines et céréales</b>	8	<b>Phosphore</b>	0,6
<b>Tourteau de tournesol</b>	4,8	<b>Calcium</b>	1,2

Mélasses canne	2	PDIN	180
Urée	1,8	PDIE	140
Carbonate de calcium	1,46	PDIA	94
Oligoéléments et vitamines	0,75	Vitamine A	9975
Levures vivantes	0,4	Vitamine D3	1395
Amiviv SE	0,31	Vitamine E	15

- Plan de rationnement et mesures zootechniques

Les animaux ont été alimentés *ad libitum* et de façon individuelle à l'aide des auges Biocontrol. La distribution a été faite le matin (8h30- 9h00). Les auges ont été vidées complètement et nettoyées tous les jours du lundi au vendredi. L'ajustement de la ration distribuée a été réalisé chaque jour, pour assurer un pourcentage de refus proche de 10%.

Des mesures bimensuelles de poids et d'état d'engraissement ont été réalisées tout au long de la période expérimentale.

- Mesures à l'abattage des animaux

Douze animaux (4 de chaque lot) ont été abattus à l'abattoir expérimental INRAE de Theix. Les 24 autres ont été abattus dans un abattoir commercial. La conformation des génisses a été évaluée selon le classement EUROP, où P correspond à une faible conformation (peu de développement musculaire) et E une conformation élevée. L'état d'engraissement de la carcasse a été déterminée selon une note de 1 à 5 (1 : carcasse maigre, 5 : carcasse grasse). Le poids de l'animal a été mesuré avant et après saignée ainsi que le poids de carcasse chaude puis froide (24h après l'abattage).

Des mesures de caractéristiques carcasses ont été réalisées sur les animaux abattus à l'abattoir de Theix. La dissection de la 6<sup>ème</sup> côte a été réalisée afin de reconstituer la composition corporelle de la carcasse en gras, muscle et squelette. Lors de cette dissection, le poids du gras de cette côte (gras6c) est mesuré (somme du gras sous cutané et intramusculaire) ainsi que le poids du muscle (somme du muscle LD et AM) et les os (os).

Une pesée du gras du 5<sup>ème</sup> quartier (gras5Q) a été réalisée, elle correspond à la somme du gras péritoine, mésentère c'est-à-dire respectivement le gras autour de la panse et autour des intestins, du rognon, du cœur et le gras d'émoussage c'est-à-dire le gras autour de la carcasse. Les teneurs en gras totales de la carcasse (DaCa), en muscle (MuCa) et en squelette (SQC) peuvent être estimées (Robelin et al, 1975).

Le contenu du tube digestif (CD) a été calculé grâce aux mesures de poids du tube digestif plein (TDP) ainsi que des différents organes du tube digestif vidé (panse, caillette, feuillet, intestin).

Les dépôts adipeux totaux (DAT) ont été calculés par la somme des dépôts adipeux de carcasse (DACA) calculés précédemment et des dépôts adipeux du 5<sup>ème</sup> quartier pesé à l'abattoir, la composition corporelle en lipides et protéines a pu en être déduite. Des mesures de pH à 24h post mortem et de colorimétrie ont également été réalisées.

**Mesures spectrales (SPIR + visible)**

Les spectres visibles et SPIR des muscles LT et RA ainsi que des tissus adipeux sous cutané (TASC) et périrénal (TAP) ont été obtenus à l'abattoir 24h post-mortem avec un appareil Minolta et un appareil Flame-NIR, respectivement. Le spectromètre Minolta mesure les valeurs de réflectance entre 400 et 700 nm tous les 10 nm. L'appareil Flame-NIR mesure la réflectance entre 935 et 1665 nm. Pour chaque échantillon, 3 mesures du spectre visible et 10 mesures du spectre infrarouge ont été réalisées.

Les échantillons des muscles prélevés sur les animaux ont été broyés à l'azote liquide et analysés grâce à un appareil FOSS-NIRSystems 6500 pour l'obtention des spectres visible-SPIR entre 400 et 2500 nm.

Après le calcul de la moyenne spectrale et l'application de plusieurs prétraitements mathématiques (premier dérivée, normalisation et correction de la ligne de base), différents traitements statistiques ont été appliqués.

1. Sur les spectres visible et SPIR saisis avec les appareils Minolta et Flame-NIR respectivement, une comparaison spectrale a été réalisée selon la méthode ANOVA-simultaneous component analysis (ASCA) pour déterminer l'effet du régime sur les spectres de chaque tissu. Le modèle utilisé a été le suivant :  $Y = \mu + D + \varepsilon$ .

2. Sur les spectres visible et SPIR obtenus avec les appareils Minolta et Flame-NIR une analyse discriminante a été réalisée avec pour objectif de tester l'authentification du régime des animaux

3. Les spectres saisis par l'appareil FOSSNIRSystems ont été utilisés pour tester le modèle SPIR de prédiction de la teneur en lipides disponible à l'UMRH. Les statistiques utilisées pour ce test ont été l'écart type de prédiction (SEP), le biais et le SEP corrigé par le biais (SEP(C)).

### **Protéomique plasmatique**

Quelques jours avant abattage et avant la distribution du matin du sang jugulaire a été prélevé sur EDTA puis centrifugé 15 min à 3000 g à 4°C. Le plasma a été aliquoté par 300 µl supplémentés par 3 µl de Phenylmethylsulfonyl fluoride afin d'éviter la dégradation des protéines, et conservé à -80°C. Une analyse protéomique quantitative par la méthode de tags de masse en tandem (TMT) a été choisie et appliquée pour la première fois à du plasma bovin. Pour ce faire, une collaboration a été établie avec la plateforme polyomics de l'université de Glasgow. Cette méthode offre des capacités de multiplexage pour l'analyse protéomique quantitative relative, grâce à l'analyse MS simultanée de plusieurs échantillons. Ainsi, 4 séries ont été réalisées et comprenaient 10 échantillons analysés simultanément afin de comparer le protéome plasmatique selon 1) les génotypes Angus x Saler et Charolais x Salers élevés à l'herbe, 2) l'alimentation herbe et ensilage de maïs sur le génotype Charolais x Salers.

