



**HAL**  
open science

# Étude de l'amélioration du rapport entre les acides gras n-6 et les acides gras n-3 de la viande bovine

Guillaume Perdriel

► **To cite this version:**

Guillaume Perdriel. Étude de l'amélioration du rapport entre les acides gras n-6 et les acides gras n-3 de la viande bovine. Science des productions animales. 2015. dumas-01713941

**HAL Id: dumas-01713941**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01713941>**

Submitted on 21 Feb 2018

**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.

RENNES

**MEMOIRE**

Présenté en vue d'obtenir

LE DIPLOME D'INGENIEUR C.N.A.M.

***SPECIALITE : GENIE BIOLOGIQUE***

---

**ETUDE DE L'AMELIORATION DU RAPPORT ENTRE  
LES ACIDES GRAS N-6 ET LES ACIDES GRAS N-3 DE  
LA VIANDE BOVINE**

---

**Par Guillaume PERDRIEL**

**10/12/2015**

---

**JURY :**

PRESIDENT: M. Philippe POCHART, Professeur, C.N.A.M., PARIS

MEMBRES : Mme Maryline KOUBA , Professeure, AGROCAMPUS OUEST, RENNES

M. Jean-Marc FRASLIN, Maître de conférences, AGROCAMPUS OUEST, RENNES

M. André MARCHAND, Ecrivain, RENNES

M. Jean-Louis PETIT, Technicien d'élevage, ELROC 53, LAVAL

## Remerciements

Ces travaux ont été réalisés au sein de la SVA Jean Rozé et en partenariat avec l'association Bleu-Blanc Cœur et l'entreprise Valorex. Je souhaite remercier ces entreprises pour leur soutien et leur aide pour cette étude.

J'adresse mes sincères remerciements à M. André MARCHAND pour son soutien indéfectible durant mon parcours à la SVA Jean Rozé au sein du service élevage, et au cours de mes études au CNAM. Ces connaissances et sa vision du monde agricole, ont constitué pour moi, une source d'optimisme en l'avenir, et ont attisé ma curiosité.

Un grand merci à Gérard et Doris SAINTAGNE, qui m'ont permis de réaliser mes études au CNAM. La confiance, et les encouragements, de Gérard SAINTAGNE fut constant. Ses conseils avisés m'ont éclairé et aidé dans mon cursus au CNAM ainsi que dans mon parcours professionnel.

Je tiens à témoigner toute ma reconnaissance à l'ensemble des professeurs du CNAM que j'ai rencontré durant mon parcours d'étudiant, pour la transmission de leurs connaissances. Je remercie plus particulièrement M. Jean-Marc FRASLIN, Maîtres de conférences à Agrocampus Ouest, pour son soutien et son aide durant mon cursus et pour la réalisation de ce mémoire d'ingénieur.

Je remercie l'ensemble des membres du jury, M. Philippe POCHART, Professeur du CNAM de Paris, Mme Maryline KOUBA, Professeure à Agrocampus Ouest, M. André MARCHAND et M. Jean-Louis PETIT pour avoir accepté d'évaluer mon travail.

Mes remerciements s'adressent aussi à mes anciens collègues de la SVA Jean Rozé, qui m'ont soutenu dans cette aventure des cours du soir et du samedi au CNAM, et qui ne m'ont pas oublié.

Je tiens à remercier ma famille et les amis, qui m'ont toujours encouragé et soutenu durant ces années au CNAM. Je remercie Pierre et Chantal CHEVALIER pour leur aide pour la réalisation de ce mémoire d'ingénieur.

# Sommaire

Remerciements .....	2
Liste des abréviations .....	5
Liste des figures.....	7
Liste des tableaux .....	8
Introduction .....	10
<b>Chapitre 1 : Synthèse bibliographique .....</b>	<b>11</b>
<b>I. Le défi nutritionnel de la filière viande bovine .....</b>	<b>11</b>
1.1. <i>Le contexte agricole</i> .....	11
1.2. <i>Le contexte sociétal</i> .....	11
<b>II. De l'animal à la viande .....</b>	<b>13</b>
2.1. <i>Le métabolisme de digestion chez les ruminants</i> .....	13
2.1.1. <i>Les principales étapes de la digestion</i> .....	13
2.1.1.1. <i>Les glucides</i> .....	15
2.1.1.2. <i>Les lipides</i> .....	16
2.1.1.3. <i>Les protéines</i> .....	18
2.1.2. <i>Les principaux besoins nutritionnels et leurs définitions</i> .....	19
2.2. <i>La conduite alimentaire d'un bovin</i> .....	20
2.2.1. <i>Les différentes catégories de bovins</i> .....	20
2.2.2. <i>Les principales sources de matières premières</i> .....	21
2.2.3. <i>Les exemples de conduite alimentaire</i> .....	23
2.3. <i>La définition de la qualité des carcasses de gros bovins</i> .....	24
2.4. <i>Composition lipidique des tissus musculaires et adipeux de la viande bovine</i> .....	25
2.5. <i>L'alimentation et la qualité de la viande bovine</i> .....	26
2.5.1. <i>L'alimentation et la qualité du muscle</i> .....	26
2.5.1.1. <i>Le développement</i> .....	26
2.5.1.2. <i>La couleur</i> .....	27
2.5.2. <i>L'alimentation et l'oxydation des lipides</i> .....	29
2.5.3. <i>L'alimentation et la qualité nutritionnelle des lipides</i> .....	30
<b>III. La démarche « Bœufs de Nos Régions » de SVA Jean Rozé et la filière « Bleu Blanc Cœur ».....</b>	<b>34</b>
3.1. <i>Les origines de la démarche « Bœuf de Nos Régions »</i> .....	34
3.2. <i>Le cahier des charges « Bœuf de Nos Régions » sous certification de conformité produit (CC/07/01)</i> .....	35
3.3. <i>La filière « Bleu Blanc Cœur »</i> .....	35
3.4. <i>Le programme ministériel « Pôle d'Excellence Rural »</i> .....	36

<b>IV. Conclusion</b> .....	<b>37</b>
<b>Chapitre 2 : Matériels et Méthodes</b> .....	<b>38</b>
<b>I. Protocole de l'essai « Eligibilité nutritionnelle de la démarche BNR »</b> .....	<b>38</b>
1.1. <i>Objectifs et données mobilisées</i> .....	38
1.2. <i>Nombre et catégorie des animaux sélectionnés</i> .....	38
1.3. <i>Méthodes d'appréciation des carcasses</i> .....	39
1.4. <i>Méthodes d'analyses des profils d'acides gras</i> .....	39
1.5. <i>Traitement des données collectées</i> .....	39
<b>II. Protocole de l'essai « Comparaison de sources de lin pour l'engraissement de BNR »</b> .....	<b>39</b>
2.1. <i>Objectifs et données mobilisées</i> .....	39
2.2. <i>Les animaux sélectionnés</i> .....	40
2.3. <i>Composition de la ration et quantité distribuée</i> .....	41
2.4. <i>Méthodes d'appréciation des carcasses</i> .....	42
2.5. <i>Méthode d'analyse des profils d'acides gras</i> .....	42
2.6. <i>Traitement de données collectées</i> .....	42
<b>Chapitre 3 : Résultats</b> .....	<b>43</b>
<b>I. Résultats de l'essai « Eligibilité nutritionnelle de la démarche « Bœuf de Nos Régions»</b> .....	<b>43</b>
1.1. <i>Résultats techniques par échantillon</i> .....	43
1.2. <i>Présentation de l'évaluation des carcasses</i> .....	44
1.3. <i>Profils d'acides gras par échantillon</i> .....	45
1.4. <i>Eligibilité des bovins à la démarche BNR et à la filière BBC</i> .....	48
1.5. <i>Composition de la ration et quantité distribuée</i> .....	50
1.6. <i>Analyse de l'effet de l'alimentation sur les profils d'acides gras</i> .....	51
1.7. <i>Discussion de l'essai</i> .....	53
<b>II. Résultats de l'essai « Comparaison de sources de lin pour l'engraissement de « Bœuf de Nos Régions »</b> .....	<b>55</b>
2.1. <i>Résultats zootechniques par lot</i> .....	55
2.2. <i>Résultats d'abattages par lot</i> .....	55
2.3. <i>L'évaluation des carcasses</i> .....	56
2.4. <i>Effet des sources de lin sur les profils d'acides gras</i> .....	57
2.5. <i>Comparaison des profils d'acides gras par muscle</i> .....	58
2.6. <i>Eligibilité des lots à la démarche BNR et à la filière BBC</i> .....	59
2.7. <i>Discussion de l'essai</i> .....	59
<b>Conclusion</b> .....	<b>61</b>
<b>Références bibliographiques</b> .....	<b>62</b>
<b>Annexes</b> .....	<b>66</b>

## Liste des abréviations :

<b>9cis, 11trans 18 :2</b>	Acide ruménique
<b>18 :1 Δ11 trans</b>	Acide vaccénique
<b>AA</b>	Acides aminés
<b>AAR</b>	Acides aminés ramifiés
<b>AFSSA</b>	Agence française de sécurité sanitaire des aliments
<b>AG</b>	Acides gras
<b>AGMI</b>	Acides gras monoinsaturés
<b>AGPI</b>	Acides gras polyinsaturés
<b>AGPI n-3</b>	Acides gras polyinsaturés de la famille oméga 3
<b>AGPI n-6</b>	Acides gras polyinsaturés de la famille oméga 6
<b>AGS</b>	Acides gras saturés
<b>AGV</b>	Acides gras volatiles
<b>ALA</b>	Acide alpha-linolénique
<b>AMP</b>	Adénosine monophosphate
<b>ATP</b>	Adénosine triphosphate
<b>BBC</b>	Bleu Blanc Cœur
<b>BNR</b>	Bœuf de Nos Régions
<b>C 18 : 1 n-9</b>	Acide oléique
<b>C 18 : 2</b>	Acide linoléique
<b>C 18 : 3</b>	Acide α-linolénique
<b>C 20 : 5 n-3</b>	Acide eicosapentaénoïque
<b>C 22 : 6 n-3</b>	Acide docosahexaénoïque
<b>C 2</b>	Acide acétique
<b>C 3</b>	Acide propionique
<b>C 4</b>	Acide butyrique
<b>Ca abs</b>	Calcium absorbable
<b>CC</b>	Cahier des charges
<b>CI</b>	Capacité d'ingestion
<b>CH4</b>	Méthane
<b>CLA</b>	Acide linoléique conjugué
<b>CO<sup>2</sup></b>	Dioxyde de carbone
<b>CPG</b>	Chromatographie en phase gazeuse
<b>DHA</b>	Acide docosahexaénoïque
<b>DPA</b>	Acide docosapentaénoïque
<b>EPA</b>	Acide eicosapentaénoïque
<b>ESB</b>	Encéphalopathie spongiforme bovine
<b>ETA</b>	Acide eicosapentaénoïque
<b>GMQ</b>	Gain moyen quotidien
<b>H<sup>+</sup></b>	Ion hydrogène
<b>IC</b>	Indice de consommation
<b>IC</b>	Indice de confiance
<b>INRA</b>	Institut National de Recherche Agronomique
<b>LA</b>	Acide linoléique
<b>MG</b>	Matière grasse
<b>MS</b>	Matière Sèche
<b>NH<sub>3</sub></b>	Ammoniac
<b>O<sup>2</sup></b>	Dioxygène
<b>Pas</b>	Phosphore absorbable
<b>PDI</b>	Protéines digestible dans l'intestin
<b>PDIE</b>	Protéines digestible dans l'intestin permissent par l'énergie
<b>PDIN</b>	Protéines digestible dans l'intestin permissent par l'azote
<b>PPO</b>	Polyphénol oxydase
<b>QTL</b>	<i>Quantitative trait locus</i>
<b>RA</b>	<i>Rectus abdominis</i>

**UF**  
**UFV**

Unité fourragère  
Unité fourragère viande

## Liste des figures :

Figure 1 : Evolution de la consommation de la viande (AGRESTE, 2014).....	11
Figure 2 : Evolution des disponibilités alimentaires en France (FAO, 2008).....	12
Figure 3 : Appareil digestif d'un bovin (Sermant, 2013).....	14
Figure 4 : Principales étapes du métabolisme des AG dans le rumen (Doreau <i>et al.</i> , 2010).....	16
Figure 5 : Principales réactions biochimiques des acides gras insaturés dans le rumen (Kemp et Lander, 1984).....	17
Figure 6 : Cycle rumino-hépatosalivaire (EDUCAGRI, 2012).....	18
Figure 7 : Schéma de dégradation des protéines (Montagne, 2008).....	19
Figure 8 : Les différentes catégories de bovins (Institut de l'Élevage, 2009).....	21
Figure 9 : Conduite alimentaire des jeunes bovins (Institut de l'Élevage, 2005).....	24
Figure 10 : Conduite alimentaire de bœufs ou génisses avec de l'ensilage de maïs (Institut de l'Élevage, 2005).....	24
Figure 11 : Conduite alimentaire de bœufs ou génisses avec de l'herbe (Institut de l'Élevage, 2005).....	24
Figure 12 : Conditions de présentation des carcasses de gros bovins à la pesée (France AgriMer).....	25
Figure 13 : Représentation de la lipogenèse <i>de novo</i> chez le ruminant.....	26
Figure 14 : Métabolisme énergétique musculaire (Hocquette <i>et al.</i> , 2000).....	27
Figure 15 : Effets des régimes sur l'oxydation de la myoglobine (Durand <i>et al.</i> , 2011).....	28
Figure 16 : Oxydation des lipides (Gandemer, 1992).....	29
Figure 17 : Effets des régimes sur la lipoperoxydation des viandes (Durand <i>et al.</i> , 2011).....	30
Figure 18 : Répartition des races bovines pour l'essai.....	40
Figure 19 : Conformation des animaux par échantillon (%).....	43
Figure 20 : Note de la quantité de gras de couverture, interne et persillé par bovin et par échantillon.....	44
Figure 21 : Note de la qualité du gras, de la couleur du gras de la viande par bovin et par échantillon.....	45
Figure 22 : Pourcentage de matières grasses par bovin et par échantillon (%).....	45
Figure 23 : AGMI en fonction du pourcentage de MG.....	46
Figure 24 : AGPI en fonction du pourcentage de MG.....	47
Figure 25 : Cercle des corrélations entre les critères d'évaluation des carcasses et les profils d'acides gras par analyse en composantes principales.....	50
Figure 26 : Cercle des corrélations entre les aliments et les profils d'acides gras par analyse en composantes principales.....	53
Figure 27 : Pourcentage de chaque conformation des bovins du lot témoin et essai.....	57

## Liste des tableaux :

Tableau 1 : Synthèse des apports nutritionnels conseillés en acides gras chez l'homme adulte (AFSSA 2001) .....	13
Tableau 2 : Substrats hydrolysés par les principales espèces bactériennes du rumen (Fonty <i>et al.</i> , 1995).....	15
Tableau 3 : Exemple de besoins journaliers pour un bœuf et une génisse à l'engraissement (Tables INRA 2007).....	20
Tableau 4 : Définition des différentes catégories de bovins.....	20
Tableau 5 : Liste des principaux fourrages et concentrés.....	22
Tableau 6 : Synthèse des valeurs nutritionnelles de la pulpe de betteraves, de la luzerne déshydratée, du tourteau de lin et du lin extrudé (Table INRA 2007).....	23
Tableau 7 : Teneur en matière grasse des principaux aliments utilisés chez les ruminants (Alavoine, 2012) .....	23
Tableau 8 : Variations de la composition en acides gras des lipides totaux des muscles chez les bœufs Charolais âgés de 30-32 mois (Bauchart <i>et al.</i> , 2001).....	31
Tableau 9 : Variations de la teneur en différents isomères trans de CLA du muscle <i>Longissimus thoracis</i> (Dannenberger <i>et al.</i> , 2005).....	32
Tableau 10 : Composition et teneur des isomères des lipides du muscle <i>Longissimus thoracis</i> (Dannenberger <i>et al.</i> , 2004).....	32
Tableau 11 : Composition centésimale en lipides du muscle RA de taurillons Charolais en finition (Bauchart <i>et al.</i> , 2005).....	33
Tableau 12 : Composition centésimale en acide gras et teneur en acides gras totaux du muscle <i>Longissimus thoracis</i> de bouvillon Charolais X Salers (Bauchart <i>et al.</i> , 2003).....	34
Tableau 13 : Principales caractéristiques du cahier des charges BNR (CC/07/01).....	35
Tableau 14 : Apport d'ALA dans la ration selon le poids carcasse visé (Guide d'analyse du cahier des charges Bleu Blanc Cœur).....	376
Tableau 15 : Source d'ALA de matières premières dans la ration autorisée par Bleu Blanc Cœur.....	36
Tableau 16 : Profils et valeurs d'acides gras minimum dans la viande bovine (Guide d'analyse du cahier des charges Bleu Blanc Cœur) .....	36
Tableau 17 : Constitution des échantillons de l'essai.....	39
Tableau 18 : Grille d'évaluation des carcasses.....	39
Tableau 19 : Pourcentage de la composition en matières premières des rations lot témoin et essai..	41
Tableau 20 : Evolution des apports en lin extrudé Valorex en fonction de l'aliment BNR.....	42
Tableau 21 : Poids moyen carcasse et qualification BNR par échantillon .....	43
Tableau 22 : Proportion d'état d'engraissement 2&3 par échantillon (%).....	44
Tableau 23 : Variations de la composition en AGS et AGPI des lipides totaux par échantillon .....	46
Tableau 24 : Variations de la composition en acides gras des lipides totaux de la bavette de flanchet par échantillon .....	47
Tableau 25 : Eligibilité des bovins aux conditions du cahier des charges BNR (CC/07/01) par échantillon .....	48
Tableau 26 : Eligibilité des bovins aux conditions du cahier des charges « Bleu Blanc Cœur » par échantillon .....	49
Tableau 27 : Matrice de corrélation entre les critères d'évaluation des carcasses et les profils d'acides gras par analyse en composantes principales (Person n) .....	49
Tableau 28 : Ration journalière par échantillon .....	51

Tableau 29 : Variations de la composition en acides gras des lipides totaux de la bavette de flanchet en fonction du régime alimentaire.....	52
Tableau 30 : Matrice de corrélation entre les aliments et les profils d'acides gras par analyse en composantes principales (Person n) .....	52
Tableau 31 : Age, poids sur la période de l'essai, race, GMQ et IC par lots .....	55
Tableau 32 : Poids carcasse moyen et rendement par lots .....	56
Tableau 33 : Note d'observation des carcasses pour le lot témoin.....	56
Tableau 34 : Note d'observation des carcasses pour le lot essai.....	57
Tableau 35 : Variations de la composition en acides gras des lipides totaux par lot.....	57
Tableau 36 : Test de Student des profils d'acides gras entre le lot témoin et essai à IC de 95 %.....	57
Tableau 37 : Composition en acides gras pour le rumsteck et pour la bavette par lot.....	58
Tableau 38 : Test de Student des profils d'acides gras entre la bavette et le rumsteck pour le lot témoin à IC de 95 % .....	58
Tableau 39 : Test de Student des profils d'acides gras entre la bavette et le rumsteck pour le lot essai à IC de 95 %.....	59
Tableau 40 : Eligibilité des bovins aux conditions du cahier des charges BNR (CC/07/01) par lot.....	59
Tableau 41 : Eligibilité des bovins aux conditions du cahier des charges « Bleu Blanc Cœur » par lot...59	59

# Introduction

La viande bovine est une source nutritionnelle importante dans notre consommation particulièrement en protéines, en fer héminique et en vitamines comme la vitamine B12. Mais depuis quelques années, sa consommation a été remise en question par les nutritionnistes, en raison de la quantité et de sa composition en matières grasses, et plus récemment par le Centre International de Recherche sur le Cancer. La viande rouge a été remise en cause lors de consommation excessive, pouvant favoriser certaines maladies, telles que le cancer colorectal, les maladies cardio-vasculaires ou l'obésité.

Les observations des nutritionnistes et des professionnels de la santé ne se limitent pas uniquement à la viande bovine, mais aussi à l'ensemble de notre alimentation et à ses conséquences sur notre santé. Cette prise de conscience collective a fait naître le Programme National Nutrition et Santé (PNNS). Dans ce cadre, l'Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation (AFSSA) a communiqué certaines recommandations. Actuellement, il est préconisé de consommer 2 g/jour d'acides gras polyinsaturés de la famille des Oméga 3, afin de rééquilibrer notre consommation en acides gras n-6 par rapport aux acides gras n-3. Le rapport actuellement conseillé entre ces deux familles d'acides gras est de 5 ou moins.

En moyenne, dans la viande bovine, le rapport Oméga 6 sur Oméga 3 peut varier de 5 à 11. Mais il peut être amélioré par l'alimentation des animaux. Des études scientifiques ont effectivement démontré les impacts de l'alimentation sur la qualité nutritionnelle de la viande.

Les nouvelles attentes de la société concernant son alimentation, et l'influence de l'alimentation des animaux (plus particulièrement à base de lin) sur la qualité nutritionnelle des produits ont fait naître l'association Bleu Blanc Cœur, qui s'est donné pour objectif de proposer des produits dont la qualité nutritionnelle répond aux nouveaux enjeux de santé publique.

L'évolution agricole récente, la diminution de la consommation de viande bovine et les événements du siècle dernier qui ont marqué la filière bovine (tels que la crise ESB) ont permis l'aboutissement d'une réflexion sur les méthodes de production. Cette réflexion fut entreprise entre autres par la SVA Jean Rozé, afin de concilier les attentes de la société en matière de consommation de viande bovine et les réponses que peut apporter la filière. Ce qui a abouti à la démarche « Bœuf de Nos Régions ».

Cette démarche met en avant l'intérêt de l'amélioration de la qualité organoleptique de la viande bovine, avec une alimentation à l'herbe à hauteur de 80 %, complétée avec de la pulpe de betterave, de la luzerne déshydratée et du lin.

Un programme national nommé « Pôle d'Excellence Rurale » avait pour objectif préalable de promouvoir les atouts du lin, à travers les acteurs locaux. Cela initia des échanges entre l'association Bleu Blanc Cœur et la SVA Jean Rozé, ce qui permit de développer cette étude.

Ce mémoire se compose dans une première partie d'un résumé des connaissances bibliographiques sur la nutrition animale et l'influence de l'alimentation sur la viande bovine. La seconde partie présente le matériel et les méthodes employées pour cette étude, se composant de deux essais. La dernière partie présente les résultats de l'étude et ses conclusions.

# Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

## I. Le défi nutritionnel de la filière viande bovine

### 1.1. Le contexte agricole

L'évolution de l'agriculture de ces dernières années a participé à la naissance de nouveaux défis, dont le défi nutritionnel. Effectivement, de nombreux changements ont été opérés depuis la mise en place, en 1962, de la Politique Agricole Commune et des lois Pisanis en France. L'agriculture est passée progressivement du stade autarcique (biologique, très diversifiée, autonome,...) au stade industriel (intensive, spécialisée,...) (Marchand, 2011).

Cette évolution fut bénéfique, puisqu'elle a permis d'atteindre le niveau d'autosuffisance pour de nombreuses denrées alimentaires, dont la viande bovine. Cette phase évolutive a aussi permis d'accroître les connaissances dans les domaines agricoles et agro-alimentaires. La naissance d'institutions de recherches comme l'INRA et l'Institut de l'Élevage illustrent cette progression.

Les changements opérés durant ces dernières années ont atteint leurs limites. Le premier évènement qui démontra les limites de cette nouvelle organisation du monde agricole fut la première réforme de la Politique Agricole Commune en 1992. Cet acte participa à la prise de conscience progressive des réalités économiques du marché.

Mais la crise qui marqua profondément la filière viande bovine fut la crise de l'ESB (Encéphalopathie Spongiforme Bovine) en 1996. Cette dernière a redéfini les besoins des consommateurs. Elle a aussi participé à recréer un lien entre agriculture et société.

Aujourd'hui, l'ensemble des secteurs agricoles sont de plus en plus confrontés à un marché libéral, qui nécessite la prise en compte des demandes de la société.

### 1.2. Le contexte sociétal

Le comportement alimentaire en France a beaucoup évolué ces cinquante dernières années, avec l'apparition d'une offre alimentaire abondante et un pouvoir d'achat croissant, en progression moyenne de 2 % chaque année. Ces deux facteurs ont permis l'accès à de nombreuses denrées alimentaires inaccessibles auparavant pour certaines classes sociales. Les viandes illustrent ce phénomène, avec une progression de plus de 83 % entre 1950 et 1980 (Figure 1).

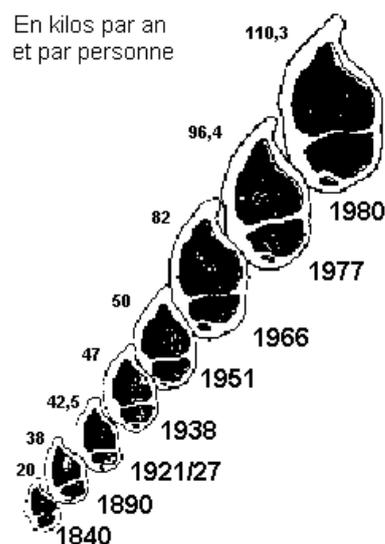


Figure 1 : Evolution de la consommation de la viande (AGRESTE, 2014)

Cette augmentation de la consommation de viande montre conjointement une hausse globale du niveau de vie des français. Mais cette hausse est concomitante à une baisse de la part des dépenses consacrées à l'alimentation dans le budget des ménages, de 25% en 1960 à 15% en 2007. Ce paradoxe est lié à la progression de l'offre, provoquant une diminution des prix (objectif de la Politique Agricole Commune de 1962).

Mais à partir des années 90, une nouvelle mutation alimentaire apparue, liée, dans un premier temps, à plusieurs crises sanitaires (dont l'ESB), puis, dans un second temps, aux conséquences physiologiques et environnementales de notre consommation. Ce bouleversement s'est traduit par une réduction de la consommation de viande, passant ainsi de 110 kg/habitant/an en 1980 à 87 kg/habitant/an en 2010 (Agreste, 2012). Et de nouvelles demandes du consommateur sont apparues, liées à la qualité des produits (apparition des Label Rouge, Certificat de Conformité Produit,...).

De plus, une modification majeure des habitudes alimentaires s'est amorcée avec une progression des produits transformés. La consommation de plats préparés entre 1995 et 2000 a ainsi été multipliée par 4. Cette évolution alimentaire, parallèlement à une déstructuration des repas et à une réduction de l'activité physique, n'a pas été sans conséquences sur notre santé.

Le Centre International de Recherche sur le Cancer a récemment évalué la cancérogénicité de la consommation de la viande rouge, classant celle-ci comme probablement cancérigène pour l'homme. La causalité des associations rapportées entre la consommation de viande rouge et le cancer colorectal reste à prouver. Mais les données actuellement collectés par le Centre International de Recherche sur le Cancer suggèrent que le risque du cancer colorectal pourrait augmenter de 17 % pour chaque portion de 100 grammes de viande rouge consommé par jour (CIRC, 2015). Des nutritionnistes, diététiciens alertent sur l'effet de nos régimes alimentaires occidentaux, souvent trop riches en graisse (le pays illustrant ce phénomène est les Etats-Unis, avec 35 % d'adultes obèses). On a démontré que la disponibilité en lipides dans nos repas en France a doublé en l'espace de soixante ans (Figure 2).

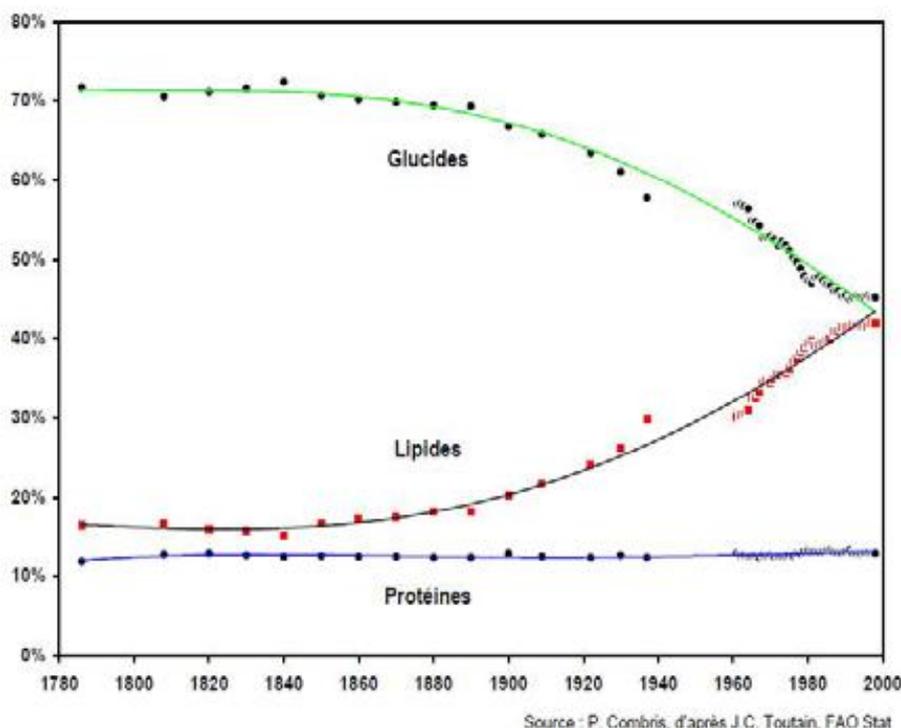


Figure 2 : Evolution des disponibilités alimentaires en France (FAO, 2008)

Cette évolution a eu pour effet un accroissement des déséquilibres alimentaires, qui ont eu pour conséquences une augmentation des problèmes de surpoids et d'obésité. On est passé de 6,5% des adultes obèses en 1980, à 11,5 % en 2006. En 2008, 6 millions de français étaient obèses (FAO, 2008).

Ce constat a mobilisé plusieurs instances, dont l'AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments), qui a émis des ANC (Apports Nutritionnels Conseillés) (Tableau 1), ce qui aboutira au PNNS (Programme National Nutrition Santé). Celui-ci prévoit, entre autres, un meilleur équilibre dans nos apports d'Oméga 3 et d'Oméga 6. L'excès de ce dernier dans nos repas participe au malaise alimentaire.

Chez l'homme adulte	Lipides <sup>3</sup>	Acides gras saturés (AGS)	Acides gras monoinsaturés (AGMI)	Acide linoléique (18:2 n-6)	Acide $\alpha$ -linoléique (18 :3 n-3)	Acides gras polyinsaturés longue chaîne $\omega$ 6 + $\omega$ 3 (AGPI-LC)	dont DHA
g/j	81	19.5	49	10	2	0.5	0.12
% AET (Apport énergétique total, soit 2200 kcal/j)	33%	8%	20%	4%	0.8%	0.2%	0.05%

Tableau 1 : Synthèse des apports nutritionnels conseillés en acides gras chez l'homme adulte (AFSSA 2001)

Le souhait des pouvoirs publics est de ramener ce rapport Oméga 6/Oméga 3 à moins de **5**, alors qu'actuellement, il avoisine **15**. Pour cela, il est recommandé de modérer les aliments riches en Oméga 6, comme l'huile de tournesol, et de favoriser les aliments riches en Oméga 3, comme l'huile de colza ou d'olive. Ou encore de consommer des produits dont le rapport Oméga 6/Oméga 3 a été amélioré. C'est le cas pour les produits laitiers, les œufs et les viandes. L'apparition de ces recommandations a donné naissance à de nouvelles attentes nutritionnelles du consommateur.

## II. De l'animal à la viande

### 2.1. Le métabolisme de digestion chez les ruminants

#### 2.1.1. Les principales étapes de la digestion

Les bovins et les ovins font partie des ruminants, au même titre que de nombreux animaux sauvages ou domestiques (chèvres, cerfs,...). L'une des particularités de ces espèces est qu'elles possèdent un estomac constitué de quatre poches, qui les classent ainsi dans les polygastriques, leur conférant un mode de digestion des aliments propres aux ruminants.

Le système digestif d'un ruminant lui permet de consommer des aliments riches en fibres (comme l'herbe ou le foin), et cela grâce aux différentes poches qui constituent l'estomac de l'animal, et à l'activité métabolique qui s'y déroule.

Un bovin possède quatre poches gastriques (Figure 3) : la panse ou rumen, le réseau, le feuillet et la caillette. La panse est la plus volumineuse avec une capacité de 180 litres, mais 85 à 90 % de ce volume est de l'eau. La panse concentre une activité microbienne très importante, qui sera décrite par la suite.

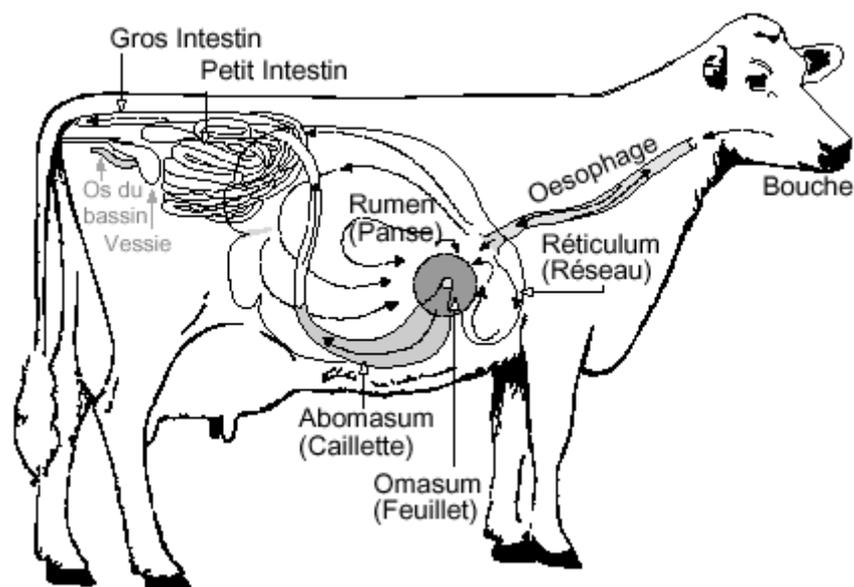


Figure 3 : Appareil digestif d'un bovin (Sermant, 2013)

La première étape de la digestion est mécanique avec la mastication mérycique, car le bovin mâche peu lors de la consommation d'aliments. Les particules de plus de 4 mm sont refoulées par l'orifice réticulo-omasal, qui se situe entre le réseau et le feuille. Ainsi, ces particules subissent une mastication et un brassage par la motricité de la panse.

La rumination peut ainsi durer entre 1 et 10 heures par jour, selon la part de fibres dans l'alimentation. C'est la résistance à la mastication qui conditionne le temps de séjour des aliments dans le rumen-réseau.

Durant cette période, un autre métabolisme digestif s'active : la digestion microbienne. Cette seconde étape de la digestion est dominée par des phénomènes fermentaires et de biohydrogénation. Le milieu ruminal est particulièrement favorable au développement d'une population de micro-organismes très dense et très active grâce aux éléments suivants : milieu aqueux, température constante de 38 à 42 °C, teneur en oxygène faible, flux régulier de substrats, pH de 6,2 à 6,5 (EDUCAGRI, 2012).

L'écosystème microbien du rumen est constitué de trois populations : des champignons anaérobies cellulolytiques, une microflore de protozoaires ciliés (10 000 à 100 000/ml de jus de rumen), et une microflore composée de bactéries dont la concentration est de 10 milliards/ml de jus de rumen, soit environ 1 kg pour une vache (EDUCAGRI, 2012). La fluctuation des différentes espèces dépend majoritairement du type de composés alimentaires présents (Tableau 2).

Espèces bactériennes	Substrats <sup>2</sup>					
	Cellulose	Hémicellulose	Amidon	Pectines	Triacylglycérols	Protéines
<i>Fibrobacter succinogenes</i>	+	+	-	+	-	-
<i>Ruminococcus albus</i>	+	+	-	+		-
<i>Ruminococcus flavefaciens</i>	+	+	-	+		-
<i>Butyrivibrio fibrisolvens</i>	-	+	+	+		+
<i>Prevotella ruminicola</i>	-	+	+	+		+
<i>Selenomonas ruminantium</i>	-	-	+			+
<i>Streptococcus bovis</i>	-	-	+	+		+
<i>Ruminobacter amylophilus</i>	-	-	+	-		+
<i>Succinomonas amylolytica</i>	-	-	-	+		
<i>Succinivibrio dextrinosolvens</i>		-	-	+	+	+
<i>Anaerovibrio lipolytica</i>		-	-	-		+

<sup>1</sup> Les substrats issus de cette hydrolyse, qui vont subir une fermentation, ne sont pas repris dans le tableau

<sup>2</sup> La majorité des souches peuvent assurer cette fonction (+) ou non (-)

Tableau 2 : Substrats hydrolysés par les principales espèces bactériennes du rumen (Fonty *et al.*, 1995)

#### 2.1.1.1. Les Glucides

Les glucides alimentaires comprennent des parois cellulaires (glucides pariétaux) telles que la cellulose, l'hémicellulose et les pectines, ou du contenu cellulaire (glucides cytoplasmiques) qui se compose d'amidon et de sucres solubles.

##### La glycolyse:

Pour utiliser ces substances, les bactéries ruminales vont sécréter dans le milieu des enzymes comme la cellulase, l'hémicellulase, la pectinase et de l'amylase, qui ont pour rôle d'hydrolyser les glucides alimentaires. Ainsi, il est principalement produit du glucose, de la cellobiose, du xylose et de l'acide galacturonique.

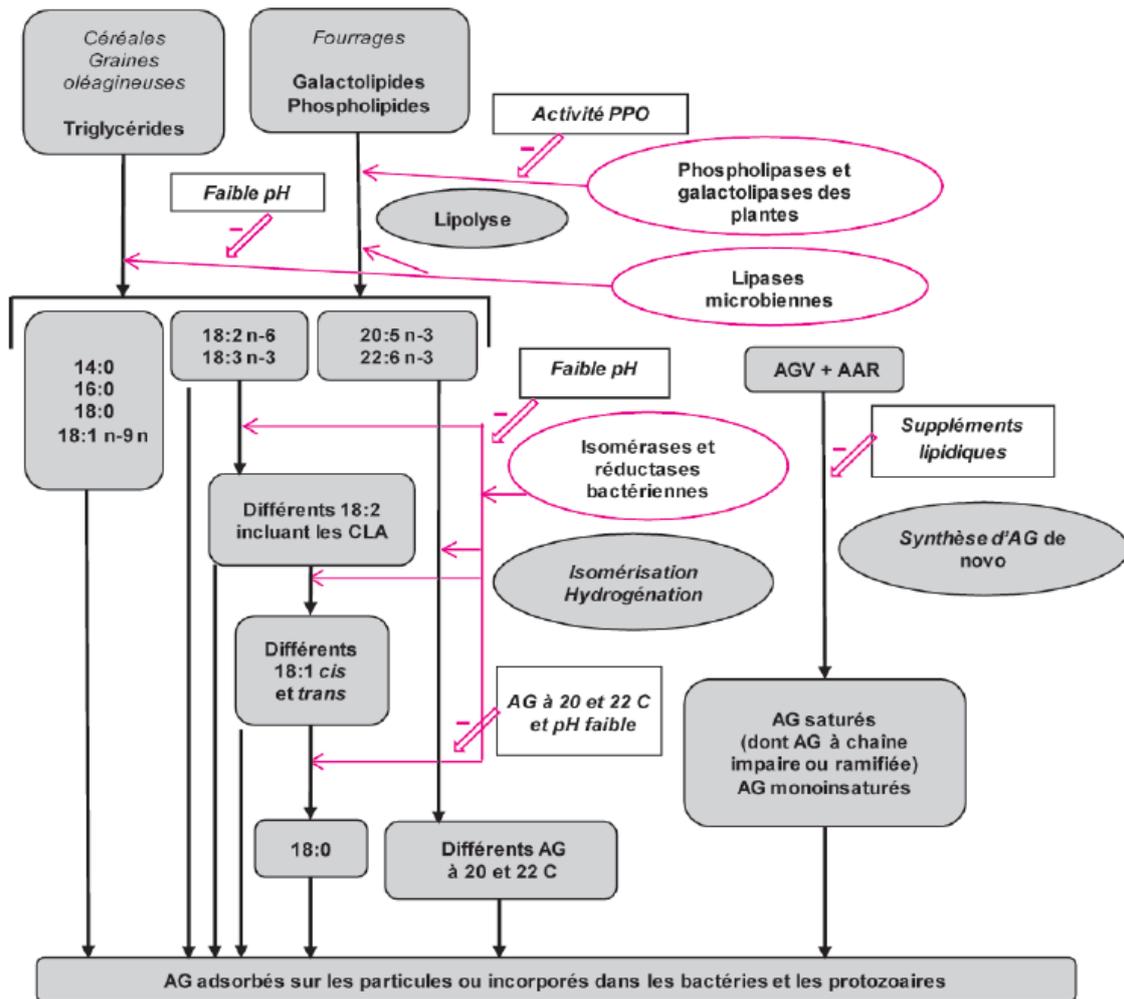
##### La fermentation :

Après hydrolyse en oses, ces substances pénètrent dans les bactéries grâce à trois systèmes : i) le système ATP-dépendant basé sur la force proton-motrice, ii) un transporteur protéique, iii) le système phosphotransférase, dépendant du phosphoénolpyruvate.

Au sein des microorganismes, la majorité des oses hydrolysés va subir des fermentations anaérobies aboutissant à la production d'un métabolite intermédiaire, le pyruvate. Les principaux produits de cette fermentation sont les acides gras volatils (AGV), le CO<sub>2</sub> et le méthane (CH<sub>4</sub>). Les AGV les plus représentés sont l'acide acétique (C2), l'acide propionique (C3) et l'acide butyrique (C4). Ils servent de substrat énergétique pour le ruminant. Ils sont absorbés au niveau de l'épithélium ruminal afin d'être acheminés vers le foie par voie sanguine.

### 2.1.1.2. Les Lipides

Le rumen est le siège d'une activité lipolytique intense et rapide, réalisée grâce aux micro-organismes, et s'exerçant à la fois sur les galactolipides, les phospholipides et les triglycérides (Figure 4).



<sup>2</sup> Les micro-algues sont des algues microscopiques cultivées en bioréacteurs.

Figure 4 : Principales étapes du métabolisme des AG dans le rumen (Doreau *et al.*, 2010)

#### L'hydrolyse (lipolyse) :

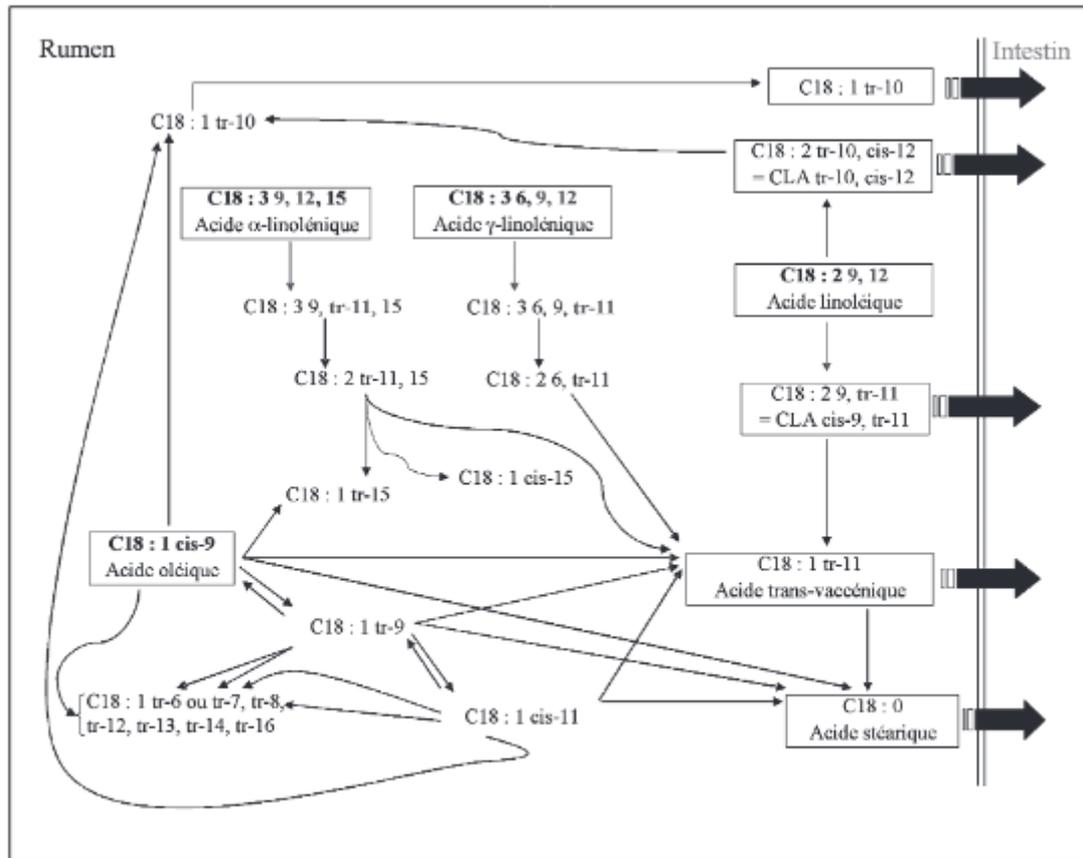
Les triglycérols sont hydrolysés par la flore lipolytique ruminale, permettant la production d'acides gras libres et de glycérol.

L'hydrolyse des lipides alimentaires permet la libération, d'une part, des acides gras, et d'autre part, du glycérol et du galactose, qui sont rapidement fermentés en AGV, principalement en propionate et butyrate. Une fois les AG libérés, leurs doubles liaisons peuvent subir des modifications de leur configuration (isomérisation) et de leur position (formation de conjugaison).

#### La biohydrogénation :

La biohydrogénation est un ensemble de réactions biochimiques se déroulant dans le rumen, correspondant à une succession de réactions de saturation des doubles liaisons (Figure 5). Cela

conduit à la disparition de 70 à 90 % des AGPI qui sont transformés en AGS et en AGMI trans. Ces réactions sont des isomérisations, réalisées par la symbiose de bactéries ruminales, qui sont classées en deux groupes (A et B) selon le substrat (Kemp et Lander, 1984).



CLA : conjugated linoleic acid

Figure 5 : Principales réactions biochimiques des acides gras insaturés dans le rumen (Kemp et Lander, 1984).

Le groupe A comprend des bactéries telles que *Butyrivibrio fibrisolvens*, capables d'hydrogéner l'acide linoléique et l'acide α-linolénique en acide trans-vaccénique (C 18 :1 trans-11)).

Le groupe B est constitué de bactéries appartenant au genre *Fusocillus*, réalisant l'hydrogénation des acides vaccéniques en acide stéarique, ainsi que l'hydrogénation de l'acide α-linolénique en C 18 : 1 trans-15 ou cis 15, et de l'acide γ-linolénique en acide stéarique.

Selon la part de fourrages et de concentrés dans la ration, la quantité d'acide linoléique (C18 : 2 (9,12)) et d'acide α-linolénique varie. Dans les régimes riches en concentrés, la quantité d'acide linoléique et les étapes de sa biohydrogénation occasionnent la formation d'une double liaison trans en position 11. Elle donne naissance à l'acide linoléique conjugué (CLA), puis ensuite à l'acide trans-vaccénique et l'acide stéarique, après deux hydrogénations.

La biohydrogénation des acides gras polyinsaturés en C20 et C22 comme l'acide eicosapentaénoïque (EPA) et l'acide docosahexaénoïque (DHA) est un sujet qui conserve encore des inconnues (identification d'isomères, la configuration cis ou trans des intermédiaires). La saturation finale de ces AG serait négligeable (Toral *et al.*, 2012).

Une activité lipolytique a été détectée chez les protozoaires, mais l'importance de cette activité reste inconnue. La quantité d'AG observée dans les protozoaires résulte de la prédation des bactéries.

### L'absorption :

Les AG résultants du métabolisme ruminal atteignent le duodénum. Les mécanismes d'absorption intestinale chez les ruminants sont proches de ceux des monogastriques, à l'exception des AG sous forme libre, qui sont non estérifiés et saturés. Les AG sont désorbés et solubilisés par les sels biliaries et les lysolécithines, puis ils passent par la phase micellaire permettant l'absorption au niveau du jéjunum.

Le métabolisme des acides gras est à l'origine d'importants mécanismes de remaniements, tout particulièrement des acides gras longs, au niveau du rumen. Mais la part des lipides dans la ration d'un ruminant ne représente que 2 à 6 % de la matière sèche.

### **2.1.1.3. Les Protéines**

Les protéines (aussi appelées matières azotées) se composent d'une partie dégradable et d'une partie non dégradable qui sera hydrolysée dans l'intestin.

### La protéolyse:

Les bactéries protéolytiques (Tableau 1) hydrolysent 50 % des protéines du rumen en acides aminés et en ammoniac ( $\text{NH}_3$ ). Ce dernier est le produit terminal le plus important. La protéolyse est d'abord extracellulaire, puis intracellulaire. Les acides aminés produits peuvent être dégradés en ammoniac et en AGV, ou servir à la protéosynthèse, permettant ainsi la production d'acides aminés d'origine microbienne, qui seront absorbés au niveau de l'intestin.

### L'azote non protéique :

L'azote non protéique tel que l'urée est une source d'azote importante pour les bactéries. L'urée est hydrolysée par les uréases bactériennes pour donner de l'ammoniac. Cet ammoniac est à destination du cycle rumino-hépatosalivaire (Figure 6).

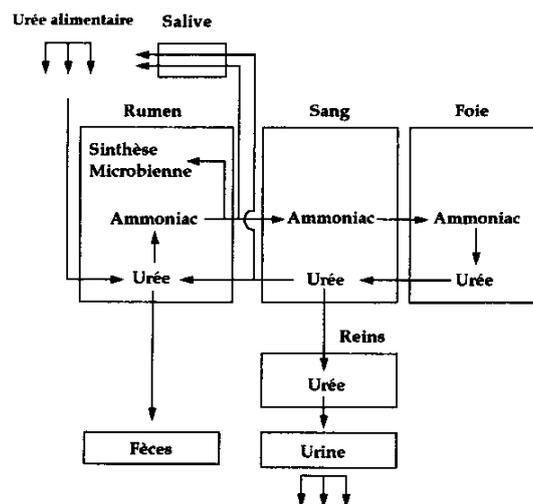


Figure 6 : Cycle rumino-hépatosalivaire (EDUCAGRI, 2012)

La digestion microbienne permet de produire de l'énergie afin de réaliser une protéosynthèse (Figure 7).