### **Analyse d'image**

Trois photographies de la 6<sup>ème</sup> côte de chaque animal ont été prises avec l'application meat@appli installée sur un smartphone, une mire de calibration positionnée sur l'os de la côte. Les prises de vue ont été faites à l'abattoir, directement sur carcasse une fois l'avant séparé de l'arrière. L'application meat@appli a estimé automatiquement et en quasi temps réel (3 secondes / image) le persillé du muscle LT et le marbré dans la côte entière. Ces 3 mêmes photographies ont été plus tard ré-analysées sur PC par un opérateur afin de distinguer les gras, muscles et os grâce à un logiciel d'analyse d'image développé sous imageJ dans le cadre du projet meat@ppli (Meunier et al. 2021). Cette analyse semi-automatique (4 minutes / image) a estimé plusieurs paramètres morphologiques (surfaces, épaisseurs) dont le persillé dans le LT et le pourcentage de gras dans la côte.

### **Marqueurs musculaires**

Une électrophorèse a estimé la proportion des différentes isoformes de chaînes lourdes de myosine (MyHC) au sein des muscles LT. Elle a été réalisée par la méthode de Talmadge et Roy (1993) adaptée pour le muscle de bovin par Picard et al. (2011). Ainsi, les échantillons ont été broyés afin d'en extraire les protéines dans un tampon d'extraction de façon à solubiliser les protéines myofibrillaires. Pour chaque échantillon, environ 100 mg de muscle sont broyés dans 5ml de tampon (à haute force ionique) à l'aide d'un broyeur homogénéisateur Polytron pendant 10 secondes. L'homogénat est ensuite centrifugé à 2500 g pendant 10 min à 4°C. Enfin 500 µl du surnageant sont prélevés et dilués dans du glycérol à concentration finale 50% (Vol/Vol) et stockés à -20°C jusqu'aux analyses.

La concentration en protéine de l'échantillon dilué a été mesurée par spectrophotométrie selon la méthode de Bradford afin de pouvoir déposer 5 µg de protéines dans chaque puits du gel d'électrophorèse

(gel de séparation : T=9,2% et C=1,96% et gel de concentration T=6,2% et C=1,96%). L'échantillon de protéines myofibrillaires extraites est dilué à 50% dans un tampon de Laemmli : SDS 4% (poids/vol), Tris 125mM PH 6,8, glycérol 20%(poids/vol),  $\beta$ -mercaptoéthanol 10% (vol/vol) et Pyronine Y 0,01%(poids/vol). La migration a eu lieu à 70 V pendant 30 heures. Après séparation, le gel est coloré au bleu de Coomassie puis décoloré dans une solution d'éthanol jusqu'à l'apparition de plusieurs bandes correspondant aux différents types de MyHC. Une analyse par densitomètre des gels scannés a été effectuée à partir du logiciel Image Quant TL v2007 nous permettant d'estimer la proportion de chacune des isoformes de MyHC.

### **Teneur en lipides et composition en acides gras des muscles**

Les lipides totaux des muscles LT et RA ont été extraits à partir de 4 g de poudre de muscle par le mélange chloroforme/méthanol 2/1 (V/ V) selon la méthode de Folch et al. (1957). La concentration des lipides a ensuite été déterminée par gravimétrie. Les acides gras (AG) ont été extraits et transméthylés à partir des lipides totaux par le mélange BF3-méthanol 14%. La composition centésimale détaillée des AG a été déterminée par chromatographie en phase gazeuse et détection en ionisation de flamme (Perichrom, France) sur colonne capillaire de verre de type polaire haute résolution (100 m de long, d.i. : 0,25 mm), de type CP Sil 88 (Varian, France) avec l'H<sub>2</sub> comme gaz vecteur. Le coefficient de réponse à la flamme de chaque AG a été calculé à l'aide du mélange standard d'esters méthyliques C4-C24 (Supelco, États-Unis). La concentration de chaque AG ont été calculées en utilisant le 19:0 comme standard interne.

### **Jury de dégustation**

Les échantillons de faux-filet et de bavette de flanchet ont été décongelés à 4°C pendant 24 heures. Un panel de douze membres a été formé pour se familiariser avec l'évaluation sensorielle de la viande. Après avoir vérifié la répétabilité des notes données par le jury, ce dernier a évalué les différents échantillons de viande à l'aide d'un test monadique séquentiel. Les échantillons de viande ont été découpés en steaks de 15 mm d'épaisseur, qui ont été grillés sur un gril double face à 300°C pendant 1,15 minute pour atteindre une température interne de 55°C, puis ont été découpés en 15×20×20 mm et servis aux panels. Au cours de chaque session de dégustation, 5 échantillons ont été évalués à l'aide d'une présentation en carré latin. Chaque juré a ainsi dégusté chacun des échantillons. Sept caractéristiques sensorielles ont été utilisées pour décrire la qualité de la viande : tendreté initiale, tendreté globale, jutosité initiale, jutosité globale, saveur typique, saveur anormale, résidus. Chaque caractéristique sensorielle a été notée sur une échelle non graduée de 10 points allant de 0 (dure, sèche, saveur légère) à 10 (très tendre, très juteuse, saveur intense).

### **Statistiques**

Les données obtenues dans le cadre de cet essai ont été statistiquement comparées grâce à une analyse de variance (ANOVA) afin de mettre en évidence : 1) un effet race (Angus x Salers vs. Charolais x Salers à l'herbe), 2) un effet régime (Charolais x Salers à l'herbe vs. à l'auge) et, 3) un effet muscle (LT vs. RA à l'intérieur de chaque race et par type d'alimentation).