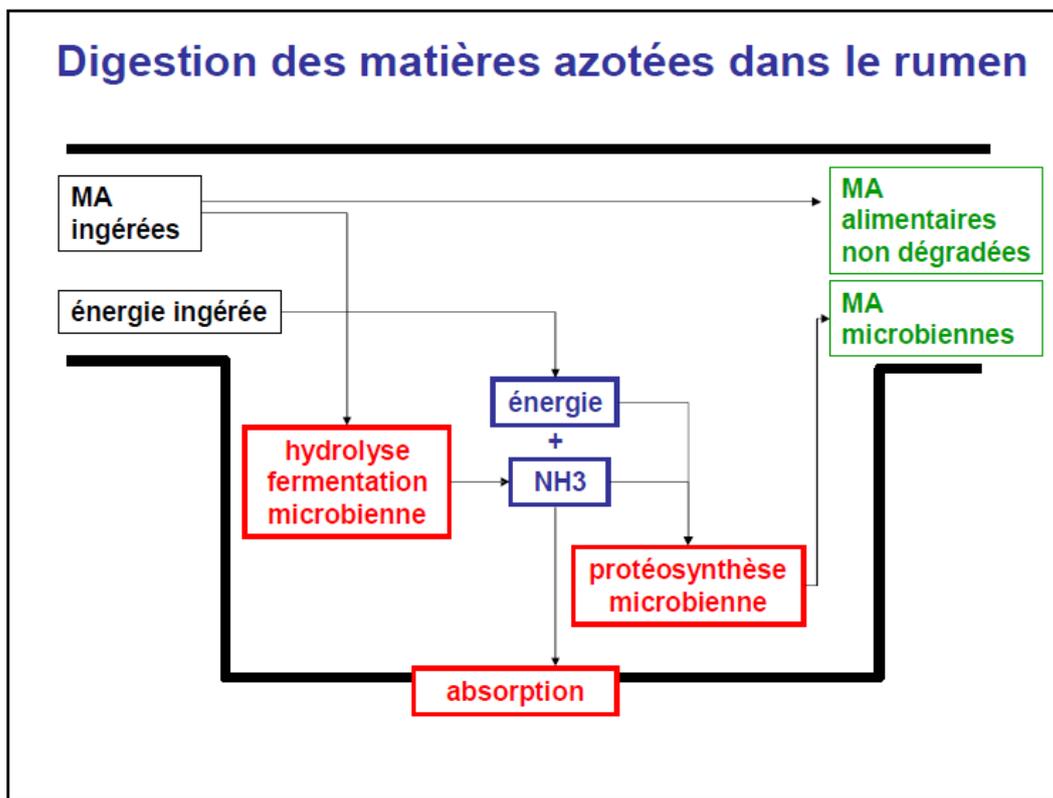


Figure 7 : Schéma de dégradation et synthèse des matières azotées (MA) : produits entrant en noir, produits des dégradations en rouge, produits importés en bleu, produits sortant en vert (Montagne L., 2008).

### 2.1.2. Les principaux besoins nutritionnels et leurs définitions

Le ruminant a des besoins physiologiques (énergie, azote, minéraux) correspondant à l'apport de nutriments nécessaires pour couvrir les dépenses d'entretien et de production.

Le besoin d'entretien est une notion qui permet d'exprimer à la fois la dépense d'énergie pour le métabolisme basal et l'énergie nécessaire pour que l'animal adulte conserve sa masse corporelle. Le besoin de production correspond aux dépenses nécessaires à son cycle de production (reproduction, croissance, lactation).

Afin de déterminer les besoins nutritionnels associés à un objectif de production d'un bovin, l'INRA a défini différentes unités (Tables INRA, 2007) pour chaque aliment afin de calculer les apports nécessaires pour un ruminant :

- Capacité d'Ingestion (CI) : la capacité d'ingestion d'un animal définit la quantité maximale d'Unité d'Encombrement qu'il est capable d'ingérer.
- Unité d'Encombrement : l'aptitude de chaque aliment à être ingéré.
- Unité Fourragère (UF) : unité arbitraire qui correspond à l'équivalent énergétique d'un kg d'orge standard. Deux valeurs ont été définies selon le niveau de croissance, qui sont l'Unité Fourragère Lait (UFL), et l'Unité Fourragère Viande (UFV) pour les animaux à forte croissance.
- Protéines Digestibles dans l'Intestin (PDI) : unité qui s'exprime en grammes de protéines digestibles au niveau de l'intestin. Elle se caractérise par deux valeurs associées, PDIN

(protéines digestibles dans l'intestin limitées par l'azote) et PDIE (protéines digestibles dans l'intestin limitées par l'énergie).

- Les minéraux : les besoins majeurs en minéraux sont déterminés par le calcium et le phosphore absorbables (Ca<sub>abs</sub> et P<sub>abs</sub>), exprimés en g.

Grâce à ces définitions on peut déterminer les besoins d'un bovin comme par exemple pour des bovins allaitant à l'engraissement (Tableau 3) :

<i>Catégories</i>	<i>Bœufs</i>	<i>Génisses</i>
<b>Poids vifs</b>	600 kg	600 kg
<b>Gain de poids vifs</b>	1 000 g/j	1 000 g/j
<b>Apports journaliers</b>		
<b>UFV</b>	8,2	7,7
<b>PDI</b>	747 g	683 g
<b>Ca abs</b>	19,8	17,5
<b>P abs</b>	21,3	20
<b>CI</b>	10,2	10,2

Tableau 3 : Exemple de besoins journaliers pour un bœuf et une génisse à l'engraissement (Tables INRA 2007)

Grâce à la définition des valeurs des aliments fourragers ou concentrés, il est ainsi possible d'établir une ration journalière nécessaire à la couverture des besoins d'un animal.

La définition des valeurs des aliments fourrage ou concentrés utilisent les mêmes unités, il est ainsi possible d'établir une ration journalière nécessaire à la couverture des besoins d'un animal. Mais l'un des points importants dans une ration est le respect de l'équilibre entre les protéines et l'énergie que l'on définit avec le rapport PDI/UF appelé Rmic.

## 2.2. La conduite alimentaire d'un bovin

### 2.2.1. Les différentes catégories de bovins

Il existe différentes catégories de bovins, qu'ils soient mâles ou femelles, ou plus ou moins âgés (Tableau 4). Ils sont définis communément par le règlement CEE n°1208/81 (Figure 8).

Taureau	Bovin mâle non castré de plus de 24 mois
Jeune bovin	Bovin mâle non castré de moins de 24 mois
Bœuf	Bovin mâle castré
Vache	Bovin femelle ayant vêlé
Génisse	Bovin femelle n'ayant pas vêlé

Tableau 4 : Définition des différentes catégories de bovins

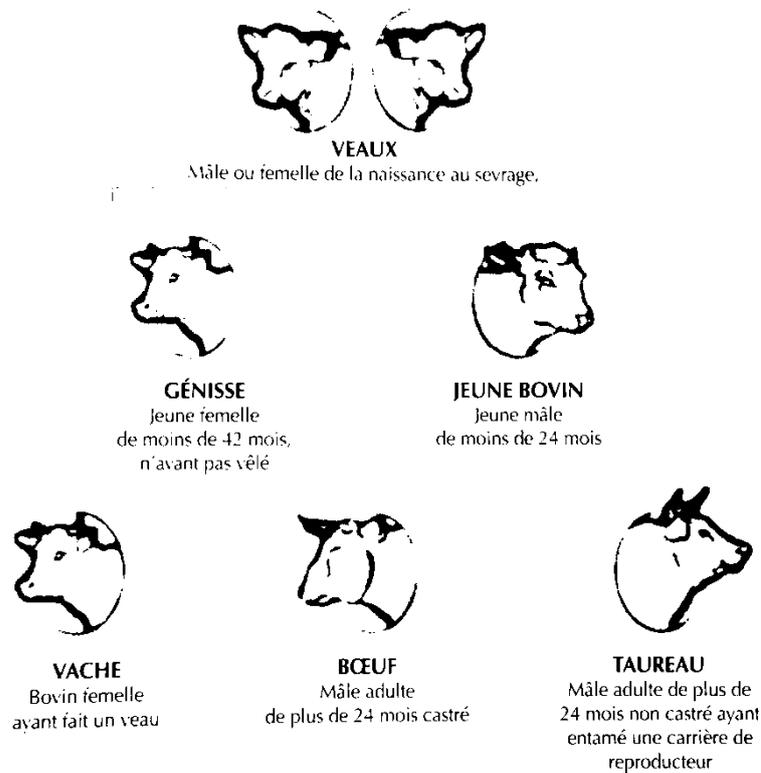


Figure 8 : Les différentes catégories de bovins (Institut de l'Élevage, 2009)

La catégorie des jeunes bovins intègre aussi les femelles de moins de 24 mois. Mais dans le vocabulaire professionnel, cela concerne les mâles non castrés inférieurs à 24 mois (aussi appelés taurillons), qui sont abattus entre 15 et 20 mois. Le bœuf et la génisse sont abattus entre 2 et 3 ans, la vache entre 5 et 10 ans, en moyenne.

### 2.2.2. Les principales sources de matières premières

Les principaux aliments consommés par les bovins sont le lait, les fourrages, les concentrés et les minéraux et vitamines. La ration alimentaire d'un bovin adulte varie selon sa catégorie (Jeune Bovin, Vache, Génisse ou Bœuf, Taureau), son âge, la saison, mais elle est majoritairement dominée par les fourrages.

Les fourrages sont souvent classés selon leur mode de conservation (tableau 5). Les aliments concentrés visent à apporter les protéines et l'énergie en complément des fourrages. Ils sont catégorisés selon leur composition et l'unité de mesure est le kilogramme de Matière Sèche (kg MS).

Mode de conservation	Exemple de fourrages	Familles	Exemple de concentrés
Fourrages verts	Herbe : 	Céréales	Blé : 
Ensilages	Ensilage de Maïs : 	Protéagineux	Luzerne déshydratée : 
Enrubannage	Enrubannage de trèfle : 	Oléagineux	Tourteau de Lin et de soja : 
Fourrages secs	Foin : 	Coproduits	Pulpe de betteraves : 

Tableau 5 : Liste des principaux fourrages et concentrés

A ces principaux aliments, il faut ajouter les minéraux, parmi lesquels on retrouve les macro-éléments et les oligo-éléments, et les vitamines. L'apport de vitamines se limite aux familles A, D et E. Il peut être aussi parfois apporté des additifs.

Dans le cadre de notre étude, cinq sources de matières premières seront majoritairement utilisées : l'enrubannage d'herbe, la pulpe de betterave, la luzerne déshydratée, le tourteau de lin et le lin extrudé. Les deux derniers seront même comparés dans le second essai.

L'enrubannage est une méthode de récolte du fourrage, permettant une conservation longue du fourrage, grâce à une acidification dans un milieu anaérobie permis par un film plastique. L'objectif est d'avoir un pH aux environs de 5,5 pour l'herbe récoltée. Ainsi, l'activité fermentaire est faible et la teneur en MS est comprise entre 50 et 60 %, limitant le développement de moisissures. Ce mode de conservation, introduit en 1985, permet de conserver un fourrage de bonne qualité, avec des valeurs UFL dépassant les 0,7. Il est aussi souple d'utilisation pour la récolte et la distribution aux animaux.

La pulpe de betterave est un aliment déshydraté, issu de la betterave sucrière après extraction du sucre. La pulpe de betterave est essentiellement riche en cellulose, constituant ainsi une source énergétique pour les ruminants (Tableau 6), avec une valeur en amidon est nulle.

La luzerne déshydratée est un mode de conservation d'un fourrage riche en protéines, permettant de préserver des valeurs nutritives importantes (Tableau 6), tout en ayant de la souplesse dans la conservation et la distribution.

Le tourteau de lin est un résidu obtenu après l'extraction de l'huile des graines. Il constitue un coproduit de la trituration riche en matières grasses (Tableau 6), puisque généralement composé de 10 à 20 % d'huile, et riche en C18 : 3 (Tableau 7).

Le lin extrudé est obtenu après broyage de la graine et cuisson par extrusion. Ce processus (nommé Tradilin et breveté par Valorex) permet d'avoir une valeur en MG plus élevée (Tableau 6), ainsi que pour les Oméga 3 (Tableau 7), les vitamines et les polyphénols, contenus naturellement dans la graine de lin.

	% MS	MG (g)	UFV	PDIN (g)	PDIE (g)
Pulpe de betterave	89,1	10	0,98	66	109
Luzerne déshydratée	90,6	27	0,59	114	100
Tourteau de lin	90,4	90	1,02	244	190
Lin extrudé	90,3	362	1,56	189	151

Tableau 6 : Synthèse des valeurs nutritionnelles de la pulpe de betteraves, de la luzerne déshydratée, du tourteau de lin et du lin extrudé (Table INRA, 2007)

Aliments	% MG / MS	AG principaux (% AG totaux)
Fourrages verts	2 à 6 %	c9c12c15-C18:3 (45-75 %) ; c9c12-C18:2 (5-25 %)
Fourrages secs	0,5 à 3 %	c9c12c15-C18:3 (20-50 %) ; c9c12-C18:2 (10-25 %)
Ensilages, enrubannages	2 à 6 %	c9c12-C18:2 (ensilage de maïs) c9c12c15-C18:3 (ensilages d'herbe, enrubannages)
Céréales	1 à 5 %	c9c12-C18:2 (45-60 %) ; c9-C18:1 (10-30 %) ; C16:0 (10-20 %)
Graines protéagineuses	1 à 15 %	c9c12-C18:2 (40-50 %) ; c9c12c15-C18:3 (5-10 %) ; c9-C18:1 (5-25 %) ; C16:0 (15 %)
Graines oléagineuses	15 à 45 %	c9c12c15-C18:3 (lin) c9c12-C18:2 (soja, tournesol, coton) c9-C18:1 (colza, tournesol oléique) C16:0 (palme)
Tourteaux	1 à 10 %	c9c12c15-C18:3 (lin) ; c9c12-C18:2 ; C18:1

Tableau 7 : Teneur en matière grasse des principaux aliments utilisés chez les ruminants (Alavoine, 2012)

### 2.2.3. Les exemples de conduite alimentaire

En raison de la diversité des catégories d'animaux produits (Jeunes Bovins, Broutards,...) et de la diversité des conduites liées à la valorisation commerciale de ceux-ci, il ne sera présenté que des conduites alimentaires pour des bovins allaitants, destinés à l'engraissement et issus d'élevage naisseur et engraisseur.

### Les jeunes bovins :

Par définition, le jeune bovin est un bovin mâle ou femelle d'âge inférieur à 24 mois, mais dans le vocabulaire professionnel, cela correspond à un taurillon (mâle entier). La ration de ces animaux est riche, en quantité comme en qualité nutritionnelle, en raison de l'objectif de croissance qui doit être important (Figure 9).

### Les bœufs et génisses :

Les bœufs (mâles castrés) et génisses ont des âges à l'abattage pouvant varier de 28 mois à 3 ans, voire parfois plus. La ration de base peut se composer d'ensilage de maïs (Figure 10) ou d'herbe (Figure 11) et complétement avec des concentrés.

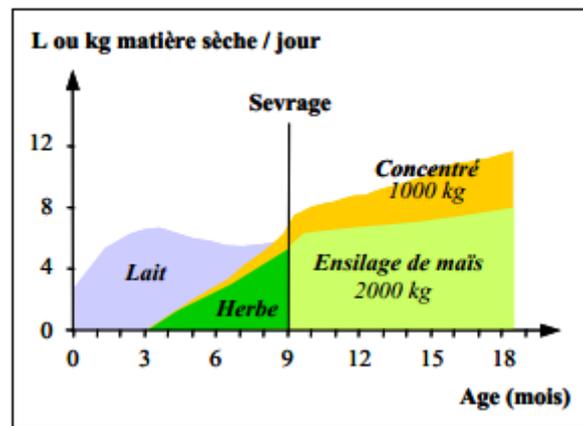


Figure 9 : Conduite alimentaire des jeunes bovins (Institut de l'Élevage, 2005)

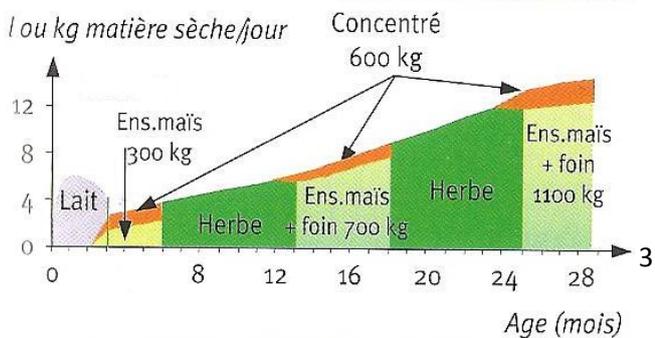


Figure 10 : Conduite alimentaire de bœufs ou génisses avec de l'ensilage de maïs (Institut de l'Élevage, 2005)

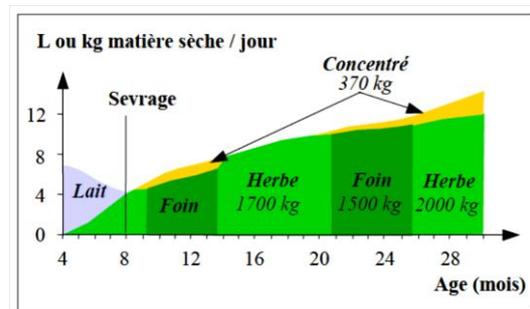


Figure 11 : Conduite alimentaire de bœufs ou génisses avec de l'herbe (Institut de l'Élevage, 2005)

### 2.3. La définition de la qualité des carcasses de gros bovins

La qualité des carcasses de gros bovins se définit selon plusieurs critères, qui sont : le poids, la conformation, et l'état d'engraissement.

La variabilité de ces critères constitue la base de paiement des bovins entre l'abattoir et son fournisseur (éleveurs, commerçants, organisation professionnelle commerciale, coopérative). Deux autres critères peuvent intervenir dans le règlement. Ce sont le pH et la qualité sanitaire. Ce dernier se traduit généralement par des saisies de la carcasse bovine, qui peuvent être totales ou partielles.

La réalisation de la pesée et l'évaluation de la conformation et de l'état d'engraissement sont définies par des règles précises.

Les conditions de pesée des carcasses imposent qu'elles soient pesées à chaud, dans l'heure suivant l'étourdissement de l'animal, et après l'émoissage et le parage, qui sont clairement définis par France AgriMer (Figure 12). Le poids retenu est celui de la carcasse constaté à chaud, diminué de 2% afin de tenir compte des pertes ultérieures de poids liées à la réfrigération.

La conformation et l'état d'engraissement sont définis par une grille communautaire (Annexe 1 et 2) : la grille EUROP pour la conformation et une grille avec 5 classes (1, 2, 3, 4, 5) pour l'état d'engraissement.

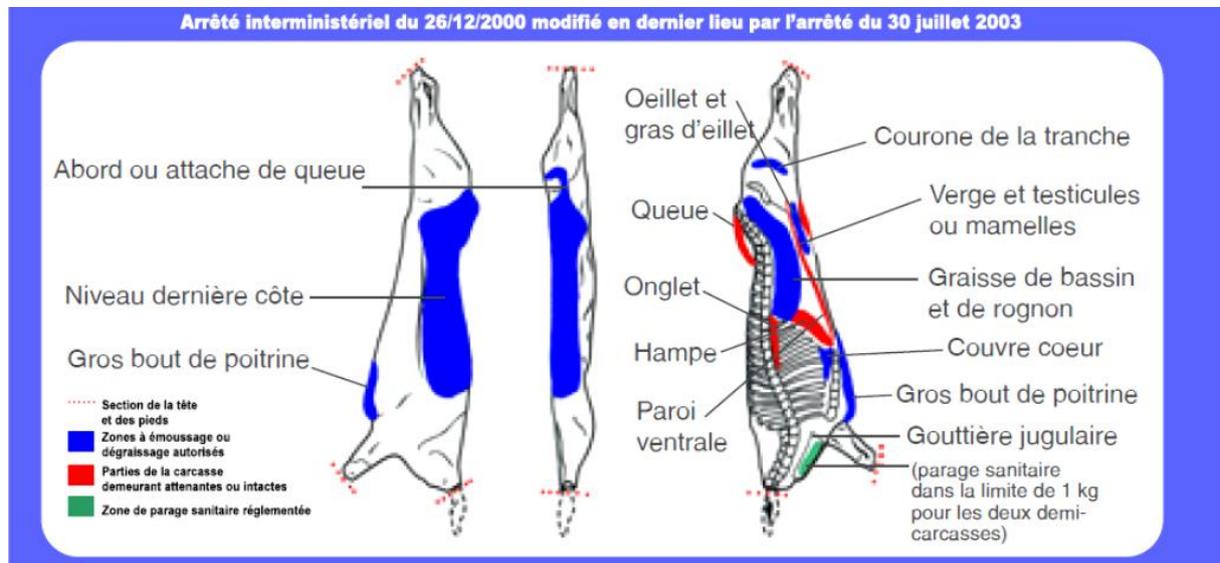


Figure 12 : Conditions de présentation des carcasses de gros bovins à la pesée (France AgriMer, 2003)

La conformation s'attache à décrire l'aspect extérieur de la carcasse pour estimer la valeur relative de la masse musculaire par rapport au squelette. L'état d'engraissement caractérise l'importance de la graisse extérieure de la carcasse et sur la face interne de la cage thoracique.

Les facteurs de variation du poids, de la conformation et de l'état d'engraissement sont nombreux : l'âge, la race, la conduite d'élevage, la précocité de l'animal.

#### 2.4. Composition lipidique des tissus musculaires et adipeux de la viande bovine

La teneur en lipides de la viande bovine est très variable en fonction du morceau. Ces lipides sont essentiellement des triglycérides (en moyenne 85 % des lipides totaux), et de façon moins importante des phospholipides (12 % des lipides totaux) et du cholestérol (3 % des lipides totaux) (Bauchart *et al.*, 2008). Ces mêmes lipides sont constitués en partie d'acides gras : acides gras saturés (AGS), acides gras mono-insaturés (AGMI) et acides gras polyinsaturés (AGPI). Dans ces derniers, on distingue deux familles : les AGPI n-6 et les AGPI n-3.

La composition en acides gras des ruminants est liée à leur particularité digestive. Les muscles sont composés de 50 % d'AGS, de 40 à 45 % d'AGMI et de 5 à 15 % d'AGPI (Sadaka, 2011).

Les mécanismes du métabolisme lipidique des tissus musculaires et adipeux déterminent en grande partie l'état d'engraissement de la carcasse, et donc le contenu lipidique du muscle. L'accumulation de lipides dans le muscle influence les caractéristiques gustatives et nutritionnelles de la viande. En Europe, un minimum de 3 à 4 % de lipides est considéré comme nécessaire pour obtenir un goût et une jutosité satisfaisants.

Trois métabolismes concomitants interviennent pour le système lipidique : prélèvement, synthèse et dégradation des triglycérides. La synthèse a essentiellement lieu dans le tissu adipeux par les adipocytes, à partir des acides gras volatils (AGV), et plus particulièrement l'acétate.

Le tissu adipeux se localise dans la carcasse, en interne et sous-cutané, mais aussi au niveau du muscle en intermusculaire et intramusculaire. L'accroissement du tissu intramusculaire est plus important en période de finition (environ 2 ans) qu'en période de croissance (entre 6 mois et 1 an), avec une ration riche en énergie (Bas et Sauvart, 2001).

La diversité des acides gras est le résultat de la synthèse au niveau des adipocytes, par l'intermédiaire de deux voies métaboliques : la lipogenèse *de novo*, qui produit l'acide palmitique, et l'élongation-désaturation, qui produit les acides gras longs et insaturés.

La lipogenèse *de novo* utilise principalement l'acétate, qui est activé en acétyl-coenzyme A puis en acétyl-CoA qui interagit pour produire l'acide palmitique (C16 :0) (Chilliard, 1993a). Seuls les adipocytes intramusculaires utilisent le glucose (Figure 13) (Smith et Crouse, 1984). Les acides gras longs et insaturés sont formés à partir du palmitate carboxylé en acétyl-CoA et par des réactions d'élongation et de désaturation au niveau du réticulum endoplasmique.