## Résultats et discussion

### Tache 1 : Performances zootechniques des animaux en élevage et données abattoir

Concernant tout d'abord la matière sèche ingérée par les génisses (Tableau 1), on observe à la fois un effet race et un effet régime. Ainsi, à l'herbe, les génisses Angus x Salers ont un niveau d'ingestion plus élevé que les génisses Charolais x Salers. D'autre part, les génisses Charolais x Salers élevées à l'auge ont un niveau d'ingestion plus élevé que celles élevées à l'herbe. On ne retrouve plus d'effet de la race sur les autres paramètres zootechniques présentés dans le Tableau 1. Par contre, on retrouve un effet régime (Charolais x Salers Herbe vs. Ensilage de maïs) sur le GMQ, l'âge à l'abattage et la note d'état corporel, les génisses élevées à l'ensilage de maïs poussant plus vite et étant plus grasses à l'abattage que celles élevées à l'herbe. Il n'y a pas de différences significatives pour le poids des génisses à l'abattage en accord avec notre protocole expérimental.

	Angus x Salers Herbe	Charolais x Salers Herbe	Charolais x Salers Ensilage de maïs	Effet Race	Effet Régime
<b>Matière sèche ingérée (kg/jour)</b>	7,5 ± 1,19	7,0 ± 1,14	8,2 ± 1,00	< 0,001	< 0,001
<b>GMQ (kg/jour)</b>	0,658 ± 0,1	0,649 ± 0,06	1,03 ± 0,14	NS	< 0,001
<b>Age à l'abattage (jours)</b>	627 ± 26,3	631 ± 29,5	523 ± 22,2	NS	< 0,001
<b>NEC à l'abattage</b>	3,4 ± 0,42	3,1 ± 0,37	3,8 ± 0,42	NS	< 0,001
<b>Poids à l'abattage (kg)</b>	543 ± 25,1	545 ± 24,0	560 ± 30,1	NS	NS

**Tableau 1** : Performances zootechniques des génisses avant abattage

Certaines données concernant l'abattage des animaux n'ont pas été traitées statistiquement car elles n'ont été obtenues que sur 4 génisses par lot abattues à l'abattoir expérimental INRAE, ces données n'étant pas accessibles en abattoir commercial. Il est toutefois possible de faire ressortir quelques tendances.

En ce qui concerne le poids vif vide, le poids, le rendement et le classement des carcasses, les génisses Charolais x Salers élevées à l'auge ont tendance à être plus lourdes avec un meilleur rendement de carcasse que les génisses Charolais x Salers élevées à l'herbe (Tableau 2). Si on compare les Charolais x Salers élevées à l'herbe avec les Angus x Salers, ces dernières ont un poids, un rendement et un classement de carcasses moins bon que les Charolais x Salers. Concernant la composition des carcasses, les génisses Charolais x Salers élevées à l'auge ont une proportion de gras plus élevée que les génisses élevées à l'herbe. Concernant le pH de la viande, celui-ci est plus élevé pour la viande des génisses Charolais x Salers élevées à l'herbe que pour les autres génisses. Enfin, la couleur des viandes est plus lumineuse chez les génisses Charolais x Salers élevées à l'auge que chez les autres génisses.

La marge sur le coût alimentaire a été calculée en fonction du prix d'achat des animaux, de leur prix de vente et du coût de leur alimentation (Tableau 2). La meilleure marge est obtenue pour les génisses Charolais x Salers élevées à l'herbe, suivie des génisses Angus x Salers et des génisses Charolais x Salers à l'auge.



	Angus x Salers Herbe	Charolais x Salers Herbe	Charolais x Salers Ensilage de maïs	Effet Race	Effet Régime
§Poids vif vide (PVV, kg)	485	495	535	x	x
Poids de carcasse (kg)	303	318	334	0,018	0,021
§Rendement de carcasse (%)	58,6	61,7	61,6	x	x
§Classement des carcasses	R-3+	R=2+	R+3+	x	x
§Gras carcasse (%)	17,1	14,5	20,4	x	x
§Muscle carcasse (%)	68,3	71,7	67,1	x	x
§Os carcasse (%)	15,4	15,0	13,6	x	x
§pH	5,55	5,60	5,56	x	x
<b>Couleur muscle LT</b>					
<b>L*</b>	29,4	29,9	35,5	NS	<0,001
<b>a*</b>	15,8	15,0	15,1	NS	NS
<b>b*</b>	16,1	15,9	16,5	NS	NS
<b>Couleur muscle RA</b>					
<b>L*</b>	25,4	27,2	29,1	NS	NS
<b>a*</b>	14,8	14,7	14,7	NS	NS
<b>b*</b>	13,2	13,5	13,4	NS	NS
<b>Marge sur le coût alimentaire (€)</b>	283	432	202	x	x

**Tableau 2 :** Paramètres mesurés à l'abattage des génisses

§ : données obtenues uniquement sur les 12 génisses abattues à l'abattoir expérimental INRAE de Theix (4 génisses / lot)

## **Tache 2 :** [Peut-on authentifier la viande des génisses à l'herbe ?](#)

### Différences spectrales

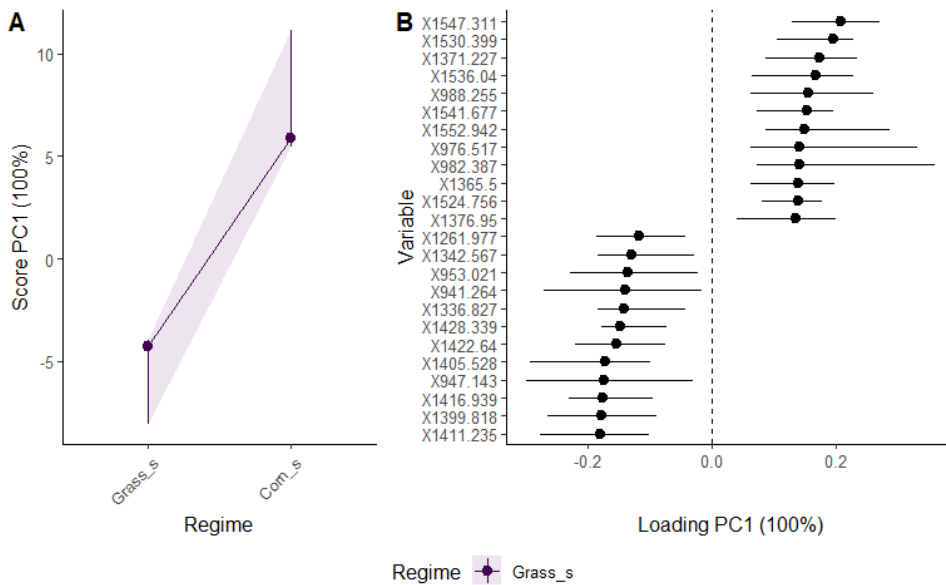
Les figures 1 et 2 montrent des différences significatives entre les spectres du tissu adipeux périrénel (TAP) des animaux ayant ingéré de l'herbe ou de l'ensilage de maïs. Ces spectres sont obtenus dans le segment du proche infrarouge (Figure 1) et du visible (Figure 2). Les absorbances avec le régime « herbe » se situent autour de 947, 1261, 1339 et 1420 nm tandis que les absorbances associées au régime « ensilage de