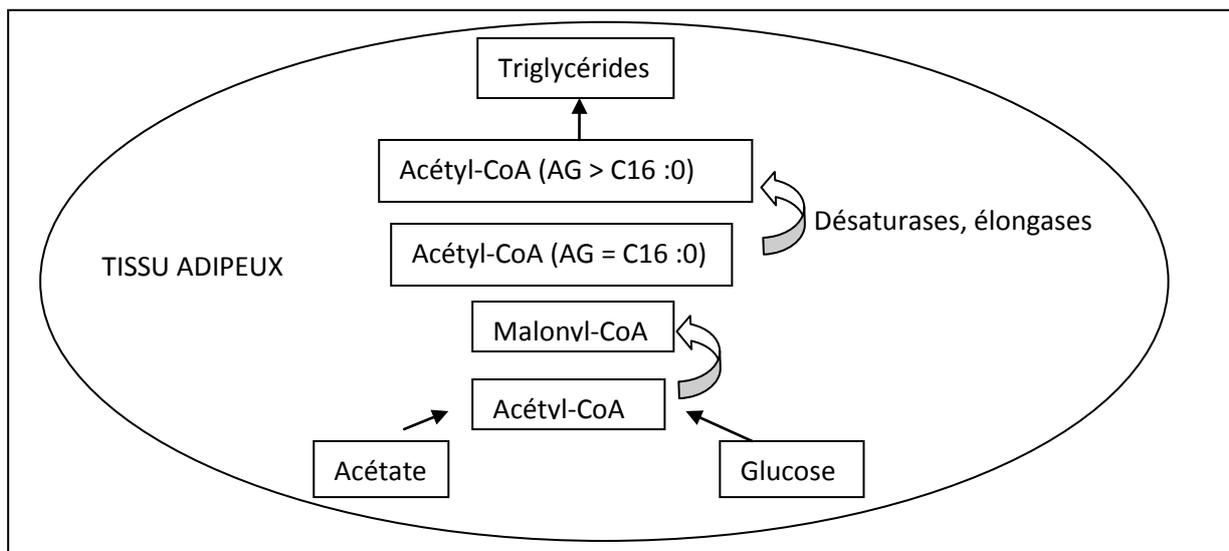


Figure 13 : Représentation de la lipogenèse *de novo* chez le ruminant (Chilliard, 1993)

La lipogenèse est dépendante de l'apport en lipides dans la ration. Lorsque l'apport de lipides augmente, cela accroît la disponibilité en acides gras, ce qui inhibe la lipogenèse *de novo*. La composition en acides gras des adipocytes se rapproche alors de la composition des acides gras absorbés (Chilliard, 1993).

La quantité et la qualité des lipides stockés dans le muscle et les tissus adipeux résultent du nombre d'adipocytes et de l'équilibre entre synthèse et dégradation des triglycérides. La régulation du métabolisme lipidique est dépendante des spécificités de l'animal et son alimentation (Goudret et Hocquette, 2006).

## 2.5. L'alimentation et la qualité de la viande bovine

### 2.5.1. L'alimentation et la qualité du muscle

La qualité d'un muscle peut se déterminer par deux principaux critères : son développement et sa couleur.

#### 2.5.1.1. Le développement

Le développement musculaire est lié au métabolisme énergétique-protéique des tissus, et donc aux nutriments énergétiques fournis au muscle.

Cette énergie est soit oxydée (production d'ATP, homéostasie, croissance des tissus,...), soit stockée (glycogène ou triglycérides). Mais ces différentes utilisations de l'énergie (ATP) rentrent en compétition pour la croissance des muscles (Hocquette *et al.*, 2000).

Ainsi, l'utilisation des AA ou des nutriments énergétiques dans diverses situations nutritionnelles ou physiopathologies a des répercussions fonctionnelles sur le maintien de l'activité et la croissance musculaire (Figure 14).

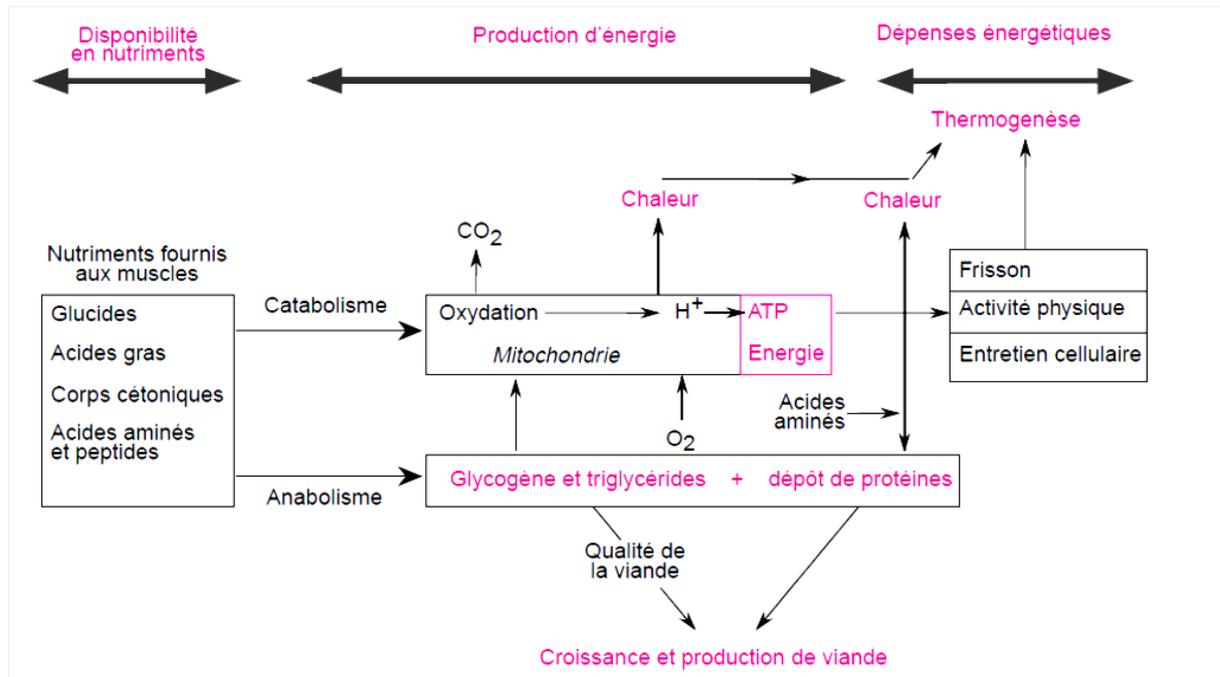


Figure 14 : Métabolisme énergétique musculaire (Hocquette *et al.*, 2000)

L'apport des nutriments au muscle (glucose, acide gras,...) par la circulation sanguine correspond au produit du débit sanguin par la concentration artérielle. Ainsi, la contribution des acides gras volatils (AGV) à la satisfaction des besoins du muscle est importante (Hocquette *et al.*, 2000).

Bien que l'augmentation de la quantité d'énergie métabolisable ingérée s'accompagne d'un accroissement des dépôts de protéines et de lipides dans la carcasse des animaux, la consommation d'oxygène par le muscle n'augmente pas de façon systématique avec le niveau alimentaire (Hocquette et Beauchard, 1999). Il a aussi été observé qu'un rationnement énergétique conduit à une diminution des dépôts adipeux par rapport à des animaux alimentés à volonté, ce qui induit une augmentation de la proportion de muscle (Lebret *et al.*, 1999).

### 2.5.1.2. La couleur

Le second critère majeur d'évaluation de la qualité d'un muscle est sa couleur. La couleur de la viande fait partie intégrante des critères de détermination de la qualité organoleptique. La principale protéine responsable de la coloration est la myoglobine (Renerre, 1982), entrant dans la composition des fibres oxydatives (ou fibres rouges).

Le critère de la couleur est important pour la filière, car il influence l'acte d'achat par le consommateur. En France, il est préféré des viandes rouges vifs à rouges foncés pour l'espèce

bovine. Le critère sensoriel de la couleur est dépendant de nombreux facteurs : l'âge, le type racial, et la conduite alimentaire.

Concernant l'effet de l'âge, la teneur en myoglobine augmente sensiblement entre 9 et 13 mois, mais se développe surtout entre 13 et 17 mois. Au-delà de cet âge, l'évolution de la couleur est nettement moins importante (Rennerre, 1982 ; Rennerre et Valin, 1979).

Le type racial est dépendant de la précocité. Ainsi, des jeunes bovins Blonds d'Aquitaine (race tardive) présentent des viandes très claires, à l'inverse des races Normande, Montbéliarde et Holstein (races précoces) (Brouard-Jabet, 2001).

L'influence de la conduite alimentaire va avoir des conséquences, puisqu'il a été observé une pigmentation plus marquée et une couleur rouge plus intense pour les régimes d'herbe comparativement aux régimes riches en concentrés distribués à l'auge (Priolo *et al.*, 2001).

La variation en vitamine E et en polyphénols, dont l'herbe est riche, est un facteur qui fut attribué à l'influence de l'oxydation de la myoglobine (Figure 15) dans la viande. Une ration riche en vitamine E et en extraits végétaux riches en polyphénols permet d'avoir des teintes d'un rouge plus soutenu (Gatellier *et al.*, 2001 ; O'Sullivan *et al.*, 2003).

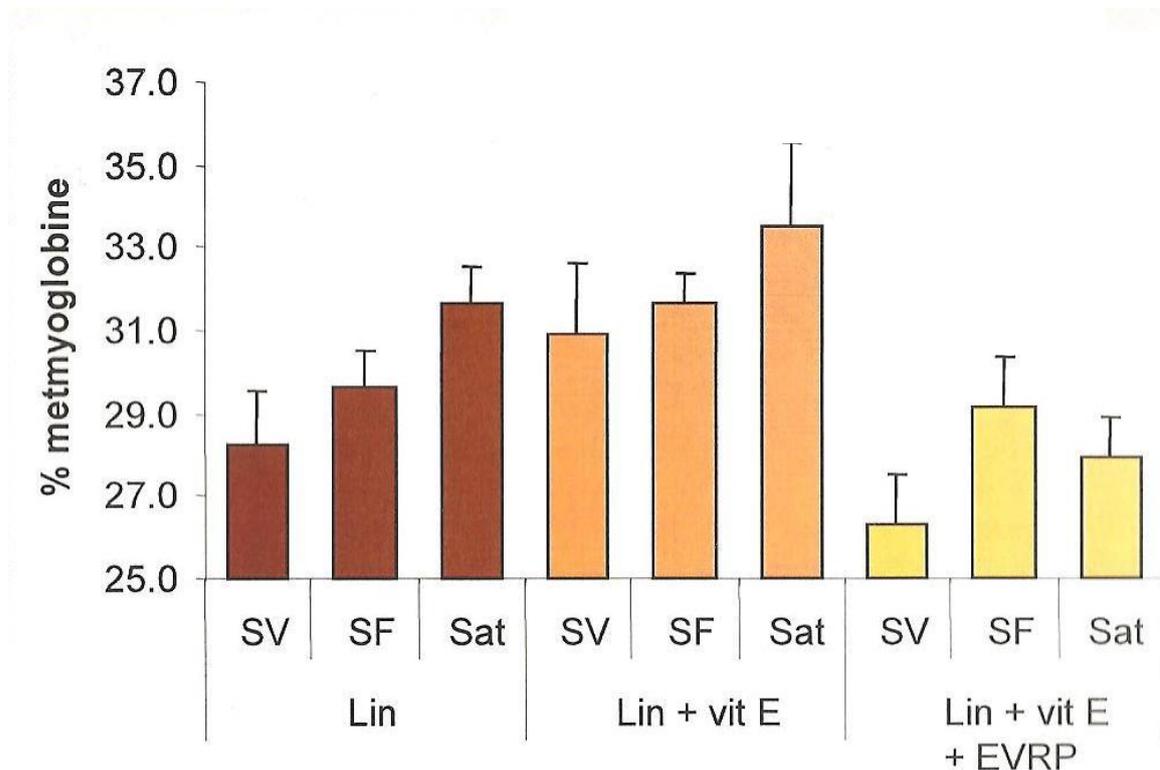


Figure 15 : Effets des régimes sur l'oxydation de la myoglobine (Durand *et al.*, 2011)

<b>Légende</b>	SF : Sous Film	EVRP : Extraits végétaux riches en polyphénols
SV : Sous-Vide	Sat : Sous atmosphère modifiée	Vit E : Vitamine E

## 2.5.2. L'alimentation et l'oxydation des lipides

La qualité du tissu adipeux a son importance pour les caractéristiques qualitatives des produits. La peroxydation des lipides est l'un des premiers mécanismes de dégradation de la qualité de la viande. Elle peut se manifester par la détérioration de la saveur, de la texture, de la valeur nutritionnelle, associée à la production de composés toxiques, les peroxydes (Aurousseau *et al.*, 2004).

La peroxydation des lipides concerne principalement les acides gras polyinsaturés, puisque ceux-ci ont une structure facilement dégradée par des processus oxydants non enzymatiques. Les phospholipides sont donc des substrats préférentiels de la peroxydation, puisque plus riches en acides gras polyinsaturés, et situés principalement dans les membranes. Les produits de l'oxydation des lipides ont été associés à une diminution de la saveur et à l'apparition d'odeurs désagréables (rance) (Gandemer, 1992).

L'oxydation des lipides est une réaction radicalaire se décomposant en trois phases : l'initiation, la propagation et la terminaison (Figure 16). Le bilan de la réaction est la production - entre autres - de composés volatils : aldéhydes, plusieurs dérivés des cétones et des furanes. Le malondialdéhyde (MDA) est l'aldéhyde le plus mesuré actuellement pour évaluer le niveau de peroxydation des lipides.

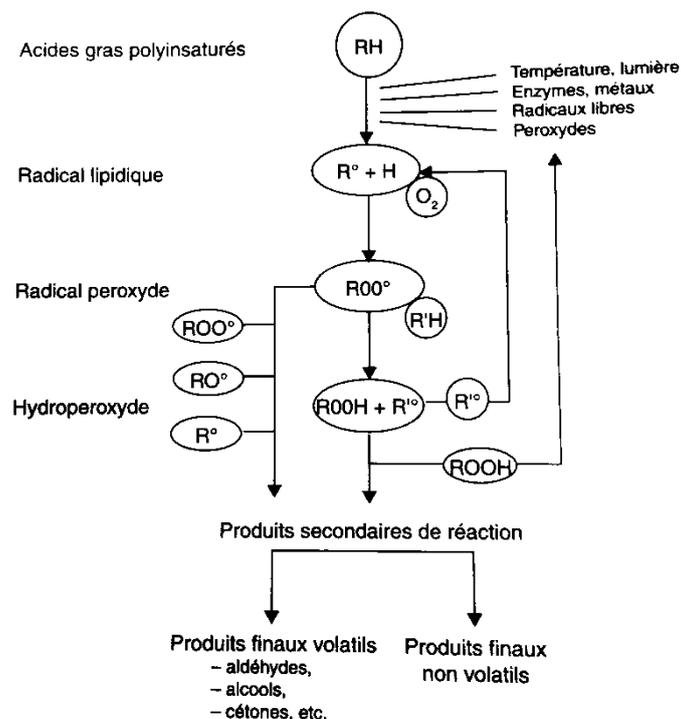


Figure 16 : Oxydation des lipides (Gandemer, 1992)

Parmi les différents facteurs d'élevage impliqués dans la modulation de l'intensité des processus de lipoperoxydation, les conduites alimentaires modifiant la teneur en acides gras polyinsaturés et le contenu en antioxydants dans le muscle au moment de l'abattage semblent déterminantes.

En raison de l'intérêt actuel pour les acides gras polyinsaturés de la famille des n-3, il a été montré que l'alimentation à base d'herbe augmente significativement la teneur en acides gras polyinsaturés. Ceci n'a aucune conséquence sur le processus de peroxydation, à l'inverse de l'utilisation de supplément en graines oléagineuses (lin ou tournesol) (Durand *et al.*, 2005).

Il semble que l'apport d'herbe (riche en vitamine E) confère aux muscles un pouvoir antioxydant suffisant pour prévenir ceux-ci de la lipoperoxydation. Les activités des enzymes antioxydantes comme la superoxyde dismutase, la catalase et la glutathion peroxydase ne sont jamais significativement modifiées par les différents régimes (Durand *et al.*, 2005).

Par contre, la supplémentation des rations en graines oléagineuses, riches en acides gras polyinsaturés de type oméga 6 (tournesol) ou oméga 3 (lin), dans les rations des bovins en phase de finition, ne confère pas un statut en antioxydant suffisant pour prévenir efficacement les processus de lipoperoxydation des viandes. L'apport de vitamine E seule, même à des niveaux élevés (150 UI/kg de matière sèche ingérée), n'est pas suffisant pour prévenir la lipoperoxydation des viandes (Durand *et al.*, 2011).

Au cours des dernières années, de nouvelles stratégies d'apport en antioxydants se sont développées, visant à compléter l'action des vitamines E (Figure 16). L'apport simultané de vitamine E et d'extraits végétaux riches en polyphénols augmente significativement le niveau de défense antioxydante des viandes issues des animaux ayant reçu des graines oléagineuses (Bauchart *et al.*, 2010 ; Gobert *et al.*, 2010).

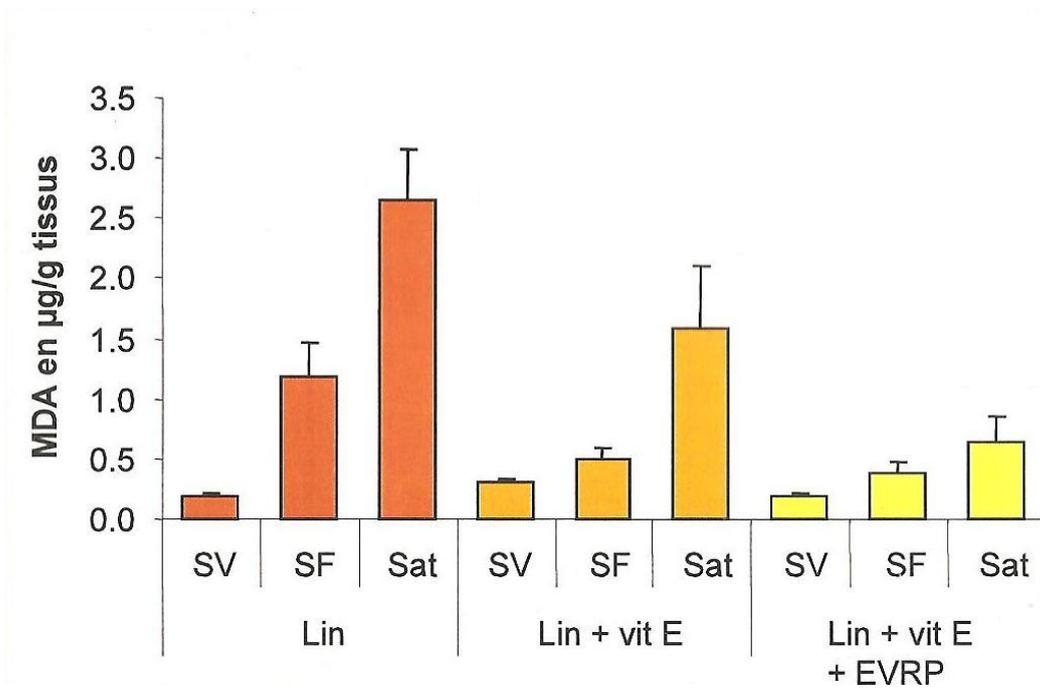


Figure 17 : Effets des régimes sur la lipoperoxydation des viandes (Durand *et al.*, 2011)

<b>Légende</b>	SF : Sous Film	EVRP : Extraits végétaux riches en polyphénols
MDA : Malondialdéhyde		
SV : Sous-Vide	Sat : Sous atmosphère modifiée	Vit E : Vitamine E

### 2.5.3. L'alimentation et la qualité nutritionnelle des lipides

Les variations de la composition de la ration de base sur les acides gras de la viande bovine ont fait l'objet d'études, avec le souci de déterminer les conditions les plus favorables à la croissance musculaire, en association avec une valeur nutritionnelle accrue des acides gras déposés.

L'étude sur la qualité nutritionnelle des lipides dans la viande bovine (Bauchart *et al.*, 2001) a démontré que les Charolais de 30 à 32 mois, élevés au pâturage ou alimentés à l'auge avec de l'ensilage de maïs, n'avaient pas d'impact sur la teneur en lipides, mais sur la composition en acides gras (Tableau 8).

Acides gras (en % AG totaux)	Muscle <i>Rectus abdominis</i>		Muscle <i>Semitendinosus</i>	
	Régime à base d'ensilage de maïs	Régime à base d'herbe	Régime à base d'ensilage de maïs	Régime à base d'herbe
16:0	24,0	24,0	22,8	21,3
18:0	12,4	12,4	11,6	11,8
18:1 n-9	37,8	35,0	33,6	31,3
18:2 n-6	4,4	3,8	6,4 <sup>a</sup>	5,3 <sup>d</sup>
18:3 n-3	0,4 <sup>a</sup>	1,4 <sup>b</sup>	0,5 <sup>a</sup>	2,3 <sup>b</sup>
20:5 n-3	0,2	0,6	0,5 <sup>a</sup>	1,9 <sup>b</sup>
22:5 n-3	0,5	0,8	0,8 <sup>b</sup>	1,8 <sup>b</sup>
∑ AGPI n-6	5,9	4,9	10,3	8,1
∑ AGPI n-3	0,9 <sup>a</sup>	2,7 <sup>b</sup>	1,9 <sup>a</sup>	6,1 <sup>b</sup>
AGPI n-6/n-3	7,0 <sup>a</sup>	1,9 <sup>b</sup>	5,6 <sup>a</sup>	1,4 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup> :  $P < 0.05$ .

Tableau 8 : Variations de la composition en acides gras des lipides totaux des muscles chez les bœufs Charolais âgés de 30-32 mois (Bauchart *et al.*, 2001)

L'emploi du régime herbe conduit à une baisse très marquée du rapport acides gras polyinsaturés n-6/acides gras polyinsaturés n-3 (AGPI n-6/AGPI n-3) pour les deux muscles *Rectus abdominis* (bavette de flanchet) et *Semitendinosus* (tende de tranche). Soit un rapport 1,4-1,9 versus 7-5,6, ce qui est favorable à la valeur santé des lipides de la viande bovine pour l'homme, dont la valeur recommandée doit être inférieure à 5 (Legrand *et al.*, 2001).

La consommation de fourrage vert favorise également le dépôt musculaire des acides gras polyinsaturés n-3 à longue chaîne, notamment l'acide eicosapentaénoïque (EPA), 20:5 n-3, et l'acide docosapentaénoïque (DPA), 22 :5 n-3 (Bauchart *et al.*, 2001). L'effet bénéfique de la consommation d'herbe sur le dépôt préférentiel d'AGPI n-3 dans la viande augmente avec la durée de consommation d'herbe au pâturage et la composition variétale de l'herbe (Maxin *et al.*, 2013).

Ainsi, la consommation d'herbe pendant 158 jours améliore proportionnellement la valeur nutritionnelle des AG de la viande : en favorisant les AGPI n-3, en diminuant la teneur en AG saturés, et en augmentant la teneur en 9cis, 11trans 18 :2 (acide ruménique) et celle de son précurseur 18 :1  $\Delta$ 11 trans (acide vaccénique) (Noci *et al.*, 2005). Ces derniers sont favorables à la santé par effet hypocholestérolémiant, associé à la réduction de la forme la plus dense de lipoprotéines de basse densité, particulièrement athérogène chez l'homme (Bauchart *et al.*, 2007).

Concernant les isomères de CLA, le régime herbe favorise le dépôt des formes trans trans, notamment 11 trans, 13 trans, et 9 trans,. L'augmentation de la teneur en CLA avec le régime herbe concerne surtout les familles de CLA dominantes du muscle, soit les formes cis trans et trans cis (respectivement + 40 % et + 30 % pour les taurillons Holstein et Simmental) (Tableau 9).

Race	Holstein		Simmental		
	Régime	Concentré	Herbe	Concentré	Herbe
Teneur en lipides (% frais)		2,7	2,3	2,6	1,5
<i>Trans, trans</i> CLA					
12 <i>trans</i> ,14 <i>trans</i> CLA		0,07	0,5	0,03	0,1
11 <i>trans</i> ,13 <i>trans</i> CLA		0,1	0,8	0,05	0,2
10 <i>trans</i> ,12 <i>trans</i> CLA		0,1	0,2	0,07	0,06
9 <i>trans</i> ,11 <i>trans</i> CLA		0,2	0,4	0,1	0,1
8 <i>trans</i> ,10 <i>trans</i> CLA		0,07	0,1	0,04	0,02
7 <i>trans</i> ,9 <i>trans</i> CLA		0,06	0,2	0,04	0,05
<b>Total <i>trans trans</i> CLA</b>		<b>0,6</b>	<b>2,2</b>	<b>0,33</b>	<b>0,53</b>
<i>Cis trans</i> CLA ; <i>trans cis</i> CLA					
12 <i>cis</i> ,14 <i>trans</i> CLA		0,10	0,3	0,07	0,08
11 <i>trans</i> ,13 <i>cis</i> CLA		0,20	2,9	0,1	1,0
10 <i>trans</i> ,12 <i>cis</i> CLA		0,20	0,4	0,1	0,2
9 <i>cis</i> ,11 <i>trans</i> CLA		11,70	14,4	6,5	8,0
8 <i>trans</i> ,10 <i>cis</i> CLA		0,40	0,4	0,2	0,2
7 <i>trans</i> ,9 <i>cis</i> CLA		1,40	1,6	0,7	0,5
<b><i>Cis trans</i> + <i>trans cis</i> CLA</b>		<b>14</b>	<b>20</b>	<b>7,67</b>	<b>9,98</b>

Tableau 9 : Variations de la teneur en différents isomères trans de CLA du muscle *Longissimus thoracis* (Dannenberger *et al.*, 2005)

La forme largement dominante 9 cis, 11 trans 18:2, bénéfique pour l'homme, représente 80 % des CLA totaux avec le régime concentré, mais seulement 65-76 % avec le régime herbe, en raison du dépôt accru de 11 trans, 13 cis 18:2, notable chez les taurillons Holstein. Ce dernier point serait lié à un effet race. Avec le régime riche en aliments concentrés, les isomères trans du 18:1 sont dominés par la forme  $\Delta$ 11 (41,2%) et associés aux formes  $\Delta$ 10 (14,1%), connues pour être défavorables à la santé humaine. Avec le régime herbe, les isomères trans totaux du 18:1, dont la teneur a augmenté de 25%, présentent un profil modifié avec une domination accrue du  $\Delta$ 11trans (49%) (Tableau 10).

Régimes	Vaches de réforme Normandes			Taurillons Holstein	
	Concentré/ paille	Concentré/paille + graines de lin <sup>1</sup>	Concentré/ paille + graines de colza/lin <sup>2</sup>	Concentré	Herbe au pâturage
<b>Lipides totaux</b> (g/100 g de tissu frais)	<b>4,7</b>	<b>4,3</b>	<b>4,3</b>	<b>2,7</b>	<b>2,3</b>
<b>Composition en isomères trans du 18:1</b> (% 18:1 <i>trans</i> totaux)					
18:1 $\Delta$ 6/7/8 <i>trans</i>	3,7	2,6	3,4	1,8 <sup>a</sup>	1,0 <sup>b</sup>
18:1 $\Delta$ 9 <i>trans</i>	8,5 <sup>a</sup>	5,0 <sup>b</sup>	6,4 <sup>b</sup>	4,8 <sup>a</sup>	3,0 <sup>b</sup>
18:1 $\Delta$ 10 <i>trans</i>	33,7 <sup>a</sup>	15,6 <sup>b</sup>	41,1 <sup>a</sup>	14,1 <sup>a</sup>	3,8 <sup>b</sup>
18:1 $\Delta$ 11 <i>trans</i>	36,1 <sup>a</sup>	33,2 <sup>a</sup>	25,0 <sup>b</sup>	41,2 <sup>b</sup>	49,4 <sup>a</sup>
18:1 $\Delta$ 12 <i>trans</i>	4,3 <sup>b</sup>	6,1 <sup>a</sup>	4,9 <sup>b</sup>	15,2 <sup>a</sup>	10,2 <sup>b</sup>
18:1 $\Delta$ 13/14 <i>trans</i>	7,4 <sup>b</sup>	17,8 <sup>a</sup>	11,3 <sup>b</sup>	12,4 <sup>b</sup>	17,6 <sup>a</sup>
18:1 $\Delta$ 15 <i>trans</i>	3,4 <sup>b</sup>	10,9 <sup>a</sup>	5,0 <sup>b</sup>	4,8 <sup>b</sup>	6,9 <sup>a</sup>
18:1 $\Delta$ 16 <i>trans</i>	2,9 <sup>b</sup>	8,9 <sup>a</sup>	3,1 <sup>b</sup>	5,2 <sup>b</sup>	7,6 <sup>a</sup>
<b>Total 18:1 <i>trans</i></b> (mg/100 g de tissu frais)	<b>97,3<sup>b</sup></b>	<b>149,3<sup>a</sup></b>	<b>181,6<sup>a</sup></b>	<b>163,2</b>	<b>205,0</b>

<sup>a, b</sup> :  $P < 0,05$ .

<sup>1</sup> Supplément lipidique (40 g lipides/kg aliment) sous forme de graines de lin seules.

<sup>2</sup> Supplément lipidique (40 g lipides/kg aliment) sous forme de graines de colza (66 %) et de graines de lin (33 %).

Tableau 10 : Composition et teneur des isomères des lipides du muscle *Longissimus thoracis* (Dannenberger *et al.*, 2004)

La nature et la proportion de fourrages apportés en complément de l'aliment concentré modifient également la valeur nutritionnelle des acides gras de la viande. Chez les bovins croisés Charolais X Salers, en finition, les effets de l'apport, pendant 97 jours, d'une ration à base de paille/aliment concentré (30/70) sur la composition en acides gras des lipides totaux du muscle RA ont été comparés à ceux d'une ration à base d'ensilage de maïs/aliment concentré (60/40).

Les résultats montrent que le régime paille/concentré conduit à une valeur nutritionnelle améliorée (Tableau 11) (Bauchart *et al.*, 2008). Effectivement, la teneur en acides gras saturés diminue au profit des AGPI, et le dépôt de CLA de type 9cis, 11trans 18:2 est favorisé.

	16:0	18:0	18:1	18:1	18:2	18:3	9cis, 11trans	n-6
			Δ9cis	Δ11trans	n-6	n-3	CLA	/n-3
P/C	22,0	14,1	27,8	5,3	8,8	1,1	1,02	4,15
P/C + lin	19,9	17,3	25,9	5,3	8,6	3,6	0,94	2,30
P/C + lin + vit. E	21,7	15,6	27,0	6,2	6,8	3,4	1,03	2,02
P/C + lin/colza + vit. E	20,3	15,3	27,6	6,5	10,3	1,5	0,89	4,56
EM/C	25,7	15,8	32,7	2,0	5,8	0,7	0,69	4,19
EM/C + lin	22,4	17,8	28,0	2,5	7,3	3,7	0,78	1,80
EM/C + lin + vit. E	22,6	17,0	30,8	3,4	5,9	3,2	1,05	1,77
EM/C + lin/colza + vit. E	22,9	17,6	30,4	4,1	6,7	1,3	0,85	3,27
SEM	0,04	0,04	0,07	0,04	0,04	0,02	0,01	0,02
<b>Statistiques</b>								
Ration de base	0,001	0,004	0,001	0,0001	0,0001	NS	NS	0,003
Suppléments	0,001	0,003	NS	0,065	0,007	0,001	NS	0,001
Interaction	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Témoin <i>versus</i> lipides	0,001	0,002	NS	0,067	NS	0,0001	NS	0,001
Lin <i>versus</i> lin/colza	NS	NS	NS	NS	0,0012	0,0001	NS	0,001
Lin <i>versus</i> lin + vit. E	NS	0,05	NS	NS	0,008	NS	NS	NS

NS =  $P > 0,10$ . Tendances :  $= 0,10 > P > 0,05$ . Significatif :  $P < 0,05$ .  
P/C = paille/concentré (30/70), EM/C = ensilage de maïs et concentré (60/40). Vit. E = vitamine E.  
SEM : erreur standard de la moyenne. Lin *versus* colza inclus le traitement vitamine E.

Tableau 11 : Composition centésimale en lipides du muscle RA de taurillons Charolais en finition (Bauchart *et al.*, 2005)

Des essais nutritionnels ont été réalisés chez le bovin en production afin de mesurer les effets en supplémentation de la ration de base par des graines de lin extrudées (riches en 18:3 n-3). Des bovins Charolais X Salers ont été choisis et ont reçu une ration à base de foin et d'aliment concentré (45/55), pendant 70 jours, supplémentée en lipides (4% MS), sachant que la tolérance est de 5-6% MS (Tableau 10).

Cette supplémentation a entraîné une amélioration de la valeur nutritionnelle de la viande, avec une élévation en 18:3, produisant une diminution du rapport AGPI n-6/n-3, et surtout une augmentation des lipides 18:1 Δ11 trans et du CLA (Bauchart *et al.*, 2003).

	Régime F/C		Régime F/C + graines de lin		Régime F/C + huile de lin*		Signification
	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	
<b>Acides gras (%)</b>							
16:0	24,5	1,8	23,2	1,3	25,1	3,9	NS
18:0	20,6	4,2	22,2	3,1	19,2	2,4	NS
18:1 $\Delta^9$ cis	27,9	6,1	29,7	3,4	25,3	3,3	NS
18:2 n-6	6,1 <sup>a</sup>	1,2	5,3 <sup>a</sup>	1,5	7,4 <sup>b</sup>	1,5	0,019
18:3 n-3	0,70 <sup>a</sup>	0,22	1,3 <sup>b</sup>	0,38	7,6 <sup>c</sup>	1,2	0,001
20:4 n-6	1,75 <sup>a</sup>	0,65	1,5 <sup>b</sup>	0,22	1,1 <sup>a</sup>	0,27	0,012
20:5 n-3	0,40 <sup>a</sup>	0,13	0,41 <sup>a</sup>	0,16	0,56 <sup>b</sup>	0,11	0,043
22:5 n-3	0,92	0,25	0,86	0,20	0,69	0,11	NS
22:6 n-3	0,14	0,07	0,18	0,13	0,10	0,07	NS
9cis,11trans CLA	0,40 <sup>a</sup>	0,14	0,54 <sup>b</sup>	0,16	0,31 <sup>a</sup>	0,09	0,008
$\Sigma$ AG saturés	49,7	6,0	48,7	2,7	48,4	5,7	NS
$\Sigma$ 18:1 trans	2,1 <sup>a</sup>	0,4	3,6 <sup>b</sup>	0,40	2,3 <sup>a</sup>	0,34	0,001
$\Sigma$ AGPI n-3	2,3 <sup>a</sup>	0,5	2,9 <sup>a</sup>	0,87	9,0 <sup>b</sup>	1,2	0,001
$\Sigma$ AGPI n-6	9,2	2,0	8,1	1,65	9,3	1,9	NS
AGPI n-6/AGPI n-3	4,0 <sup>c</sup>	0,47	2,9 <sup>b</sup>	0,45	1,0 <sup>a</sup>	0,17	0,001
AGPI/saturés	0,2 <sup>a</sup>	0,06	0,2 <sup>a</sup>	0,06	0,39 <sup>b</sup>	0,08	0,001
<b>AG (mg/100 g)</b>	<b>1613</b>	<b>634</b>	<b>1623</b>	<b>479</b>	<b>1904</b>	<b>337</b>	<b>NS</b>

a, b, c :  $P < 0,05$ . ET : écart type.

\* Infusée dans le duodénum proximal.

Tableau 12 : Composition centésimale en acide gras et teneur en acides gras totaux du muscle *Longissimus thoracis* de bouvillon Charolais X Salers (Bauchart *et al.*, 2003)

La potentialité réelle de captage des AGPI n-3 par les muscles a été mise en évidence expérimentalement par l'administration en continu, directement par voie duodénale, d'une quantité d'huile de lin équivalente à celle consommée sous forme extrudée (400 g/j). Les résultats (Bauchart *et al.*, 2003) montrent une augmentation de 18:3 n-3, liée à l'afflux fort dans le compartiment sanguin et dans les muscles. Un tel traitement conduit à l'apparition d'un goût de poisson très prononcé de la viande, totalement indésirable pour le consommateur. Cela souligne la nécessité d'une bonne maîtrise d'un niveau d'incorporation du 18:3 n-3 dans la viande.

### III. La démarche « Bœuf de Nos Régions » de la SVA Jean Rozé

#### 3.1. Les origines de la démarche « Bœuf de Nos Régions »

La démarche « Bœuf de Nos Régions » est née et s'est développée afin de répondre aux attentes sociétales. Elle est apparue après 30 ans de réflexion, et suite à la crise de l'ESB. Le but du programme est de remettre l'herbe, source alliant de nombreux atouts, au cœur de l'alimentation des bovins, afin de produire une viande répondant à l'attente du marché intérieur français.

Une expérimentation fut réalisée de 1998 à 2001 avec des partenaires professionnels, dont la SVA Jean Rozé, et un institut public, l'Institut de l'Élevage. Cette expérimentation, qui porta sur 2 600 jeunes bœufs produits à l'herbe, avait pour premier objectif de mesurer la faisabilité technique et économique. Le second objectif était d'évaluer les impacts de l'herbe, apportée à 80 % dans la ration et sans complémentation avec une source d'amidon, sur la qualité de la viande (couleur du muscle et du gras). Les conclusions de l'expérimentation ont permis la rédaction du cahier des charges « Bœuf de Nos Régions ».

### 3.2. Le cahier des charges « Bœuf de Nos Régions » sous certification de conformité produit

L'élaboration du cahier des charges « Bœuf de Nos Régions » CC/07/01 fait suite à l'expérimentation officielle avec l'Institut de l'Élevage, l'Office de l'Élevage, des partenaires de la filière bovine, et bien entendu la SVA Jean Rozé, porteur du cahier des charges.

Les caractéristiques de certification dans ce cahier des charges BNR CC/07/01 (Tableau 11) ont pour objectif de répondre aux besoins du marché de la viande bovine française, en proposant aux consommateurs une viande de qualité et régulière correspondant à leur attente (couleur de la viande, qualité du gras, régularité de la tendreté).

Origine	Né, élevé, abattu en France
Catégorie	Bœufs ou Génisses
Age	16 à 30 mois
Races	Viande, croisées viande et mixte
Castration	Chirurgicale ou à l'élastique
Alimentation	80 % d'herbe pâturée ou conservée après le sevrage Complémentation : Luzerne déshydratée, lin, pulpe de betteraves Proportion d'amidon inférieur à 6 % dans la ration Lin à 12 % d'huile minimum
Etat d'engraissement	2 & 3
Poids carcasses	270 kg de viande nette minimum
Conformation (Annexe 2)	Type Viande : E-,U,R,O+,O= Type Mixte : U,R,O
Couleur de la viande	Rouge clair à rouge vif (grille Institut de l'Élevage)
Couleur du gras	Jaune clair à jaune (grille Institut de l'Élevage)

Tableau 13 : Principales caractéristiques du cahier des charges BNR (CC/07/01)

Le second objectif est d'assurer une pérennité pour les éleveurs et leurs productions, puisque cette démarche encourage la culture de l'herbe, source de matières premières qui a de nombreux atouts, biologiques et économiques.

### 3.3. La filière « Bleu Blanc Cœur »

L'association « Bleu Blanc Cœur » fut créée par Pierre Weill en 2000, en se donnant comme mission l'amélioration nutritionnelle des produits alimentaires, tout particulièrement la proportion d'Oméga 3 en utilisant la graine de lin extrudée comme composante de la ration des animaux.

Depuis 15 ans, l'association a cumulé de nombreuses preuves scientifiques pour justifier l'intérêt de l'utilisation de sources riches en Oméga 3 dans l'alimentation animale et humaine. Cette reconnaissance lui a valu entre autres d'intégrer la charte d'engagement au PNNS (Programme National Nutrition Santé), et de pouvoir communiquer avec une allégation santé.

Les principaux points du cahier des charges pour la viande bovine concernent l'alimentation et les profils d'acides gras (Tableau 14, 15, 16).

Poids (Kg) de carcasse visé	Apport minimum d'ALA (en gramme)	Apport minimum d'IT3 (en gramme)
	pendant la période de finition de 50 à 100 jours	
550	12 500	8750
500	11 250	7875
<b>450</b>	<b>10 000</b>	<b>7000</b>
400	8750	6125
350	7500	5250
300	6250	4375

Tableau 14 : Apport d'ALA dans la ration selon le poids carcasse visé (Guide d'analyse du cahier des charges Bleu Blanc Cœur, 2011)

Alimentation autorisée dans la ration des bovins
Herbe pâturée ou conservée (ensilage, enrubannage, foin)
Luzerne déshydratée
Graines de lin extrudées
Gaines de lupin extrudées
Tourteau de colza
Concentrés protéiques de luzerne

Tableau 15 : Source d'ALA de matières premières dans la ration autorisée par Bleu Blanc Cœur, 2011

(en % des AG totaux)	Viande Classique	Viande Bleu-Blanc-Cœur*		
	Valeur courante	Cible	Tolérance	Commentaires
LA/ALA	7	≤ 3.5	≤ 4.5	Equilibré
ω 6 / ω 3	6	≤ 3	≤ 4.5	Equilibré
C16:0 / ALA	130	≤ 30	≤ 50	Equilibré
AGPI / ALA	14	≤ 8	≤ 10	Equilibré
AGS / ALA	250	≤ 70	≤ 100	Equilibré
ALA*	0,3	≥ 0.8	≥ 0.7	Riche en « bonne graisse »

\* dont la teneur en lipide de l'échantillon est ≥2% et ≤5%  
 La tolérance est ≥ 0,6 % ALA, valeur cible ≥0,7% ALA pour une teneur en lipide de l'échantillon est >5% et ≤10%  
 La tolérance est ≥ 0,5 % ALA, valeur cible ≥0,6% ALA pour une teneur en lipide de l'échantillon est >10%

Tableau 16 : Profils et valeurs d'acides gras minimum dans la viande bovine (Guide d'analyse du cahier des charges Bleu Blanc Cœur, 2011)

### 3.4. Le programme ministériel « Pôle d'Excellence Rural »

Le programme ministériel « Pôle d'Excellence Rural » fut lancé en décembre 2005. Il a pour principal objectif de soutenir des projets innovants, créateurs d'emplois directs ou indirects en milieu rural. C'est dans ce cadre que Le Pays de Vitré a lancé un appel à projet pour la promotion du lin et du chanvre, dans une région qui jadis cultivait ces plantes.

C'est ainsi que la SVA Jean Rozé a déposé un dossier d'appel à projet, avec comme partenaire l'association « Bleu Blanc Cœur ». Malgré le refus de ce projet par la préfecture du département, la SVA Jean Rozé et l'association « Bleu Blanc Cœur » ont souhaité mettre leurs connaissances en commun afin de valoriser le lin dans la filière bovin viande.

C'est ce partenariat qui donna naissance à l'étude pour la faisabilité d'une valorisation nutritionnelle dans la démarche « Bœuf de Nos Régions », mettant déjà en avant l'utilisation du lin.

#### **IV. Conclusion**

Les études récentes sur la viande de ruminants ont démontré les différents facteurs de variation de sa qualité, tout particulièrement les qualités organoleptiques ou sensorielles : couleur, tendreté, flaveur et jutosité. Comme cela fut exposé, ces qualités sont le fruit de mécanismes biologiques complexes qui interviennent dans l'élaboration de leurs déterminants physico-chimiques et métaboliques. Les caractéristiques d'influence de la qualité organoleptique varient selon le type de l'animal, le sexe, l'âge, le type racial et la méthode d'élevage.

La méthode d'élevage inclut la conduite alimentaire qui a un impact direct sur la qualité de la viande, et surtout sur sa qualité nutritionnelle. Ce dernier point est devenu un enjeu majeur pour la filière. Le développement de la démarche « Bœuf de Nos Régions » et de la filière Bleu-Blanc-Cœur en sont l'illustration, car il constitue la préoccupation contemporaine des consommateurs, confirmée par le corps médical. Le programme PNNS en est l'illustration. L'une des recommandations est de réduire la part d'Oméga 6 afin de se rapprocher d'un rapport Oméga 6/Oméga 3 de 5, maximum. La viande bovine peut relever ce défi.

Les travaux de Dominique BAUCHART ont clairement démontré que l'amélioration de la valeur santé des acides gras des viandes bovines peut progresser grâce aux apports alimentaires, comme le lin et l'herbe. Néanmoins, cette amélioration nutritionnelle ne doit pas uniquement se réduire à l'apport direct d'acides gras essentiels (AGPI n-3), mais il faut aussi prendre en compte les conséquences de ces apports sur la production d'acides gras, issus des processus microbiens de biohydrogénation.

L'alimentation des bovins constitue un enjeu important, car elle influence différents aspects de la qualité dont les effets sont immédiats. Et une des sources alimentaires la plus propice à la conciliation des aspects qualités est l'herbe, qui a de nombreux autres atouts, à la fois économiques et environnementaux.

La connaissance de la qualité de la viande et de ses facteurs d'influence constitue donc un véritable enjeu de durabilité.

## **Chapitre 2 : Matériels et Méthodes**

### **I. Protocole de l'essai « Eligibilité nutritionnelle de la démarche « Bœuf de Nos Régions »**

#### **1.1. Objectifs et données mobilisées**

L'objectif de ce premier essai est de faire un état des lieux de la qualité nutritionnelle et de ces facteurs de variation pour la démarche « Bœuf de nos régions » (BNR). La finalité est de connaître l'éligibilité de la démarche « Bœuf de Nos Régions » à une allégation santé.

Afin d'atteindre cet objectif, différentes données ont été mobilisées. Ce sont les plans d'alimentation, les indicateurs techniques, les caractéristiques des carcasses, les profils d'acides gras.

- Les plans d'alimentation se composent des matières premières et de leur quantité exprimée en kilogramme.
- Les indicateurs techniques se sont limités dans le cadre de cet essai au sexe et au type d'animal, en raison de difficultés pour récolter des données fiables (exemple : gain moyen quotidien, indice de consommation).
- Les caractéristiques des carcasses incluent le poids, la conformation, l'état d'engraissement, la notation sur la quantité de gras (interne, couverture, persillé), l'évaluation de la couleur du gras et de la viande (selon la grille de l'Institut de l'Élevage), la qualification des animaux en démarche BNR.
- Pour les profils d'acides gras, il a été prélevé environ 100 g de bavette de flanchet afin de déterminer le pourcentage de matières grasses, ainsi que la composition en acides gras : acides gras saturés, acides gras insaturés, acides gras mono insaturés, acides gras polyinsaturés, C16 :0, C18 :1, n-3, n-6, CLA, ALA, LA, EPA, DPA, DHA, n-6/n-3, LA/ALA.

#### **1.2. Nombre et catégories des animaux sélectionnés**

Pour ce premier essai, 33 bovins ont été retenus. Ces animaux ont été choisis dans 8 élevages. Les origines différentes des bovins ont été le facteur de constitution des échantillons. Les élevages ont été sélectionnés selon certains critères : leurs historiques d'approvisionnement avec la société SVA, leurs engagements à la démarche BNR, et la facilité à collecter les informations.

Les bovins ont été sélectionnés selon leur état de finition, afin que les animaux soient abattus à la même date. Quatre types d'animaux ont été choisis : vaches de réforme, jeunes bovins, bœufs, génisses. Les effectifs par types d'animaux sont de 4 pour les vaches de réforme et les jeunes bovins, 12 pour les bœufs et 13 pour les génisses (Tableau 17).

Les effectifs par échantillons ont été constitués selon la provenance des animaux, se répartissant équitablement, c'est à dire 4 bovins par échantillon, à l'exception de deux échantillons où les effectifs de génisses s'élèvent à 3 et 6. Afin de faciliter l'essai, les échantillons de vaches de réformes et de jeunes bovins proviennent respectivement des mêmes exploitations.

Le désistement d'un éleveur dans le cadre de l'essai n'a pas permis de constituer l'échantillon 7.

N° échantillon	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
Nombre d'animaux	6	4	3	4	4	4	0	4	4
Types d'animaux	Génisse	Bœuf	Génisse	Bœuf	Bœuf	Génisse	NC	Jeune Bovin	Vaches de réforme

Tableau 17 : Constitution des échantillons de l'essai

### 1.3. Méthodes d'appréciation des carcasses

Selon le cahier des charges BNR (CC/07/01), il est demandé que la viande soit de couleur rouge clair à rouge vif et le gras de couleur jaune clair à jaune. Ces critères sont évalués visuellement sur les carcasses, soit 24 h après l'abattage. Cette évaluation se réfère aux grilles de l'Institut de l'Élevage. Mais afin d'être plus précis, nous avons élaboré une grille avec une notation plus importante et avec des critères supplémentaires (Tableau 18).

Critères	Note d'appréciation					
	1	2	3	4	5	6
Qualité du gras	1	2	3	4	5	6
Couleur du gras	1	2	3	4	5	6
Quantité de gras de couverture	1	2	3	4	5	6
Quantité de gras interne	1	2	3	4	5	6
Persillé	1	2	3	4	5	6
Couleur de la viande	1	2	3	4	5	6
	Mauvais <span style="font-size: 2em;">→</span> Excellent					

Tableau 18 : Grille d'évaluation des carcasses

### 1.4. Méthodes d'analyses des profils d'acides gras

L'analyse des profils d'acides gras des animaux a été déléguée à un laboratoire nommé Laréal. La détermination du profil d'acide gras des lipides des échantillons de bavette a été effectuée par la méthode de référence : la chromatographie en phase gazeuse.

### 1.5. Traitement des données collectées

Afin d'analyser les effets des différentes variables, les données techniques collectées et les profils d'acides gras ont été traités par corrélation de Person ; dans ce cas, il y avait deux variables. Lorsqu'il y avait des variables multiples, il a été réalisé une analyse en composante principale.

## II. Protocole de l'essai « Comparaison de sources de lin pour l'engraissement de « Bœuf de Nos Régions »

### 2.1. Objectifs et données mobilisées

L'objectif de cet essai est de comparer deux régimes alimentaires : le lot témoin avec du tourteau de lin, matière première mise en avant dans la démarche BNR, et le lot essai avec du lin extrudé, produit qui est promu par la filière Bleu Blanc Cœur. Ces deux régimes alimentaires intègrent une ration validée par le cahier des charges BNR, donc avec une base herbe à hauteur de 80% et une complémentation sans amidon. Ainsi, il sera possible de mesurer s'il y a un effet cumulatif entre l'herbe et le lin, deux sources alimentaires riches en Oméga 3.