mais » se situent autour de 982, 1370, 1530 et 1547 nm. On peut penser que ces absorbances sont liées aux groupes fonctionnels des lipides.

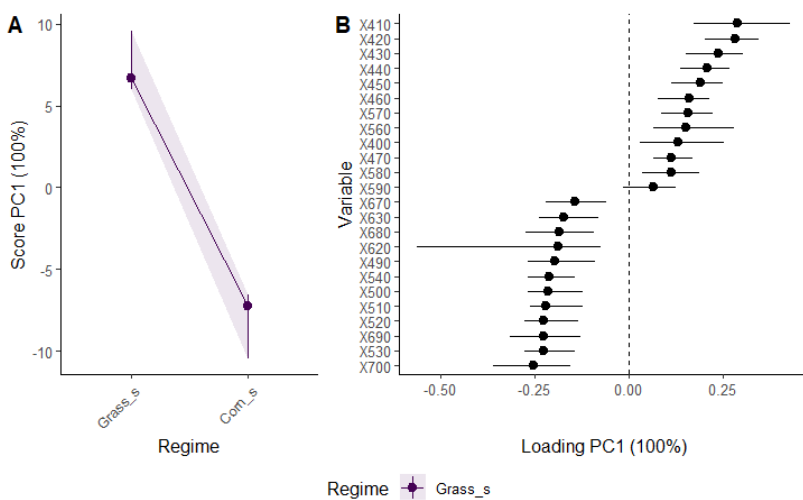
### Couleur des gras et des muscles

La couleur du TAP est significativement différente selon le régime des animaux (Figure 2). Les animaux ayant ingéré de l'ensilage de maïs présentent des tissus gras qui absorbent dans le vert, orange et rouge, tandis que les animaux qui ont mangé de l'herbe présentent des tissus gras qui absorbent dans le violet, bleu et jaune.

Les résultats du TASC, LT et RA étant similaires à ceux présentés dans les Figures 1 et 2, et ils ne sont pas présentés dans ce rapport.



**Figure 1** : Effet du régime (herbe vs maïs) sur les spectres proches infrarouges en 1<sup>ère</sup> dérivée du tissu adipeux périrénal par analyse de variance en composantes simultanées (A, scores ; B, loadings). Grass\_s= herbe ; Corn\_s=maïs ; PC= composante principale



**Figure 2** : Effet du régime (herbe vs maïs) sur les spectres visibles en 1<sup>ère</sup> dérivée du tissu adipeux périrénal par analyse de variance en composantes simultanées (A, scores ; B, loadings). Grass\_s= herbe ; Corn\_s=maïs ; PC= composante principale.

## Discrimination du régime des animaux

### A partir des spectres SPIR

La discrimination du régime à partir des spectres obtenus avec la SPIR portable (935-1665 nm) a permis d'obtenir un taux de classification correct entre 0,7 et 0,8 pour le LT, RA et TASC et un taux de classification de 0,91 pour le TAP (Tableau 3).

	<b>Exactitude</b>	<b>Sensibilité</b>	<b>Spécificité</b>
<b>LT</b>	0.75	0.83	0.63
<b>RA</b>	0.70	0.83	0.55
<b>TAP</b>	0.91	0.92	0.91
<b>TAS</b>	0.78	0.83	0.73

**Table 3** : Résultats des animaux correctement classés, et des tests de sensibilité et spécificité pour la classification du régime alimentaire (herbe vs ensilage de maïs) en utilisant un spectromètre proche infrarouge portable entre 935 et 1665 nm

LT= Longissimus thoracis ; RA = Rectus abdominis ; TAP= Tissu adipeux perirénal ; TAS= Tissu adipeux sous cutané

### A partir des spectres dans le segment visible

Le taux de classification du régime des animaux a été de 100 % pour les 4 tissus en utilisant le spectre visible (Tableau 4). Ces résultats sont en accord avec des travaux similaires sur les ovins (Dian et al., 2007). La différence de concentration des composés absorbants dans le segment visible avec régimes testés pourrait être liée à la différence de concentration en caroténoïdes, qui sont absorbés dans le tube digestif et stockés dans les muscles et les tissus adipeux.

	<b>Exactitude</b>	<b>Sensibilité</b>	<b>Spécificité</b>
<b>LT</b>	1	1	1
<b>RA</b>	1	1	1
<b>TAP</b>	1	1	1
<b>TAS</b>	1	1	1

**Table 4** : Résultats des animaux correctement classés, et des tests de sensibilité et spécificité pour la classification du régime alimentaire (herbe vs ensilage de maïs) en utilisant un spectromètre visible entre 400 et 700 nm

LT= Longissimus thoracis ; RA = Rectus abdominis ; TAP= Tissu adipeux perirénal ; TAS= Tissu adipeux sous cutané

## Marqueurs plasmatiques

Des marquages tests ont été réalisés sur 5 échantillons avant analyse TMT. Environ, 250 protéines différentes ont été identifiées et sont des protéines attendues dans le plasma. La totalité des échantillons sont en cours d'analyses pour identifier des protéines plasmatiques mathématiquement liées aux qualités de viande ou à la conduite des animaux.