Afin de comparer les deux régimes, les données zootechniques et les profils d'acides gras de chacun des animaux intégrant l'étude ont été collectées :

- Les plans d'alimentation se composent de la valeur nutritionnelle des matières premières (UFV, PDI, MG). La quantité d'aliment distribuée est exprimée en kilogramme.
- Les indicateurs techniques dans le cadre de cet essai sont : le gain moyen quotidien (GMQ), indice de consommation (IC), âge, poids vif, durée d'engraissement.
- Les caractéristiques des carcasses incluent le poids, la conformation, l'état d'engraissement, une notation sur la quantité de gras (interne, couverture, persillé), l'évaluation de la couleur du gras et de la viande (selon la grille de l'Institut de l'Élevage), la qualification des animaux en démarche BNR et le rendement des carcasses.
- Pour les profils d'acides gras, environ 100 g de bavette de flanchet et de rumsteck ont été prélevés afin de déterminer la composition en acides gras : acides gras saturés, acides gras polyinsaturés, C16 :0, n-3, n-6, CLA, ALA, LA, n-6/n-3, LA/ALA.

## 2.2. Les animaux sélectionnés

Ce second essai a été mené à la ferme SVA, afin de faciliter la collecte des données, lieu aussi où fut choisi les 39 animaux. Les bovins ont sélectionné avec un âge de 25 mois en moyenne. Cela correspond pour ces animaux au début de la phase de finition. Ils répondaient ainsi au cahier des charges « Bleu Blanc Cœur » (finition entre 50 et 100 jours).

Le but n'étant pas d'aller au-delà de l'âge exigé par le cahier des charges BNR (CC/07/01) (qui stipule que les bœufs et génisses doivent être d'âges inférieurs à 30 mois), la fin de l'essai se terminait lorsque l'animal avait un état de finition jugé suffisant pour être abattu.

L'ensemble des bovins étaient de même catégorie (des bœufs) afin d'inhiber l'effet sexe. Pour le choix de la race des animaux, il a été souhaité que la race charolaise prédomine pour limiter le facteur race (Figure 18).

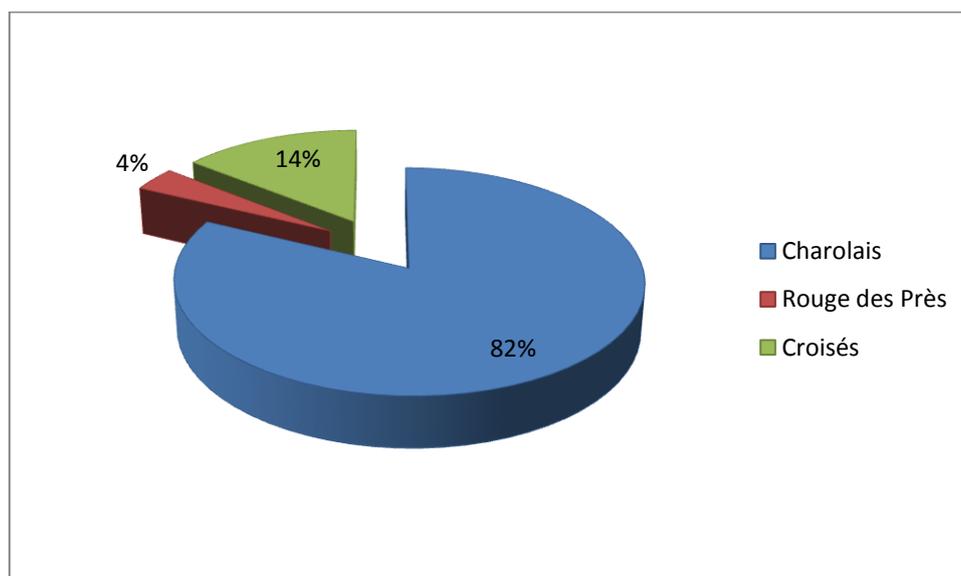


Figure 18 : Répartition des races bovines pour l'essai

Les 39 animaux furent répartis en deux lots distincts : un lot témoin et un lot essai. Le lot témoin se constituait de 12 animaux et le lot essai de 27. Cette répartition inégale se justifie en deux points :

- Le premier était de maximiser le nombre d'animaux à l'essai afin d'avoir le plus de données à disposition, et ainsi limiter les risques en cas de pertes d'animaux (maladies, accident,...).
- Le second point est une raison de place au sein du bâtiment d'élevage, puisque nous n'avions à notre disposition qu'un parc de 28 places et un autre de 12 places. Les autres parcs du bâtiment étaient occupés, soit par de jeunes animaux, soit par des bœufs ou génisses déjà en phase de finition depuis quelques mois.

### 2.3. Composition de la ration et quantité distribuée

La ration des 39 bovins se composait pour la partie fourragère exclusivement d'enrubannage d'herbe, de foin et de paille. Les fourrages verts étaient distribués *ad libitum*, alors que la paille était distribuée à hauteur de 6,23 kg de MB par jour et par bovin.

Le souhait était de respecter le cahier des charges « Bœuf de Nos Régions » (CC/07/01). L'essai avait pour objectif d'observer un éventuel effet cumulatif entre deux sources importantes d'Oméga 3.

La partie concentrée se constituait de pulpe de betteraves et de luzerne déshydratée. La variable de la ration s'appliquait sur la source de lin, puisque le lot essai a reçu du lin extrudé de Valorex, et le lot témoin du tourteau de lin de chez Michel COACH (Tableau 19).

<b>Matières premières</b>	<b>Lot Témoin</b>	<b>Lot Essai</b>
Pulpe de betteraves	40 %	32,5 %
Luzerne déshydratée	30 %	32,5 %
Tourteau de lin	30 %	0 %
Lin extrudé	0 %	35 %

Tableau 19 : Pourcentage de la composition en matières premières des rations lot témoin et essai

La quantité de distribution au début de l'essai était de 5 kg/bœuf/jour, mais ces rations ont évolué selon l'état de finition des animaux. L'état des animaux a donc été régulièrement estimé afin de corriger la ration. Pour limiter l'influence de la quantité distribuée, chaque évolution d'une ration pour un lot entraînait l'évolution de la ration de l'autre lot. Ainsi, la quantité distribuée était toujours symétrique.

La ration distribuée au lot témoin, se composait d'aliment BNR élaborée par le fabricant d'aliments. Alors que pour le lot essai, seules la pulpe de betterave et la luzerne déshydratée était déjà mélangées. Le lin extrudé restait à ajouter pour constituer la ration du lot essai. Afin de faciliter la distribution par les opérateurs, un tableau d'évolution a été établi (Tableau 20).

Apport de l'aliment BNR (Pulpe+Luzerne) 	Apport du Lin Valorex (35% du complément)	Total apport (Aliment BNR + Lin Valorex)
1,95 kg	1,05 kg	3 kg
2,25 kg	1,25 kg	3,5 kg
2,60 kg	1,40 kg	4 kg
2,90 kg	1,60 kg	4,5 kg
3,25 kg	1,75 kg	5 kg
3,55 kg	1,95 kg	5,5 kg
3,90 kg	2,10 kg	6 kg
4,20 kg	2,30 kg	6,5 kg
4,55 kg	2,45 kg	7 kg
4,85 kg	2,65 kg	7,5 kg
5,20 kg	2,80 kg	8 kg

Tableau 20 : Evolution des apports en lin extrudé Valorex en fonction de l'aliment BNR

#### 2.4. Méthodes d'appréciation des carcasses

Selon le cahier des charges BNR (CC/07/01), la viande doit être de couleur rouge clair à rouge vif, et le gras de couleur jaune clair à jaune. Ces critères sont évalués visuellement sur les carcasses, soit 24 h après l'abattage. La grille d'évaluation est similaire à l'essai précédent (tableau 18).

#### 2.5. Méthodes d'analyses des profils d'acides gras

Plusieurs tissus musculaires ont été choisis afin de déterminer les profils d'acide gras des lipides. Des échantillons de bavette de flanchet et de rumsteck ont donc été réalisés. Ce dernier morceau fut choisi pour les prélèvements en raison d'un récent souhait de Bleu-Blanc-Cœur de faire évoluer son cahier des charges, et de remplacer les échantillons de bavette par le rumsteck. La méthode de détermination des profils d'acides gras a été effectuée par chromatographie en phase gazeuse.

#### 2.6. Traitement des données collectées

Etant dans une comparaison de deux échantillons, l'analyse des profils d'acides gras entre les muscles et les lots a été effectuée par test de Student après un test de normalité.

## Chapitre 3 : Résultats

### I. Résultats de l'essai « Eligibilité nutritionnelle de la démarche BNR »

#### 1.1. Résultats techniques par échantillon

Les résultats techniques pour chaque échantillon comportent les résultats d'abattage, déterminant pour la qualification dans le cadre du cahier des charges BNR (CC/07/01).

Le poids de carcasses moyen est supérieur pour les bovins mâles (Tableau 21). Cela se justifie par l'effet sexe et par des périodes de finition plus longues, particulièrement pour les bœufs, puisque ceux-ci avaient entre 27 et 29 mois lors de l'abattage, alors que les génisses avaient un âge inférieur à 27 mois.

N° échantillon	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E8	E9
Nombre d'animaux	6	4	3	4	4	4	4	4
Types d'animaux	Génisse	Bœuf	Génisse	Bœuf	Bœuf	Génisse	Jeune Bovin	Vaches de réforme
Poids carcasse moyen (kg)	398,0±14,3*	403,8±18,7	320,0±5,2	430,6±13,6	421,3±9,8	340,8±30,4	392,0±10,2	346,8±32,9

Tableau 21 : Poids moyen carcasse et qualification BNR par échantillon (\*Ecart-type (P < 0,05))

La conformation est supérieure pour les animaux de l'échantillon E8 (Figure 19), car ce sont des jeunes bovins, qui ont une conformation moyenne généralement supérieure à des bœufs ou des génisses. A l'inverse, les vaches de réforme de l'échantillon E9 ont les conformations les plus faibles. Les conformations ne variaient qu'entre U+ et R-, ce qui est jugé correct par les opérateurs de la filière.

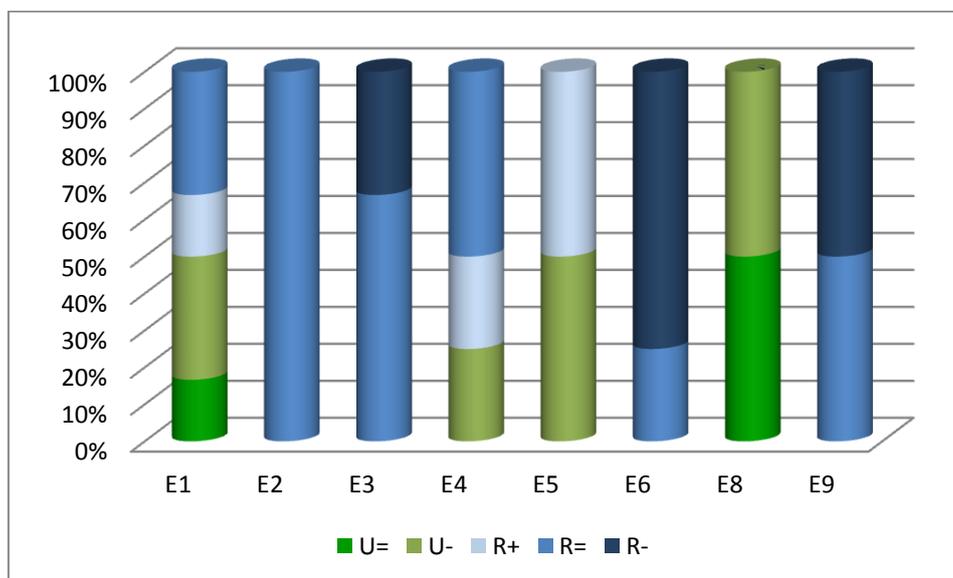


Figure 19 : Conformation des animaux par échantillon (%)

L'état d'engraissement de l'ensemble des bovins se situe entre 2 et 3, ce qui est un état optimal d'engraissement (Tableau 22).

Etat	2	3
<i>d'engraissement</i>		
<b>E1</b>	0 %	100 %
<b>E2</b>	50 %	50 %
<b>E3</b>	0 %	100 %
<b>E4</b>	25 %	75 %
<b>E5</b>	0 %	100 %
<b>E6</b>	0 %	100 %
<b>E8</b>	25 %	75 %
<b>E9</b>	75 %	25 %

Tableau 22 : Proportion d'état d'engraissement 2&3 par échantillon (%)

## 1.2. L'évaluation des carcasses

L'évaluation des carcasses a été réalisée 24h après abattage des bovins. Les premiers critères qui furent jugés sont la quantité de gras de couverture, interne et le persillé. Rappelons que la note n'est pas un indicateur de quantité, mais une appréciation de qualité.

Pour l'appréciation du gras de couverture, 94% des bovins ont reçu la note comprise entre 2 et 5. Les animaux des échantillons E1 et E6 ont la note la plus faible (Figure 20) ; ils avaient donc un gras de couverture excessif. A l'inverse, les animaux des échantillons E2 et E9, bien notés, possédaient la quantité de gras de couverture optimale.

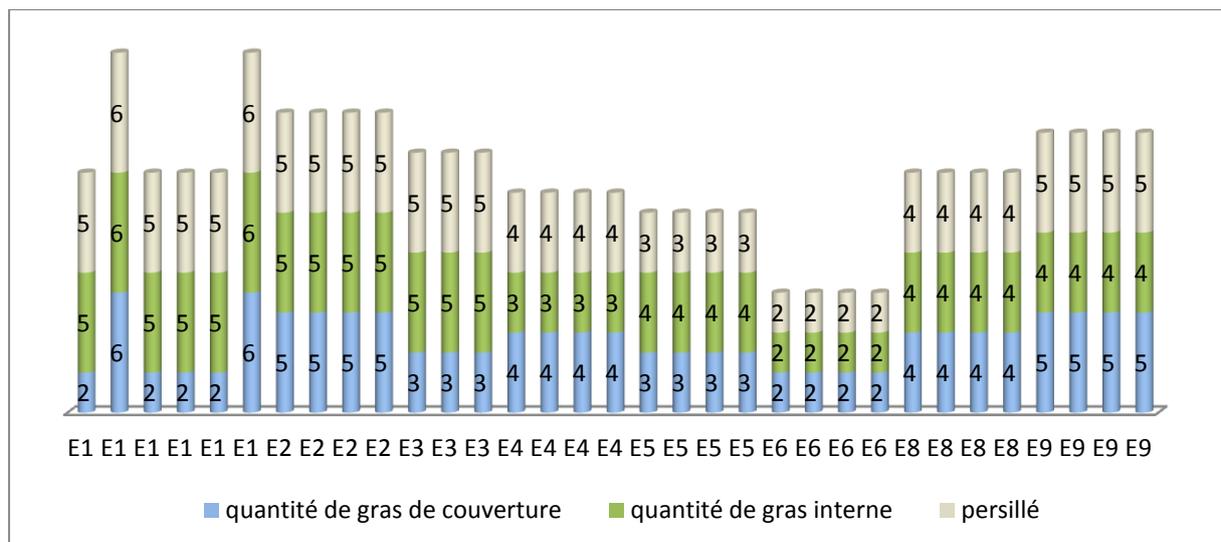


Figure 20 : Note de la quantité de gras de couverture, interne et persillé par bovin et par échantillon

Concernant le gras interne, l'échantillon E6 a reçu la plus mauvaise note, liée aussi à l'excès de gras. L'évaluation du persillé pour l'échantillon E6 a aussi été jugé mauvais avec une note de 2.

Suite à l'appréciation de la qualité du gras, de la couleur du gras et de la couleur de la viande, les génisses de l'E6 ont eu les notes les plus faibles (Figure 21), avec même une note de 1, soit une mauvaise note pour la couleur du gras et de la viande. Cette évaluation des carcasses de l'E6 les a déqualifiées de la démarche BNR. L'échantillon E8, constitué de jeunes bovins mâles, a reçu de bonnes notes, puisque la couleur correspond à la demande du marché, avec une couleur de viande claire et un gras blanc. A l'inverse, les bovins des E3 et E5 ont reçu des notes moyennes.

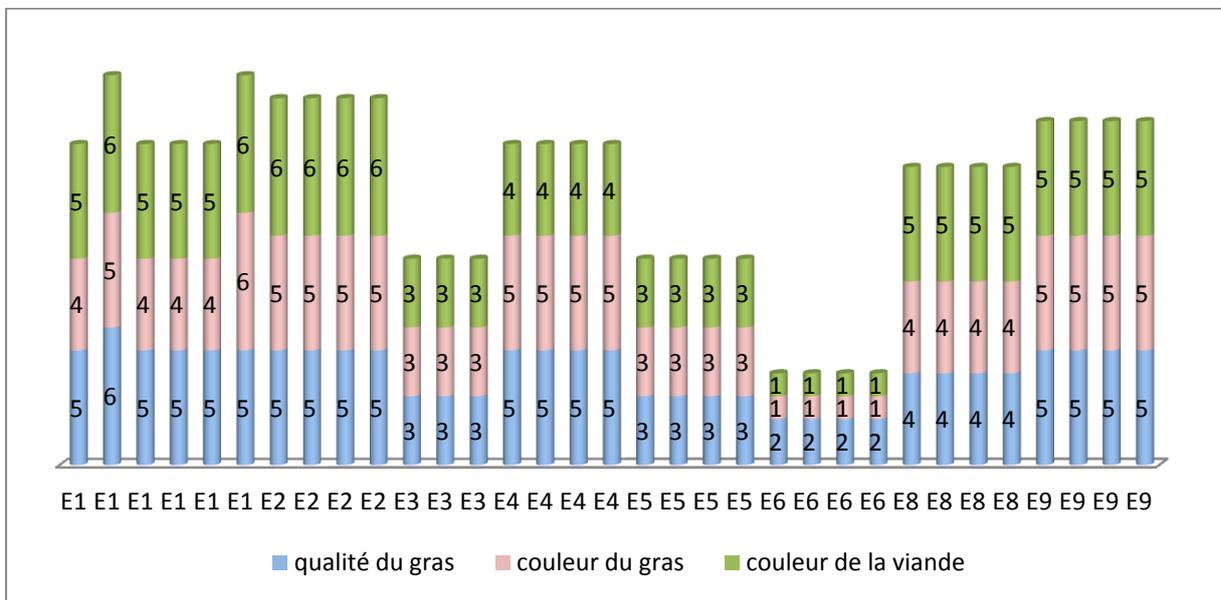


Figure 21 : Note de la qualité du gras, de la couleur du gras de la viande par bovin et par échantillon

### 1.3. Profils d'acides gras par échantillon

Sur chaque animal, un échantillon de bavette de flanchet a été prélevé et analysé afin de connaître les profils d'acides gras et la proportion de matières grasses (Figure 22). Une anomalie pour un animal de l'échantillon E1 a été constatée, avec un pourcentage de matière grasse (MG) de 23,8. Sinon, la moyenne pour l'ensemble des échantillons se situe à 3,96 % de MG avec un écart-type de 1,81.

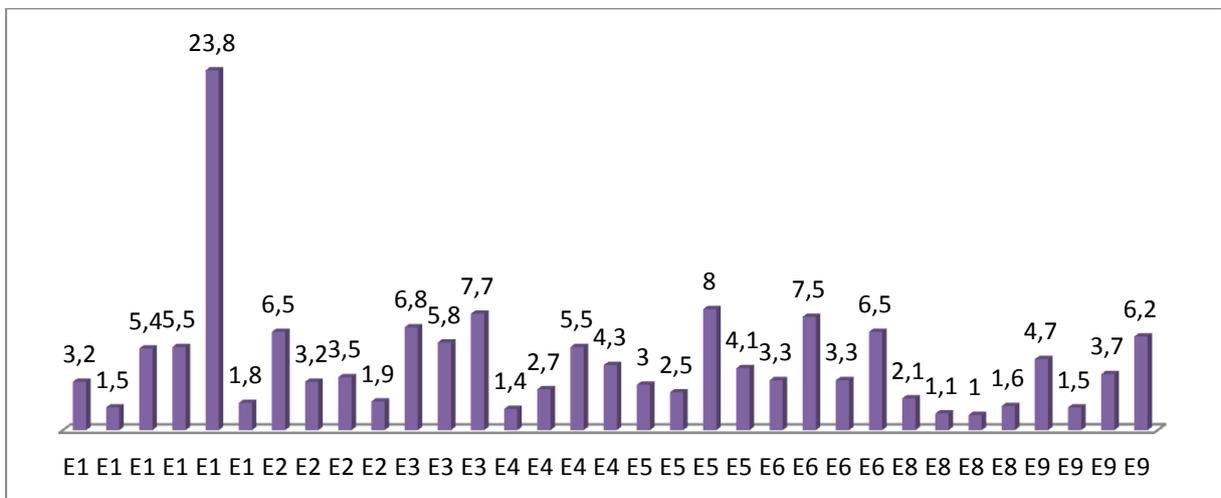


Figure 22 : Pourcentage de matières grasses par bovin et par échantillon (%)

Les parts d'acides gras saturés (AGS), monoinsaturés (AGMI) et polyinsaturés (AGPI) ont été analysées. La part d'AGS dans la MG est assez constante dans l'ensemble des échantillons, puisque la moyenne est de 46,8 d'AGS, avec un écart type de 2,8 à IC 95% (Tableau 23). Seule la moyenne de l'échantillon E9 a un taux d'AGS légèrement supérieur. Concernant les AGPI, on note des différences significatives avec des écarts type assez importants pour certains échantillons, puisque l'E8 se situe à 11,3 avec un écart type de 3,9, et l'E3 à 4,3 avec un écart type faible.

	AGS	AGMI	AGPI
<b>E1</b>	46,6 ± 1,6*	46,4 ± 1,3*	7,2 ± 2,5*
<b>E2</b>	46,7 ± 1,9	45,1 ± 0,7	8,5 ± 2,1
<b>E3</b>	46,5 ± 1,7	49,4 ± 1,8	4,3 ± 0,1
<b>E4</b>	45,5 ± 0,8	46,8 ± 2,1	8 ± 2,1
<b>E5</b>	48,6 ± 4,7	44,7 ± 4,0	6,9 ± 1,7
<b>E6</b>	45,5 ± 4,3	49 ± 5,3	5,7 ± 1,6
<b>E8</b>	45,1 ± 1,7	43,8 ± 2,2	11,3 ± 3,9
<b>E9</b>	49,7 ± 2,7	44,7 ± 2,5	6 ± 1
<b>Moyenne des échantillons</b>	46,8 ± 2,8	46,1 ± 3,1	7,3 ± 2,7

Tableau 23 : Variations de la composition en AGS et AGPI des lipides totaux par échantillon (\*Ecart-type (P < 0,05))

Suite à l'observation du pourcentage en MG des échantillons E1, E8 et de leurs compositions en AGMI et AGPI, l'hypothèse d'une corrélation peut être émise. Le pourcentage de MG des échantillons et le pourcentage d'AGMI montrent une corrélation calculée de 0,595, avec un coefficient de détermination de 0,3538, la corrélation était considérée comme mauvaise. Les variations du pourcentage de MG n'expliquent donc pas les variations d'AGMI (Figure 23).

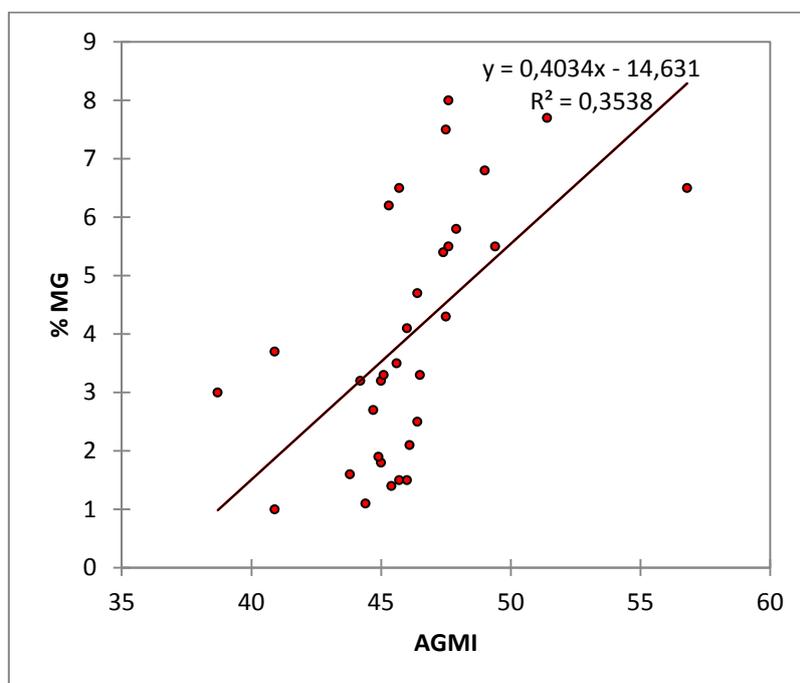


Figure 23 : AGMI en fonction du pourcentage de MG

Il existe un lien entre le pourcentage de MG et d'AGPI, puisque la corrélation calculée est de -0,79, avec un coefficient de détermination de 0,6257. La liaison linéaire est par contre négative. Cela signifie que le pourcentage d'AGPI évolue en sens inverse du pourcentage de MG (Figure 24).