## Marqueurs musculaires

Des problèmes techniques de séparation des myosines par électrophorèse nous ont empêché d'analyser la proportion des différents isoformes de myosine dans le muscle RA. Les résultats présentés ici ne correspondent qu'au muscle LT (Tableau 5).

Quatre isoformes de myosines prédominent dans les muscles squelettiques de différentes espèces de mammifères : I, IIA, IIX et IIB. L'isoforme I est exprimé dans les fibres lentes et les isoformes IIA, IIX et IIB dans les fibres rapides. L'analyse du type de fibre présente un grand intérêt car il a été montré qu'il détermine la vitesse de transformation du muscle en viande après abattage et donc les qualités finales de la viande (Ouali, 1992).

Dans notre étude, il n'a pas été possible de quantifier les isoformes IIB dans le muscle LT des génisses. Ce résultat est en accord avec différentes études montrant que l'isoforme IIB est présent chez un très petit nombre d'animaux dont certaines races bovines françaises : Blond d'Aquitaine (25 %), Limousin (4 %) et Charolais (6 %) (Listrat et al., 2018). D'autre part, l'alimentation des génisses n'a pas eu d'effet sur la proportion des différents isoformes de myosines dans le muscle LT des animaux (Tableau 3). Par contre, on retrouve moins d'isoformes IIX et plus d'isoformes IIA dans le LT des génisses Angus X Salers que dans celui des Charolais x Salers élevées à l'herbe. Chez les races à viande françaises, peu grasses et aux muscles de type plus rapide glycolytique que des races anglo-saxonnes, rustiques ou laitières, plus le muscle LT a une proportion élevée de fibres I et IIA, et donc un métabolisme plus oxydatif, plus il est tendre. Inversement, plus sa proportion de fibres IIX est élevée, donc plus il est rapide-glycolytique, moins il est tendre. Cette relation entre type contractile et métabolique est vraie aussi entre races. Ainsi, pour les races plus grasses, et aux propriétés musculaires plus lentes et oxydatives telles que l'Aberdeen Angus ou la Rouge des Prés, ce sont les LT les moins lents oxydatifs, donc ceux qui renferment une proportion de fibres rapides glycolytiques élevée, les plus tendres, et inversement (Listrat et al., 2018).

	Angus x Salers Herbe	Charolais x Salers Herbe	Charolais x Salers Ensilage de maïs	Effet Race	Effet Régime
<b>Myosine I</b>	24.0 ± 4.1	24.1 ± 7.2	25.3 ± 5.0	NS	NS
<b>Myosine IIA</b>	37.0 ± 6.1	29.4 ± 7.7	27.0 ± 4.2	0.013	NS
<b>Myosine IIX</b>	37.1 ± 8.0	44.6 ± 7.2	45.0 ± 3.3	0.024	NS
<b>Myosine IIB</b>	ND	ND	ND	-	-

**Tableau 5** : Proportions des différents isoformes de myosines (% des myosines totales) dans le muscle LT des génisses Angus x Salers élevées à l'herbe, Charolais x Salers élevées à l'herbe et Charolais x Salers élevées avec un régime à bas d'ensilage de maïs

ND : non détectable ; NS : non significatif

## Persillé de la viande

Quatre méthodologies différentes ont été utilisées pour mesurer-prédire la teneur en lipides (ou persillé) des muscles LT et RA.

Les lipides totaux des muscles LT et RA des génisses ont tout d'abord été extraits et quantifiés en utilisant la méthode de Folch et al. (1957) considérée comme Gold Standard. Les teneurs en lipides obtenues avec cette méthode ont servi de référence afin de vérifier la qualité des prédictions des autres méthodologies utilisées pour prédire le persillé des viandes (analyses d'images, SPIR).

Les teneurs en lipides des muscles LT et RA des génisses sont présentés dans le Tableau 6. Il n’y a aucune différence significative entre muscles selon la race ou l’alimentation des animaux. Par contre, les muscles des génisses Angus x Salers sont plus gras que ceux des génisses Charolais x Salers élevés à l’herbe (+75% et +46% pour les muscles LT et RA, respectivement). Les muscles des génisses Charolais x Salers élevés à l’auge sont plus gras que ceux des génisses Charolais x Salers élevés à l’herbe (+64% et +73% pour les muscles LT et RA, respectivement). Ces résultats sont en parfait accord avec les données de la bibliographie (Berthelot & Gruffat, 2018 ; Daley et al. 2010).

	Angus x Salers Herbe	Charolais x Salers Herbe	Charolais x Salers Ensilage de maïs	Effet Race	Effet Régime
<b>Muscle LT</b>	4,15 ± 0,45	2,39 ± 0,20	3,72 ± 0,21	0,002	<0,001
<b>Muscle RA</b>	3,40 ± 0,40	2,33 ± 0,18	3,18 ± 0,29	0,024	0,019
<b>Effet Muscle</b>	NS	NS	NS		

**Tableau 6 :** Teneurs en lipides (g/100 g de muscle) des muscles LT et RA des génisses

Les 2 méthodes basées sur l’analyse d’image d’une sixième côte (Meat@ppli et ImageJ) ont permis de quantifier la proportion de persillé dans la noix d’entrecôte. Les valeurs de persillé mesurées par les 2 méthodes d’analyse d’image classent les individus de manière identique à la méthode de référence. Ainsi, les muscles des génisses Angus x Salers sont plus gras que ceux des génisses Charolais x Salers élevés à l’herbe (Tableaux 7 et 8). Le classement des individus et la corrélation significative ( $r=0.76$ ,  $P<0.05$ ), entre les valeurs de persillés estimées par analyses d’images et la méthode standard indiquent que le persillé peut être estimé rapidement à l’abattoir par des méthodes utilisant la photo de la 6<sup>ème</sup> côte.