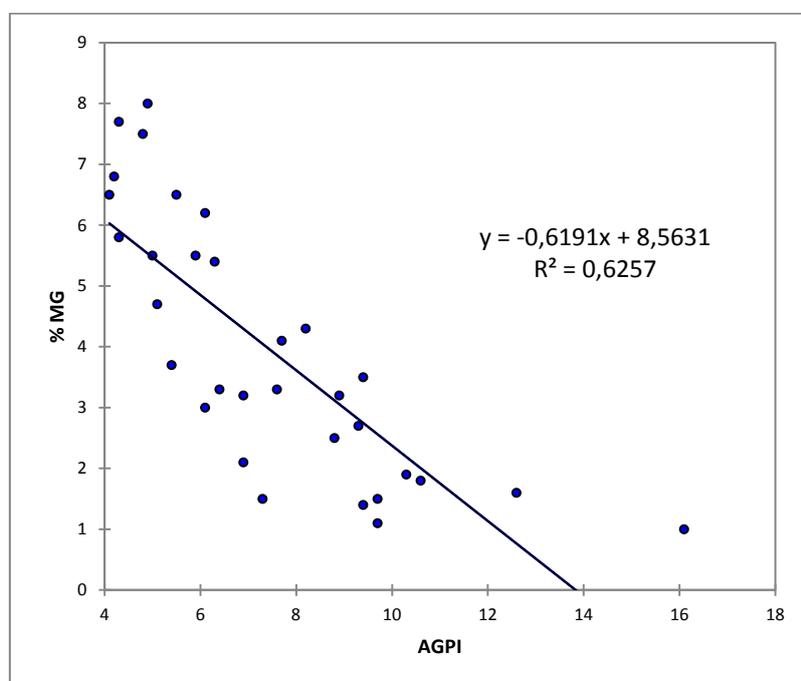


Figure 24 : AGPI en fonction du pourcentage de MG

La composition des acides gras saturés et des acides monoinsaturés a été analysée. Le pourcentage moyen d'acide palmitique (C16 :0) varie peu selon les échantillons. Il en est de même pour l'acide oléique (C18 :1) (Tableau 24). Concernant la composition des acides gras polyinsaturés, les acides gras linoléiques (LA) et alpha-linoléniques (ALA) ont été analysés. Le niveau de LA est élevé pour l'échantillon E8 avec un écart type important, et il est faible pour l'échantillon E3. Pour les ALA, c'est l'échantillon E2 qui a le niveau le plus élevé. A l'inverse, les échantillons E6 et E8 ont les valeurs les plus faibles (Tableau 24). Concernant les AGPI n-3, les échantillons E1, E2 et E4 ont les valeurs les plus élevées avec toutefois un écart type important pour l'E1. Pour AGPI n-6, il y a plus de variations par échantillon, et aussi par bovin, puisque les écarts type sont importants pour certains échantillons. C'est l'E9 qui a le taux de n-6 le plus élevé (Tableau 24).

Acides gras (% AG totaux)	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E8	E9
<b>C16:0</b>	25,8 ± 2,1*	23,5 ± 2,1	26,2 ± 0,8	23,1 ± 2,2	25,2 ± 1,4	26,5 ± 1,7	24,2 ± 3,0	28,4 ± 2,1
<b>C18:1</b>	40,2 ± 1,1	39,5 ± 1,3	43,7 ± 1,5	42,1 ± 1,8	39,6 ± 3,2	42,6 ± 2,9	38,6 ± 3	38,6 ± 2,9
<b>LA 18:2 n-6</b>	3,6 ± 1,4	4,2 ± 1,2	2,4 ± 0,1	4,5 ± 1,3	4,2 ± 1,1	4,0 ± 1,3	9,8 ± 3,6	3,4 ± 0,8
<b>ALA 18:3 n-3</b>	2,2 ± 1	2,5 ± 0,8	0,8 ± 0,1	2,1 ± 0,5	1,6 ± 0,5	1 ± 0,3	1 ± 0,3	1,5 ± 0,3
<b>EPA 20:5 n-3</b>	0,3 ± 0,1	0,4 ± 0,1	0,1 ± 0	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,1 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,1
<b>DPA 22:5 n-3</b>	0,5 ± 0,2	0,86 ± 0,2	0,2 ± 0	0,5 ± 0,1	0,5 ± 0,2	0,3 ± 0,1	0,4 ± 0,1	0,5 ± 0,1
<b>CLA</b>	0,8 ± 0,2	1,1 ± 0,2	0,6 ± 0	0,7 ± 0,1	0,6 ± 0,2	0,4 ± 0,1	0,3 ± 0	0,6 ± 0,3
<b>Σ AGPI n-6</b>	3,6 ± 1,4	4,2 ± 1,2	2,4 ± 0,1	4,5 ± 1,3	4,2 ± 1,1	4,0 ± 1,3	9,8 ± 3,6	3,4 ± 0,8
<b>Σ AGPI n-3</b>	2,2 ± 1	2,5 ± 0,8	0,8 ± 0,1	2,1 ± 0,5	1,6 ± 0,5	1 ± 0,3	1 ± 0,3	1,5 ± 0,3
<b>AGPI n-6/n-3</b>	1,6 ± 0,1	1,7 ± 0,1	3 ± 0,5	2,1 ± 0,2	2,7 ± 0,5	4,1 ± 0,2	10 ± 1,6	2,3 ± 0,3

Tableau 24 : Variations de la composition en acides gras des lipides totaux de la bavette de flanchet par échantillon (\*Ecart-type (P < 0,05))

Le rapport n-6/n-3 est inférieur aux recommandations émises par l'AFSSA (inférieur à 5), sauf pour l'échantillon E8, correspondant à l'échantillon de jeunes bovins. L'essai a pour objectif de déterminer l'éligibilité des animaux au programme BNR et à la filière BBC. A partir de ces résultats, nous pouvons déterminer l'éligibilité à ces démarches.

#### 1.4. Éligibilité des bovins à la démarche BNR et à la filière BBC

Les bovins des E8 et E9 n'ont pas été qualifiés en BNR, puisque ce sont des catégories d'animaux qui ne répondent pas aux exigences du cahier des charges BNR. Les animaux de l'E6 ont aussi été exclus lors de l'évaluation de la couleur du gras et de la viande. Les animaux des autres échantillons respectent l'ensemble des conditions de la démarche BNR. Ils ont donc été qualifiés BNR (Tableau 25).

N° échantillon	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E8	E9
<b>Nombre d'animaux</b>	6	4	3	4	4	4	4	4
<b>Types d'animaux</b>	Génisse	Bœuf	Génisse	Bœuf	Bœuf	Génisse	Jeune Bovin	Vaches de réforme
<b>Age maximum</b>	- 30 mois	- 30 mois	- 24 mois	+ 30 mois				
<b>Age minimum</b>	+ 16 mois	+ 16 mois	+ 16 mois	+ 16 mois				
<b>Race</b>	Viande	Viande	Viande	Viande	Viande	Viande	Viande	Viande
<b>Alimentation</b>	BNR	BNR	BNR	BNR	BNR	Non BNR	Non BNR	BNR
<b>Etat d'engraissement</b>	3	2 & 3	3	2 & 3	3	3	2 & 3	2 & 3
<b>Poids carcasse minimum (kg)</b>	378	386,5	314	419	410	299,5	381,5	306,5
<b>Conformation</b>	U= à R =	R =	R = à R-	U- à R =	U- à R +	R = à R-	U= à U-	R= à R -
<b>Couleur de la viande</b>	5 à 6	6	3	4	3	1	5	5
<b>Couleur du gras</b>	4 à 6	5	3	5	3	1	4	5
<b>Qualification BNR</b>	<b>oui</b>	<b>oui</b>	<b>oui</b>	<b>oui</b>	<b>oui</b>	<b>non</b>	<b>non</b>	<b>non</b>

Tableau 25 : Éligibilité des bovins aux conditions du cahier des charges BNR (CC/07/01) par échantillon

Pour l'éligibilité à la filière « Bleu Blanc Cœur », les échantillons E6 et E8 ont été exclus puisque les profils d'acides gras dépassent le seuil de tolérance, surtout pour la proportion d'ALA. L'échantillon E3 est toléré car seuls deux critères ne sont pas respectés, et son rapport n-6/n-3 correspond à la valeur cible (Tableau 26).

Pour les autres échantillons E1, E2, E4 et E5, les valeurs cible du cahier des charges « Bleu Blanc Cœur » ont été atteintes. L'échantillon E9 a des résultats qui sont tolérés, seul le rapport n-6/n-3 était inférieur à la valeur cible.

BBC	Cible	Tolérance	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E8	E9
LA/ALA	≤ 3,5	≤ 4,5	2,2	2,4	4,1	2,8	3,8	5,6	18	3,7
n-6/n-3	≤ 3	≤ 4,5	1,6	1,7	3	2,1	2,7	4,1	10	2,3
C16:0/ALA	≤ 30	≤ 50	21,2	18,5	52,4	18,5	29,6	50,4	64,5	40,5
AGPI/ALA	≤ 8	≤ 10	5,9	6,7	8,5	6,4	8,1	10,9	30,2	8,5
AGS/ALA	≤ 70	≤ 100	38,3	36,6	93	36,4	57,2	86,7	120,3	71
ALA	≥ 0,8	≥ 0,7	1,2	1,3	0,5	1,3	0,9	0,5	0,4	0,7
<b>Qualification BBC</b>			oui	oui	oui	oui	oui	non	non	oui

Tableau 26 : Eligibilité des bovins aux conditions du cahier des charges « Bleu Blanc Cœur » par échantillon

Selon les conditions et exigences des cahiers des charges BNR et BBC, on a déduit que les bovins des échantillons E1, E2, E3, E4 et E5 sont éligibles aux deux démarches. L'analyse des résultats montre une correspondance entre les conditions des deux démarches qualités, puisqu'une corrélation est observée entre les profils d'acides gras recherchés par la filière BBC et les observations réalisées dans le cadre de la démarche BNR (Tableau 27 et Figure 25).

Variables	qualité du gras	couleur du gras	quantité de gras de couverture	quantité de gras interne	persillé	couleur de la viande
AGPI	0,269	0,343	0,423	0,112	0,098	0,403
n-3	<b>0,574</b>	<b>0,584</b>	<b>0,548</b>	0,396	0,425	<b>0,521</b>
ALA	<b>0,560</b>	<b>0,559</b>	0,474	0,369	0,413	0,446
n-6	0,000	0,085	0,212	-0,092	-0,125	0,179
LA	0,013	0,106	0,235	-0,089	-0,110	0,178
LA/ALA	-0,221	-0,144	-0,001	-0,179	-0,225	0,013
n-3/n-6	-0,306	-0,232	-0,071	-0,243	-0,302	-0,081

Tableau 27 : Matrice de corrélation entre les critères d'évaluation des carcasses et les profils d'acides gras par analyse en composantes principales (Person n)

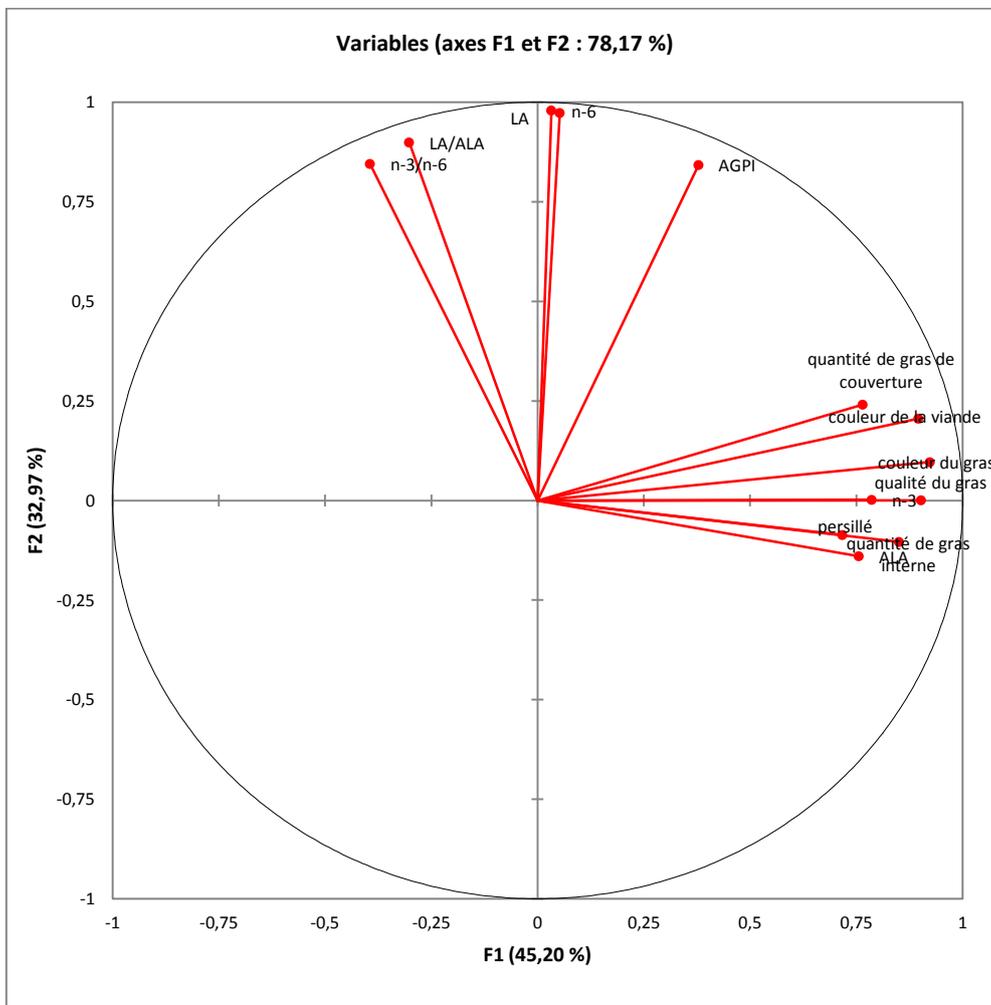


Figure 25 : Cercle des corrélations entre les critères d'évaluation des carcasses et les profils d'acides gras par analyse en composantes principale

### 1.5. Composition de la ration et quantité distribuée

Les rations se composaient de fourrages ainsi que de concentrés (Tableau 28). La répartition entre ces deux catégories s'est effectuée afin de répondre au mieux aux besoins des animaux. Deux échantillons d'animaux ont reçu des aliments du commerce. L'échantillon E3 a reçu un aliment référencé en BNR de Valorex, et l'échantillon E8 a reçu un complément protéique de chez Valorex pour jeunes bovins, dont la composition en matières premières n'est pas connue.

N° échantillon		E1		E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
Type d'aliment (kg/j)											
Fourrages	Foin	4 Génisses	2 Génisses	<i>Ad libitum</i>	0	<i>Ad libitum</i>	<i>Ad libitum</i>	NC	NC	0	<i>Ad libitum</i>
		<i>Ad libitum</i>	<i>Ad libitum</i>								
	Enrubannage	<i>Ad libitum</i>	<i>Ad libitum</i>	<i>Ad libitum</i>	<i>Ad libitum</i>	0	0	0	NC	0	0
	Ensilage d'herbe	0	0	0	5	0	0	0	NC	0	0
	Ensilage de maïs	0	0	0	1,75	0	0	NC	NC	<i>Ad libitum</i>	0
	Paille	0	0	0	<i>Ad libitum</i>	<i>Ad libitum</i>	<i>Ad libitum</i>	NC	NC	<i>Ad libitum</i>	<i>Ad libitum</i>
Concentrés	Pulpe de betteraves	2	3,5	2	2,5	3	1,66	NC	NC	0	2,4
	Luzerne déshydratée	1,2	2,1	1,5	5	3	1,66	NC	NC	0	1,8
	Tourteau de lin	0,8	1,4	1,5	0	4	1,66	NC	NC	0	1,8
	Céréales	0	0	0	0	0	0	2	NC	3	0
	Aliment du commerce	0	0	0	1,3	0	0	NC	NC	1,5	0
	<b>Total concentrés</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>5,8</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>NC</b>	<b>NC</b>	<b>4,5</b>	<b>6</b>

Tableau 28 : Ration journalière par échantillon

Les différentes rations ont été distribuées durant 90 jours minimum. En raison de la variabilité des données concernant les apports en fourrages, ces données ont été exclues du traitement. Les informations concernant la quantité d'aliments distribuée pour l'échantillon E6 ne sont pas connues (Tableau 16).

#### 1.6. Analyse de l'effet de l'alimentation sur les profils d'acides gras

D'après les résultats évoqués précédemment, le respect des conditions du cahier des charges « Bleu-Blanc-Cœur » par échantillon a été déterminé (conditions qui sont dépendantes des profils d'acides gras). L'étude bibliographique a démontré les effets de différents régimes alimentaires sur les profils d'acides gras. Dans le cadre de cette étude les effets de l'alimentation furent observés.

Dans le cadre de l'essai, les bovins ont reçu trois régimes distincts :

- Les bovins des échantillons E1, E2, E4, E5 et E9 ont reçu un régime à base d'herbe, complété avec de la pulpe de betterave, de la luzerne déshydratée et du tourteau de lin.
- L'échantillon 3 a reçu un régime avec de l'herbe et de l'ensilage de maïs, avec pour complément de la pulpe de betterave, de la luzerne déshydratée et un aliment du commerce de chez Valorex.
- Les animaux des échantillons E6 et E8 ont reçu un régime à base de maïs ensilage, avec des céréales et un aliment du commerce.

Les valeurs de l'acide palmitique et l'acide oléique varient peu selon les régimes. Par contre, le rapport n-6/n-3 est plus variable, puisqu'il est de 2,1 pour un régime à base d'herbe, contre 7,1 pour un régime à base de maïs. Pour le régime ensilage de maïs et herbe, le rapport n-6/n-3 est plus élevé que le régime à l'herbe, mais cela est lié au faible niveau d'AGPI n-3 (Tableau 29).

Acides gras (% AG totaux)	Régime herbe+ Pulpe/luzerne/lin	Ensilage maïs + herbe+ Pulpe/luzerne/alim com* <sup>2</sup>	Régime maïs Céréales/alim com* <sup>2</sup>
<b>C16:0</b>	25,3 ± 2,6* <sup>1</sup>	26,2 ± 0,8	25,3 ± 1,8
<b>C18:1</b>	40 ± 2,2	43,7 ± 1,5	40,6 ± 3,5
<b>LA 18:2 n-6</b>	3 ± 0,9	2 ± 0	4,9 ± 2,8
<b>ALA 18:3 n-3</b>	1,1 ± 0,4	0,5 ± 0,1	0,5 ± 0,2
<b>EPA 20:5 n-3</b>	0,3 ± 0,1	0,1 ± 0	0,1 ± 0,1
<b>DPA 22:5 n-3</b>	0,5 ± 0,2	0,2 ± 0	0,3 ± 0,1
<b>CLA</b>	0,7 ± 0,3	0,6 ± 0	0,3 ± 0,1
<b>Σ AGPI n-6</b>	3,9 ± 1,2	2,4 ± 0,1	6,9 ± 4
<b>Σ AGPI n-3</b>	2 ± 0,8	0,8 ± 0,1	1 ± 0,3
<b>AGPI n-6/n-3</b>	2,1 ± 0,5	3,1 ± 0,5	7,1 ± 3,3

Tableau 29 : Variations de la composition en acides gras des lipides totaux de la bavette de flanchet en fonction du régime alimentaire (\*<sup>1</sup> Ecart-type (P < 0,05), \*<sup>2</sup> alim com : aliment du commerce)

Selon les différentes sources alimentaires, les profils d'acides gras varient. Il y aurait une influence de l'aliment du commerce sur le rapport n-6/n-3, ainsi qu'un impact de l'apport de céréales dans la ration. La pulpe a un effet positif sur l'ALA et les AGPI n-3. Selon la corrélation, l'effet du foin et du lin semble moins important sur l'ALA et les AGPI n-3 (Tableau 30).

Variables	foin	enrubannage	ensilage d'herbe	ensilage maïs	paille	pulpe	luzerne	lin	céréales	aliment du commerce
C16:0	0,18	0,27	0,12	-0,10	-0,06	-0,07	-0,14	-0,25	-0,01	-0,11
C18:1	-0,28	-0,22	0,38	0,24	-0,14	-0,04	0,00	-0,11	0,01	-0,05
AGPI n-3	<b>0,49</b>	0,37	-0,33	-0,42	-0,18	<b>0,50</b>	0,38	0,44	-0,47	-0,45
ALA	0,46	0,33	-0,27	-0,42	-0,20	<b>0,58</b>	0,46	<b>0,49</b>	<b>-0,54</b>	<b>-0,52</b>
AGPI n-6	-0,31	-0,37	-0,27	0,39	0,14	-0,46	-0,38	-0,18	<b>0,56</b>	<b>0,58</b>
LA	-0,32	-0,38	-0,25	0,38	0,14	-0,42	-0,34	-0,15	<b>0,53</b>	<b>0,57</b>
n-6/n-3	-0,48	-0,51	-0,20	0,44	0,36	<b>-0,54</b>	-0,40	-0,22	<b>0,65</b>	<b>0,75</b>

Tableau 30 : Matrice de corrélation entre les aliments et les profils d'acides gras par analyse en composantes principales (Person n)

Les céréales influent de manière positive sur les AGPI n-6 et les LA, et de manière négative sur les ALA. Il y a donc un impact sur le rapport n-6/n-3 (Figure 26).

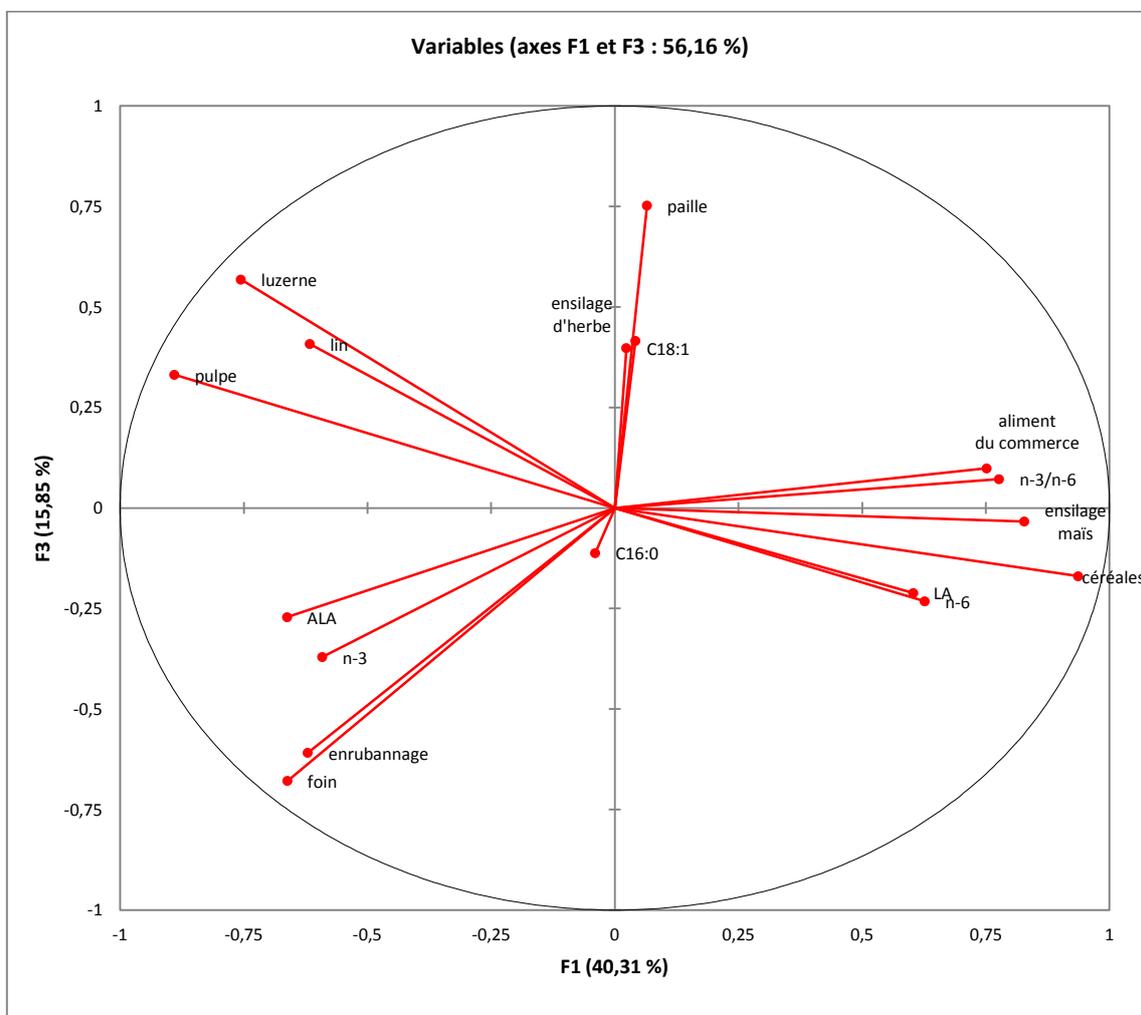


Figure 26 : Cercle des corrélations entre les aliments et les profils d'acides gras par analyse en composantes principales

Notons que les résultats de l'analyse en composante principale ne démontrent pas les effets de l'herbe sur les profils d'acides gras, alors qu'ils ont été observés et prouvés dans l'étude bibliographique.