	Angus x Salers Herbe	Charolais x Salers Herbe	Charolais x Salers Ensilage de maïs	Effet Race	Effet Régime
<b>Muscle LT</b>	4,35 ± 0,77	1,56 ± 0,23	1,95 ± 0,36	0,003	NS

**Tableau 7 :** Teneurs en lipides (g/100 g de muscle) des muscles LT des génisses estimées par analyse d’image semi-automatique (Image J)

	Angus x Salers Herbe	Charolais x Salers Herbe	Charolais x Salers Ensilage de maïs	Effet Race	Effet Régime
<b>Muscle LT</b>	5,55 ± 0,62	3,29 ± 0,30	3,90 ± 0,27	0,004	NS

**Tableau 8 :** Teneurs en lipides (g/100 g de muscle) des muscles LT des génisses estimées par l’application meat @appli.

L’utilisation de la SPIR pour la prédiction de la teneur en lipides des muscles a été réalisé à partir d’un modèle existant dans l’UMRH. Les statistiques qui caractérisent ce modèle (Andueza et al., 2019) sont décrites dans le Tableau 9. Le ratio SD/SECV du modèle est >3 ce qui montre que le modèle peut être utilisé pour la prédiction de la teneur en lipides en routine des échantillons de viande ou des muscles. Les résultats de l’application de ce modèle SPIR aux muscles récupérés dans cette expérimentation sont présentés dans le Tableau 10. Les valeurs SEP obtenues sont supérieures à celle du SECV du modèle

(tableau 9). En ce qui concerne le LT, ces valeurs sont expliquées principalement par le biais. En effet la valeur de SEP corrigé par le biais (SEPC) est similaire à celle du SECV. Cette valeur élevée pour le biais pourrait être dû à la mauvaise représentation dans la base de données des races des animaux ou des régimes testés dans cette expérimentation.

Par rapport au RA, la valeur du SEP est beaucoup plus importante que celle obtenu pour le LT. Celle-ci est expliquée par une valeur de biais très importante mais aussi par une valeur élevée de SEPC ce qui montre que le muscle RA n'est pas bien représenté dans la base de données mais aussi que la détermination des lipides du RA est plus imprécise que celle du LT.

	N	Moyenne	SD	SEC	R2C	SECV	R2CV
<b>Teneur en lipides (%)</b>	343	5.79	3.695	0.809	0.95	0.891	0.941

**Tableau 9** : Statistiques associés au modèle SPIR utilisé pour la prédiction de la teneur en lipides des muscles.

N = nombre d'échantillons ; SD = écart type ; SEC = erreur type d'étalonnage ; R2C = coefficient de détermination du modèle ; SECV = erreur type d'étalonnage obtenue en validation croisée ; R2C = coefficient de détermination du modèle en validation croisée

	N	SEP	R2P	SEPC	Biais
<b>LT</b>	33	1.323	0.56	1.025	-0.870
<b>RA</b>	33	2.516	0.13	1.600	-1.960
<b>LT+RA</b>	66	2.00	0.25	1.438	-1.415

**Tableau 10** : Performances du modèle SPIR pour la prédiction de la teneur en lipides des muscles Longissimus thoracis (LT), Rectus abdominis (RA) et la somme des deux muscles (LT+RA).

N = nombre d'échantillons ; SEP = erreur de prédiction ; R2P = Coefficient de détermination ; SEPC = erreur de prédiction corrigée par le biais

### Tache 3 : Quelles sont les qualités spécifiques de la viande des génisses à l'herbe ?

#### Qualités nutritionnelles (composition en acides gras)

Aucune différence de composition en acides gras n'ayant été mise en évidence entre les muscles LT et RA, seuls les résultats obtenus sur le muscle LT sont présentés ici (Tableau 11).

Si on s'intéresse tout d'abord à l'effet Race en comparant les Angus x Salers aux Charolais x Salers élevées à l'herbe, nous avons vu précédemment que les muscles des Angus x Salers étaient plus gras que ceux des Charolais x Salers. Cette différence de teneur en lipides se répercute sur les teneurs en AGS et en AGMI qui sont environ 2 fois plus élevées dans le muscle LT des Angus x Salers que dans celui des Charolais x Salers. Les teneurs en AGPI sont aussi plus élevées dans le muscle LT des Angus x Salers que dans celui des Charolais x Salers mais dans des proportions moindres (+28%). Ces teneurs plus importantes en AGPI se répartissent de façon pratiquement équivalente entre les AGPI n-6 et les AGPI n-3 (+22,4 et +18%, respectivement). Concernant les acides gras d'intérêt pour l'homme, les teneurs en CLA du muscle LT des Angus x Salers sont 2,4 fois plus élevées dans le LT des Charolais x Salers. Les CLA étant principalement présents dans les lipides de stockage, ces teneurs plus élevées sont certainement liées aux teneurs en

lipides totaux plus importantes dans les muscles des Angus x Salers. Par contre, aucune différence significative entre race n'a été observée pour les AGPI longue chaîne comme le 20:5 n-3 et le 22:6 n-3. Concernant les index nutritionnels, aucune différence n'est à noter entre races.

	Angus x Salers Herbe	Charolais x Salers Herbe	Charolais x Salers Ensilage de maïs	Effet Race	Effet Régime
<b>AGS</b>	1667 ± 205	935 ± 94,8	1453 ± 101	0,004	0,001
<b>16:0</b>	882 ± 114	487 ± 54,3	812 ± 60,0	0,005	0,001
<b>18:0</b>	610 ± 68,4	346 ± 30,7	495 ± 35,0	0,002	0,004
<b>AGMI</b>	1545 ± 186	763 ± 77,7	1423 ± 89,0	0,001	<0,001
<b>18:1 n-9</b>	1246 ± 154	602 ± 62,1	1169 ± 76,5	0,001	<0,001
<b>AGPI</b>	220 ± 12,5	171 ± 6,15	179 ± 8,52	0,002	NS
<b>AGPI n-6</b>	131 ± 5,74	107 ± 3,10	141 ± 6,74	0,002	<0,001
<b>18:2 n-6</b>	83,7 ± 2,96	71,7 ± 1,93	96,5 ± 4,69	0,003	<0,001
<b>CLA</b>	25,0 ± 3,00	10,3 ± 1,17	14,6 ± 1,07	<0,001	0,012
<b>AGPI n-3</b>	61,1 ± 3,88	51,5 ± 2,64	21,3 ± 1,55	0,053	<0,001
<b>18:3 n-3</b>	36,8 ± 2,66	28,6 ± 1,55	10,4 ± 0,78	0,014	<0,001
<b>20:5 n-3 (EPA)</b>	6,35 ± 0,51	6,37 ± 0,44	2,11 ± 0,18	NS	<0,001
<b>22:6 n-3 (DHA)</b>	1,00 ± 0,11	1,03 ± 0,14	0,67 ± 0,07	NS	0,04
<b>16:0/18:0</b>	1,41 ± 0,04	1,39 ± 0,07	1,65 ± 0,05	NS	0,007
<b>AGPI n-6/n-3</b>	2,17 ± 0,05	2,12 ± 0,05	6,82 ± 0,33	NS	<0,001

**Tableau 11** : Composition en acides gras (mg/100 g de muscle) et index nutritionnels du muscle LT des génisses

AGS : acides gras saturés ; AGMI : acides gras polyinsaturés ; AGPI : acides gras polyinsaturés

Concernant l'effet Régime, déterminé en comparant les Charolais x Salers alimentées à l'herbe et à l'auge, les muscles des génisses élevées à l'herbe étant plus maigre que ceux des génisses élevées à l'auge, on retrouve moins d'AGS et d'AGMI dans les muscles des animaux à l'herbe (-35,7 et -46,4%, respectivement). Les teneurs plus faibles en AGS sont principalement liées à de plus faibles teneurs en 16:0 entraînant une diminution du rapport 16:0/18:0 en faveur de la santé humaine. Les teneurs en AGPI totaux ne sont pas différentes entre régimes mais on observe une teneur plus faible en AGPI n-6 et plus élevées en AGPI n-3 dans les LT des animaux élevés à l'herbe. Ces différences sont en faveur d'une alimentation à l'herbe puisque notre alimentation est trop riche en n-6 et trop pauvre en n-3. Ces différences entraînent une diminution de l'index nutritionnel n-6/n-3 qui atteint des valeurs (2,12) largement en deçà des recommandations nutritionnelles de l'Anses (n-6/n-3 < 4). Les teneurs plus élevées en AGPI n-3 dans les LT des animaux élevés à l'herbe sont principalement liées à des teneurs plus élevées en 18:3 n-3, mais on observe aussi des teneurs plus élevées en EPA (x3) et en DHA (+53%).

#### Qualités sensorielles (jury de dégustation)

Les évaluations sensorielles menées avec un jury formé (Tableau 12) ne permettent pas de mettre en évidence d'effet significatif de la race et/ou du régime sur les propriétés sensorielles du muscle LT. Ce muscle, réputé tendre et homogène est considéré comme la référence, mais son homogénéité (entre pratiques et/ou entre animaux) est fréquemment mise en évidence. Nous confirmons ici que ni la race ni le régime n'induisent d'impact significatif sur les descripteurs sensoriels étudiés dans ce travail.

Des résultats similaires ont été obtenus sur le muscle Rectus abdominis pour les descripteurs résidus, tendreté initiale et tendreté globale. Par contre, la race a un effet significatif sur la jutosité (initiale / globale) et la flaveur (anormale) du Rectus abdominis, les bavettes de flanchet des génisses Angus x Salers ayant une jutosité plus faible et une flaveur anormale plus intense que les génisses Charolais x Salers. L'analyse des commentaires des dégustateurs en séance a permis d'associer cette flaveur anormale à des odeurs de cuir et des flaveurs de foin. De plus, nous notons que la finition d'animaux Charolais x Salers à base d'ensilage de maïs est à l'origine de bavettes de flanchet plus juteuses (jutosité initiale et jutosité globale) que la finition à base d'herbe.

L'effet muscle a enfin tendance à être significatif pour plusieurs descripteurs sensoriels, les muscles LT ayant tendance à être plus tendres (tendreté initiale et globale ; respectivement  $P=0,06$  et  $0,07$ ), à avoir une flaveur typique plus marquée ( $P=0,03$ ), mais une moindre jutosité (jutosité globale ;  $P=0,06$ ) que les muscles RA. Les deux muscles ont en revanche présenté des notes équivalentes pour les descripteurs résidus ( $P=0,93$ ), jutosité initiale ( $P=0,50$ ) et flaveur anormale ( $P=0,78$ ).

	Angus x Salers Herbe	Charolais x Salers Herbe	Charolais x Salers Ensilage de maïs	Effet Race	Effet Régime
<b>Longissimus thoracis</b>					
Résidus	7,33	7,55	7,97	0,50	0,21
Tendreté initiale	7,07	7,33	7,77	0,41	0,17
Tendreté globale	6,92	7,46	7,88	0,10	0,19
Jutosité initiale	7,04	6,69	6,82	0,10	0,53
Jutosité globale	7,39	7,17	7,34	0,40	0,53
Flaveur typique	7,67	7,37	7,70	0,15	0,12
Flaveur anormale	8,83	8,98	8,96	0,42	0,93
<b>Rectus abdominis</b>					
Résidus	7,72	7,58	7,54	0,56	0,87
Tendreté initiale	6,80	7,01	7,33	0,52	0,13
Tendreté globale	6,84	7,04	7,33	0,57	0,20
Jutosité initiale	6,50	7,00	7,32	<0,001	0,04
Jutosité globale	7,17	7,56	7,95	0,01	0,01
Flaveur typique	7,40	7,34	7,31	0,66	0,84
Flaveur anormale	8,54	9,11	9,04	<0,001	0,58

**Tableau 12** : Notes sur 10 attribuées par le jury de dégustation pour les différents descripteurs sensoriels

## En résumé



### Tache 1 : Performances zootechniques des animaux en élevage et données abattoir

Dans notre étude, les génisses ayant réalisé les meilleures performances de croissance et les meilleurs rendements à l'abattage sont les génisses Charolais x Salers élevées avec de l'ensilage de maïs. Si on s'intéresse aux génisses élevées à l'herbe, les Angus x Salers ont eu de meilleures performances que les Charolais x Salers. Toutefois, d'un point de vue économique, la meilleure marge de coût alimentaire a été obtenue avec les génisses Charolais x Salers élevées à l'herbe.

### Tache 2 : Peut-on authentifier la viande des génisses à l'herbe ?

Parmi les différentes méthodologies que nous avons testées dans ce projet pour différencier la viande des génisses élevées à l'herbe de celle des génisses élevées à l'auge, quelques-unes ont donné des résultats significatifs :

- La mesure de la luminance L\* : la viande des génisses élevées à l'herbe est significativement plus sombre que celle des génisses élevées à l'auge.
- La spectrométrie visible : les couleurs des tissus adipeux périrénal et sous cutané et des muscles LT et RA des génisses élevées à l'ensilage de maïs absorbent dans le vert, orange et rouge, alors que chez les animaux alimentés à l'herbe ces tissus absorbent dans le violet, bleu et jaune. Ainsi, la spectrométrie visible permet un taux de discrimination de 100% des animaux.
- La SPIR portable permet un taux de classification entre ensilage de maïs et herbe de 91% en utilisant le tissu adipeux périrénal et de 70-78% pour les autres tissus.

D'autre part, les 2 méthodes basées sur l'analyse d'image de la 6<sup>ème</sup> côte (Meat@ppli et ImageJ) ont permis de quantifier la proportion de persillé dans la noix d'entrecôte. Les valeurs de persillé mesurées par ces 2 méthodes classent les individus de manière identique à la méthode de référence indiquant que le persillé peut être estimé rapidement à l'abattoir par des méthodes utilisant la photo de la 6<sup>ème</sup> côte.

### Tache 3 : Quelles sont les qualités spécifiques de la viande des génisses à l'herbe ?

La viande des génisses élevées à l'herbe possède de qualités nutritionnelles plus intéressantes pour l'homme que celle des génisses élevées à l'auge avec des teneurs en lipides plus faibles et une composition en acides gras plus en adéquation avec les besoins de l'homme. La viande des génisses élevées à l'herbe est plus sombre que celle des génisses élevées à l'auge. Concernant leurs qualités sensorielles, le jury de dégustation n'a pas mis en évidence d'effet significatif de la race et/ou du régime sur le muscle LT. Par contre, le muscle RA des génisses Charolais x Salers élevées à l'herbe a une jutosité plus faible que celui des génisses Charolais x Salers élevées à l'auge.

### **Conclusions**

Ce projet nous a permis de mettre en évidence que l'alimentation à herbe des génisses croisées Salers, même si elle réduit leurs performances, apporte une meilleure marge de coût alimentaire pour l'éleveur. La viande des génisses élevées à l'herbe possède de qualités nutritionnelles plus intéressantes pour l'homme que celle des génisses élevées à l'auge, sans que leurs qualités sensorielles soient détériorées. Il est possible d'authentifier les génisses élevées à l'herbe rapidement en abattoir grâce à la spectrométrie visible et de quantifier le persillé du LT grâce à l'analyse d'images.

Enfin, le croisement Angus x Salers, malgré la précocité des Angus, n'apporte pas de bénéfice particulier par rapport aux croisements habituellement utilisés (Charolais x Salers).

### **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques

- Andueza, D., Listrat, A., Durand, D., Normand, J., Mourot, B. P., Gruffat, D. (2019). Prediction of beef meat fatty acid composition by visible-near-infrared spectroscopy was improved by preliminary freeze-drying. *Meat science*, 158, 107910.
- Berthelot V., Gruffat D. (2018). Composition en acides gras des muscles. In : Inra, 2018. Alimentation des ruminants : Apports nutritionnels - Besoins et réponses des animaux - Rationnement - Tables des valeurs des aliments. Editions Quae, 728 p.
- Cerles A., Lherm M., Poux X. & Agabriel J. (2017) Etude prospective des filières viande de ruminants du Massif Central à l'horizon 2050. *INRAE Productions Animales*, 30, 179–196.
- Daley, C. A, Abbot, A., Doyle, P. S., Nader, G. A., & Larson S. (2010). A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. *Journal of Nutrition*, 9, 1–12.
- Dian, P. H. M., Andueza, D., Barbosa, C. M. P., Amoureux, S., Jestin, M., Carvalho, P. C. F., ... & Prache, S. (2007). Methodological developments in the use of visible reflectance spectroscopy for discriminating pasture-fed from concentrate-fed lamb carcasses. *Animal*, 1(8), 1198-1208.
- Folch, J., Lees, M., & Sloane Stanley, G.H. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226, 497-509.
- Gruffat D. (2018). Viande bovine. B. Qualités nutritionnelles de la viande bovine. 2/ Déterminants de la qualité nutritionnelle des lipides. In: Alimentation des animaux et qualité de leurs produits. Editions Lavoisier Tec & Doc.
- Listrat A., Picard B., Gruffat D., Ellies M.-P. (2018). La biologie musculaire et ses conséquences sur la qualité de la viande bovine. In: La chaîne de la viande bovine, production, transformation, valorisation et consommation. Editions Lavoisier Tec & Doc.
- Meunier B., Normand J., Albouy-Kissi B., Micol D., El Jabri M. & Bonnet M. (2021) An open-access computer image analysis (CIA) method to predict meat and fat content from an android smartphone-derived picture of the bovine 5th-6th rib. *Methods*, 186, 79-89.
- Morel I. & Chassot A. (2010) Production of veal from suckled beef calves: calf performance. *Agrarforschung Schweiz*, 1, 18-23.
- Ouali A. (1992). Proteolytic and physicochemical mechanisms involved in meat texture development. *Biochimie* 74, 251-65.
- Picard B., Barboiron C., Chadeyron D. & Jurie C. (2011) Protocol for high-resolution electrophoresis separation of myosin heavy chain isoforms in bovine skeletal muscle. *Electrophoresis*, 32, 1804-1806.
- Talmadge R.J. & Roy R.R. (1993) Electrophoretic separation of rat skeletal-muscle myosin heavy-chain isoforms. *Journal of Applied Physiology*, 75, 2337-2340.