### 1.7. Discussion de l'essai

L'essai a permis de mettre en évidence un lien entre la démarche « Bœuf de Nos Régions » et la filière Bleu-Blanc-Cœur, puisque les animaux ont été qualifiés dans les deux démarches. L'analyse des profils d'acides gras a démontré l'éligibilité nutritionnelle du BNR, tout en respectant les exigences du cahier des charges Bleu-Blanc Cœur, et aussi les recommandations de l'AFSSA.

Les résultats des profils d'acides gras ont aussi montré que les critères BNR d'évaluation des carcasses d'animaux corroborent avec les valeurs nutritionnelles recherchées, malgré que l'évaluation soit réalisée de manière empirique. D'autre part, les résultats ont montré que les profils d'acides gras étaient dépendants des différents régimes alimentaires. Les recommandations sont donc d'avoir des rations à base d'herbe et avec une complémentation non composée de céréales, afin d'obtenir un rapport n-6/n-3 faible.

En raison du manque d'informations concernant les quantités de certains aliments distribués à certains animaux, l'effet quantitatif des sources de matières premières sur les profils d'acides gras n'a pu être mesuré. Ces absences de données n'ont pas permis de réaliser des indices de consommation, et ainsi d'établir la performance zootechnique des rations et des animaux.

Concernant l'approche technique, les pesées des animaux vivants n'ont pas été réalisées, ce qui a empêché d'établir des rendements et de calculer la croissance des bovins.

Le choix du muscle pour le prélèvement a son importance, puisqu'une corrélation existe entre le pourcentage de matières grasses et la part d'AGPI et d'AGMI. Il est donc important de prendre en considération l'état d'engraissement de l'animal, ainsi que le niveau de matières grasses du muscle retenu pour les prélèvements.

L'objectif initial a été atteint avec l'essai, puisque l'éligibilité de la démarche « Bœuf de Nos Régions » à la qualité nutritionnelle recommandée et exigée par la filière « Bleu-Blanc-Cœur » a été démontrée. Cette filière recommande que les sources de lin qui complètent la ration de base soit du lin tracée extrudé. En revanche, dans le cadre de la démarche « Bœuf de Nos Régions », une forme de lin n'est pas conseillée. Le lin doit être seulement composé de 12 % d'huile au minimum.

La forme de lin la plus répandue dans la démarche BNR reste le tourteau de lin. Afin de confirmer la légitimité de la démarche BNR à la filière Bleu-Blanc-Cœur, il faut comparer l'impact des différentes sources de lin sur les profils d'acides gras. De plus, l'étude bibliographique a démontré que l'herbe et le lin constituent deux sources importantes d'AGPI n-3. Il est intéressant de mesurer s'il y a un effet cumulatif en utilisant ces deux sources dans la même ration. Ces deux derniers critères nécessitent de réaliser un second essai.

## II. Résultats de l'essai « Comparaison de sources de lin pour l'engraissement de BNR »

### 2.1. Résultats zootechniques par lot

Pour cet essai, deux lots ont été constitués : un lot « témoin » alimenté avec la ration BNR préconisée et dans laquelle est utilisé le tourteau de lin, et un lot « essai » dont la ration se composait de lin extrudé de chez Valorex utilisé dans la filière Bleu-Blanc-Cœur. Les deux lots étaient constitués de la même catégorie d'animaux (soit des bœufs) afin d'éviter tout effet lié à ce facteur.

Les âges des animaux au début et à la fin de l'essai étaient relativement similaires. Cela a permis de limiter l'influence de l'âge sur les autres critères. Concernant les races, la race charolaise était dominante dans les deux lots (Tableau 30).

La distinction se fait sur les poids vifs au début de l'essai, puisque les poids vifs moyens d'entrée des animaux du lot essai étaient supérieurs de 47 kg à ceux du lot témoin. Le poids vif à la fin de l'essai diffère de 30 kg en faveur du lot témoin, ce qui traduit un meilleur GMQ (Gain moyen Quotidien) pour ce dernier. La différence de croissance a eu un impact sur l'IC (Indice de consommation), qui est plus performant dans le lot témoin que dans le lot essai (Tableau 31).

Lot		Témoin	Essai
Nombre		12	27
Catégorie		Bœuf	Bœuf
Age au début de l'essai (mois)		24 ± 3,2*	25 ± 2,4
Age à la fin de l'essai (mois)		28 ± 3,4	29 ± 2,2
Race	Charolais	6	22
	Rouge des Prés	2	4
	Croisés	4	1
Poids vifs début de l'essai (kg)		627 ± 47	674 ± 52
Poids vifs fin de l'essai (kg)		810 ± 78	780 ± 49
GMQ (kg)		1,45 ± 0,2	0,979 ± 0,2
IC		3,77 ± 0,7	6,75 ± 3

Tableau 31 : Age, poids sur la période de l'essai, race, GMQ et IC par lots (\*Ecart-type (P < 0,05))

Cette différence de performance zootechnique peut s'expliquer entre autres par deux facteurs. Le premier facteur est la différence de poids à l'entrée de l'essai, lié au fait que les animaux avaient déjà débuté la phase de finition avant l'essai. L'hypothèse d'un effet de l'alimentation avant l'essai est à exclure, puisque les animaux avaient reçu la même ration avant le début de l'étude. Le deuxième facteur est le nombre plus important de bovins du lot essai : il se peut qu'il y ait eu de la concurrence entre les animaux pour accéder à la ration.

### 2.2. Résultats d'abattages par lot

Les résultats d'abattages sont similaires entre les deux lots puisque le poids de carcasse moyen est de 458 kg pour le lot témoin et 453 kg pour le lot essai. Un écart type plus important des poids de carcasse pour le lot témoin est à signaler, mais cette variable est logique puisqu'elle s'observe pour les poids vifs à la fin de l'essai. Il n'y a aucune différence significative de rendement entre les deux lots (Tableau 31). Il en est de même pour la conformation et l'état d'engraissement qui est noté 3 pour l'ensemble des animaux des deux lots (Figure 27).

	Témoïn	Essai
<b>Poids carcasse moyen (kg)</b>	458,5 ± 46,6*	453,1 ± 26,7
<b>Rendement % (Poids carcasse/Poids vifs)</b>	56,6 ± 1,4	58,1 ± 1,6

Tableau 32 : Poids carcasse moyen et rendement par lots (\*Ecart-type (P < 0,05))

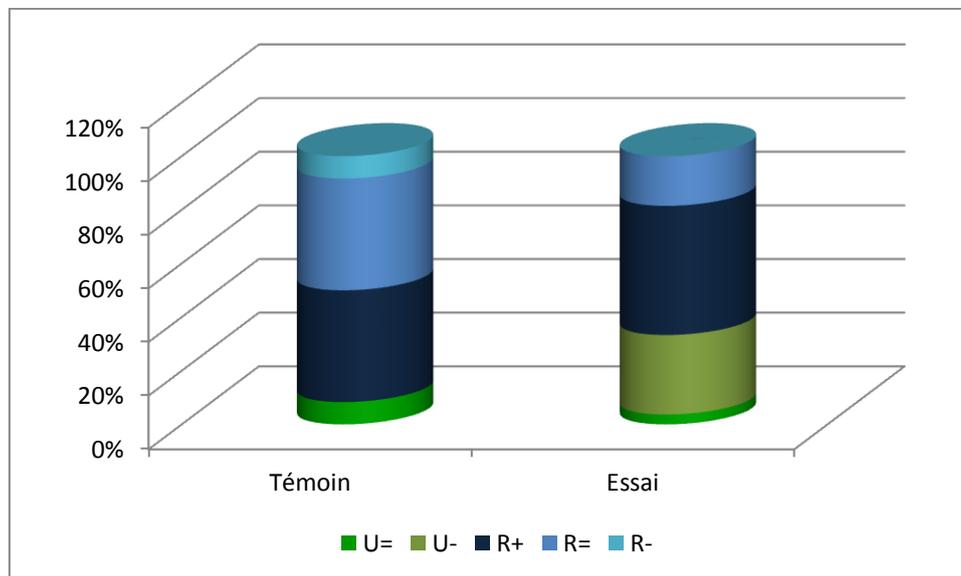


Figure 27 : Pourcentage de chaque conformation des bovins du lot témoin et essai

### 2.3. L'évaluation des carcasses

L'évaluation des carcasses a permis d'observer la quantité et la qualité du gras, ainsi que la couleur du gras et de la viande, exigées dans le cadre de la démarche « Bœuf de Nos Régions » (CC/07/01). Les notes attribuées pour cette évaluation varient de 1 (la moins bonne) à 6 (la meilleure). Pour le lot témoin comme pour le lot essai, la moyenne des notes pour l'ensemble des critères observés est de 5 (Tableau 32 et 33). Seul un bœuf, dans le lot essai, a reçu une note de 2 pour la quantité de gras de couverture et pour le persillé, mais il aurait pu être d'un état d'engraissement 4 s'il avait été abattu plus âgé.

	Quantité de gras de couverture	Quantité de gras interne	Persillé	Qualité du gras	Couleur du gras	Couleur de viande
<b>Minimum</b>	5	4	5	5	5	4
<b>Maximum</b>	6	5	6	5	6	5
<b>Moyenne</b>	5	5	5	5	5	5

Tableau 33 : Note d'observation des carcasses pour le lot témoin

	Quantité de gras de couverture	Quantité de gras interne	Persillé	Qualité du gras	Couleur du gras	Couleur de viande
<b>Minimum</b>	2	3	2	4	4	3
<b>Maximum</b>	5	5	5	6	5	6
<b>Moyenne</b>	5	5	5	5	5	5

Tableau 34 : Note d'observation des carcasses pour le lot essai

#### 2.4. Effet des sources de lin sur les profils d'acides gras

Les résultats des profils d'acides gras présentent des rapports n-6/n-3 faibles pour les deux lots, rapports nettement inférieurs à la recommandation de l'AFSSA. La faiblesse de ces rapports peut s'expliquer puisque le niveau d'acide gras linoléique (ALA) est lui aussi faible (Tableau 35).

Acides gras (% AG totaux)	Témoin	Essai
<b>AGS</b>	46,6 ± 3*	45,7 ± 2,2
<b>AGPI</b>	7,4 ± 2,6	8,2 ± 1,5
<b>C16:0</b>	24,1 ± 1,5	22,8 ± 1,2
<b>LA 18:2 n-6</b>	2 ± 1,3	2,3 ± 1,1
<b>ALA 18:3 n-3</b>	1,5 ± 0,4	1,7 ± 0,3
<b>AGPI n-6/n-3</b>	1 ± 0,2	1,1 ± 0,1

Tableau 35 : Variations de la composition en acides gras des lipides totaux par lot (\*Ecart-type (P < 0,05))

L'analyse par le test de Student des profils d'acides gras ne montre aucune différence significative entre le lot témoin et le lot essai, puisque le p-value est largement supérieur au seuil de 5 % (Tableau 36).

Différence	0,320
t (Valeur observée)	0,025
t  (Valeur critique)	2,306
DDL	8
p-value (bilatérale)	0,980
alpha	0,05

Tableau 36 : Test de Student des profils d'acides gras entre le lot témoin et essai à IC de 95 %

Les rapports n-6/n-3 obtenus dans cet essai sont inférieurs à ceux observés lors de l'essai précédent, avec les bovins au régime à l'herbe, puisque la moyenne était de 2,1. Cette différence peut éventuellement s'expliquer par l'alimentation apportée aux bovins avant les essais. Dans l'essai précédent, la ration des animaux n'étaient pas connue avant la phase de finition. Au contraire, dans ce cas, la ration précédant l'essai est connue. Elle ne se compose que d'herbe, de pulpe de betteraves et de luzerne déshydratée, donc de sources élevées en ALA et faibles en LA.

## 2.5. Comparaison des profils d'acides gras par muscle

Lors de l'essai, deux prélèvements ont été réalisés sur deux muscles différents, un sur la bavette de flanchet et l'autre sur le rumsteck. Le but original de ces deux prélèvements était d'anticiper l'évolution future du cahier des charges BBC, et de mesurer s'il y avait des différences significatives dans les profils d'acides gras. Une différence entre les muscles est observée seulement sur les AGPI et le LA. Il n'y a pas ou peu de différences entre les deux muscles pour les autres profils d'acides gras (Tableau 37).

		AGS	C16:0	AGPI	LA	ALA	LA/ALA	w6/w3	AGS/ALA	C16/ALA	AGPI/ALA
<b>Essai</b>	Bavette	49,3	23,4	6,88	1,92	1,6	1,2	1	30,8	14,6	4,3
	Rumsteck	45,5	22,6	8,16	2,21	1,7	1,3	1,1	26,8	13,3	4,8
<b>Témoin</b>	Bavette	51	24,2	4,92	1,08	1,2	0,9	0,8	42,5	20,2	4,1
	Rumsteck	45,2	22,8	9,36	2,52	1,8	1,4	1,1	25,1	12,7	5,2

Tableau 37 : Composition en acides gras pour le rumsteck et pour la bavette par lot

Selon le test de Student, les profils d'acides gras ne montrent aucune différence significative entre le rumsteck et la bavette, puisque le p-value est supérieur au seuil de 5 % (Tableau 38 et 39).

Différence	2,366
t (Valeur observée)	1,178
t  (Valeur critique)	2,262
DDL	9
p-value (bilatérale)	0,269
alpha	0,05

Tableau 38 : Test de Student des profils d'acides gras entre la bavette et le rumsteck pour le lot témoin à IC de 95 %

Différence	0,751
t (Valeur observée)	1,319
t  (Valeur critique)	2,262
DDL	9
p-value (bilatérale)	0,220
alpha	0,05

Tableau 39 : Test de Student des profils d'acides gras entre la bavette et le rumsteck pour le lot essai à IC de 95 %

## 2.6. Eligibilité des lots à la démarche BNR et à la filière BBC

Les animaux utilisés dans le cadre de l'essai étaient engagés en démarche « Bœuf de Nos Régions ». Au total, 14 animaux ont été exclus dans les deux lots : 4 dans le lot témoin et 10 dans le lot essai, en raison de l'âge excessif (supérieur à 30 mois) (Tableau 40).

Lot	Témoin	Essai
<b>Nombre d'animaux</b>	12	27
<b>Types d'animaux</b>	Bœuf	Bœuf
<b>Age maximum</b>	33 mois	33 mois
<b>Age minimum</b>	25 mois	24 mois
<b>Race</b>	Viande	Viande
<b>Alimentation</b>	BNR	BNR
<b>Etat d'engraissement</b>	3	3
<b>Poids carcasse minimum (kg)</b>	396,5	392
<b>Conformation</b>	U= à R -	U= à R =
<b>Couleur de la viande</b>	4 à 5	3 à 6
<b>Couleur du gras</b>	5 à 6	4 à 5
<b>Qualification BNR de l'ensemble des bovins</b>	<b>non</b>	<b>non</b>

Tableau 40 : Eligibilité des bovins aux conditions du cahier des charges BNR (CC/07/01) par lot

Le dépassement de l'âge maximum exigé dans le cadre du BNR était lié majoritairement au souhait de respecter le cahier des charges BBC, qui demande une finition entre 50 à 100 jours.

L'ensemble des bovins respectaient les exigences du cahier des charges pour les profils d'acides gras, puisque pour les deux lots, l'ensemble des critères est inférieur à la valeur cible du cahier des charges BBC (Tableau 41).

BBC	Cible	Tolérance	Témoin	Essai
<b>LA/ALA</b>	≤ 3,5	≤ 4,5	1,2	1,3
<b>n-6/n-3</b>	≤ 3	≤ 4,5	1	1,1
<b>C16:0/ALA</b>	≤ 30	≤ 50	17	13,7
<b>AGPI/ALA</b>	≤ 8	≤ 10	4,7	4,7
<b>AGS/ALA</b>	≤ 70	≤ 100	32,9	33,1
<b>ALA</b>	≥ 0,8	≥ 0,7	1,5	1,7
<b>Qualification BBC</b>			oui	oui

Tableau 41 : Eligibilité des bovins aux conditions du cahier des charges « Bleu Blanc Cœur » par lot

## 2.7. Discussion de l'essai

L'essai a permis de confirmer les liens entre la démarche « Bœuf de Nos Régions » et la filière Bleu-Blanc-Cœur, puisque les animaux nourris avec l'alimentation recommandée en BNR sont éligibles à la filière Bleu-Blanc-Cœur, d'après ces critères de profils d'acides gras. Cela s'est confirmé en comparant les différentes sources, et il n'y avait aucune différence significative entre le tourteau de lin et le lin extrudé.

Par contre, selon les critères du GMQ et de l'IC, une différence de performance zootechnique entre les lots a été constatée. Selon ces deux critères, le lot témoin ayant reçu le tourteau de lin a été plus performant. Dans l'observation de ce résultat, il y a deux points à prendre en considération :

- D'une part, l'effectif par lot n'était pas le même, donc la comparaison des indicateurs GMQ et IC ne permet pas de calculer la répétabilité de ces mesures. De plus, le nombre important d'animaux dans le lot essai a pu aussi engendrer une concurrence pour l'accès à l'auge.
- D'autre part, les poids vifs des bovins au début de l'essai n'étaient pas homogènes, ce qui a pu impacter l'efficacité de la phase de finition, pour le lot essai au lin extrudé.

Lors de cet essai, nous avons souhaité choisir deux muscles pour les prélèvements. Cela n'avait pas d'effet significatif sur les profils d'acides gras. Le choix de faire un prélèvement sur le rumsteck est venu d'une demande de BBC.

Le prélèvement sur rumsteck nécessite une découpe de la carcasse, ce qui a occasionné un coût supplémentaire et une organisation particulière, en raison du nombre important de personnes intervenant lors de la découpe des carcasses. Ce dernier point a provoqué une absence de prélèvements sur des animaux. Pour ces raisons, les prélèvements sur bavette ont été privilégiés.

Le rapport n-6/n-3 observé dans le cadre de cet essai a été plus faible et encore plus intéressant que dans l'essai précédent, pour les bovins ayant reçu le même régime. Cette différence peut être liée aux rations distribuées avant l'essai. L'autre hypothèse pourrait être liée aux valeurs nutritionnelles des fourrages et aux quantités distribuées, inconnues lors de l'essai précédent.

Afin de compléter cet essai, il aurait été opportun de mesurer l'évolution de l'oxydation des lipides des muscles entre les animaux nourris avec du tourteau de lin et ceux nourris au lin extrudé. Ainsi, on aurait pu analyser les conséquences de la source de lin sur la lipoperoxydation, et aussi observer les effets antioxydants de l'herbe, constituant la seule base fourragère dans cet essai.

# Conclusion

La démarche « Bœuf de Nos Régions » est née après une réflexion de plus de 30 ans, et son objectif est de répondre aux attentes du consommateur. Ainsi, le cahier des charges « Bœuf de Nos Régions » de la SVA Jean Rozé, fut constitué afin de répondre à une qualité sensorielle de la viande (viande rouge, goût, tendreté).

Mais les évolutions récentes de notre société ont fait apparaître de nouvelles demandes concernant particulièrement la qualité nutritionnelle des produits. Cet enjeu mobilisa les institutions telles que l'AFSSA, qui a émis des recommandations pour notre alimentation, avec, entre autres, un rapport d'Oméga 6 sur Oméga 3 de 5 maximum.

L'association Bleu Blanc Cœur a pris cet enjeu nutritionnel comme une priorité. Elle a effectivement construit un cahier des charges dont l'objectif est de répondre à la qualité nutritionnelle souhaitée actuellement, et reconnue par les pouvoirs publics. Elle promeut l'utilisation du lin extrudé.

Les démarches « Bœuf de Nos Régions » et « Bleu Blanc Cœur » ont donc des intérêts communs, qui se concrétisent avec cette étude, qui devait initialement se réaliser dans le cadre Pôle d'Excellence Rural. Les deux essais consécutifs ont montré que la démarche « Bœuf de Nos Régions » répondait au cahier des charges « Bleu Blanc Cœur », et donc aux attentes nutritionnelles des consommateurs, avec des rapports Oméga 6 sur Oméga 3 inférieurs à 3.

Les effets de l'alimentation sur la valeur nutritionnelle de la viande ont été clairement démontrés dans le cadre de cette étude. Les travaux précédents mettaient particulièrement en avant l'intérêt du lin et de l'herbe pour améliorer le rapport des acides gras n-6 / n-3. Mais ces études présentaient l'impact nutritionnel de ces aliments de façon indépendante, alors que certaines démarches telles que le « Bœuf de Nos Régions » additionnent l'utilisation du lin et de l'herbe dans les rations des animaux.

Cette reconnaissance nutritionnelle devait aboutir au développement de produits « Bœuf de Nos Régions », communiquant sur ces atouts nutritionnels. Mais le programme ministériel Pôle d'Excellence Rurale a été abandonné, et donc aucune reconnaissance nutritionnelle n'a été réalisée à ce jour.

Toutefois, il existe une distinction entre les deux démarches, puisque Bleu Blanc Cœur favorise l'utilisation du lin extrudé, alors que le tourteau de lin est majoritairement utilisé en démarche « Bœuf de Nos Régions ». Cette distinction est à l'origine du deuxième essai, qui a montré qu'il y n'avait pas de différences significatives entre les deux formes de lin. L'une des perspectives possibles de cet essai est la mesure de l'oxydation des lipides, qui est déterminant dans l'évolution des profils d'acides gras d'un produit alimentaire.

Mais l'une des sources alimentaires intéressantes, pour l'amélioration des valeurs nutritionnelles de la viande, reste l'herbe. L'étude bibliographique, ainsi que les deux essais, ont démontré que l'herbe permettait d'améliorer de façon significative le rapport d'acides gras n-6 / n-3. Et l'herbe a de nombreux autres atouts, constituant ainsi un véritable enjeu d'avenir pour l'évolution de l'élevage et de l'agriculture.

# Références bibliographiques

**AFSSA, 2001.** Acides gras de la famille Oméga 3 et système cardiovasculaire

**AGRESTE, 2014.** Synthèse conjoncture consommation. Synthèse, 2014/256, 1-5.

**ALAVOINE, 2012.** Déviation trans11-trans10 de la biohydrogénation des acides gras dans le rumen

**AUROUSSEAU B., BOUCHART D., CALICHON E., MICOL D., PRIOLO A., 2004.** Effect of grass or concentrate feeding systems and rate of growth on triglyceride and phospholipid and their fatty acids in the M. *Longissimus thoracis* of lambs. Meat Science, 66, 531-541.

**BAS P., SAUVANT D., 2001.** Variation of lipid composition of adipose tissues and muscles in cattle. Inra Productions animales, 14 (5), 311-322.

**BAUCHART D., CHANTELOT F., GANDEMER G., 2008.** Nutritional quality of beef and bovine offal : recent results for the main nutrients. Cahiers de nutrition et de diététique, 43, 29-39.

**BAUCHART D., DURAND D., GRUFFAT D., 2003.** Effects of linseed-supplemented diets on specific fatty acids in total lipids and in neutral and polar components of lipids of *Rectus abdominis* and *Longissimus thoracis* muscles and of intermuscular adipose tissue of finishing crossbred CharaolaisXSalers steers. In : Proceedings of 6<sup>th</sup> Scientific Meeting of the European Program "Heathy Beef", Dublin, Irlande, 10p.

**BAUCHART D., DURAND D., GRUFFAT-MOUTY D., DOZIAS D., ORTIGUES-MARTY I., MICOL D., 2001.** Effets d'un régime à base d'herbe sur la teneur et la composition en acides gras des lipides des muscles et du foie chez le bouvillon à l'engrais. Rencontres Recherches Ruminants, 8, 108.

**BAUCHART D., GLADINE C., GRUFFAT D., LELOUTRE L., DURAND D., 2005.** Effects of diets supplemented with oil seeds and vitamin E on specific fatty acids of *Rectus abdominis* muscle in Charolais fattening bulls. In: Indicators of Milk and Beef Quality, EAAP Publication, 431-436.

**BAUCHART D., GOBERT M., HABEANU M., PARAFITA E., GRUFFAT D., DURAND D., 2010.** Influence des acides gras polyinsaturés n-3 et des antioxydants alimentaires sur les acides gras de la viande et la lipoperoxydation chez le bovin en finition. Oléagineux, corps gras et lipides, 17 (1), 30-36.

**BAUCHART D., ROY A., LORENZ S., FERLAY A., GRUFFAT D., CHARDIGNY J.M., SEBEDIO J.L., CHILLIARD Y. DURAND. D., 2007.** Dietary supply of butter rich in trans 18:1 isomers or 9cis, 11trans conjugated linoleic acid affects plasma lipoproteins in hypercholesterolemic rabbits. Lipids, 42, 123-133.

**BROUARD-JABET S., 2001.** Etude de la couleur des viandes de jeunes bovins. Institut de l'Elevage, Paris, 2013204.

**CENTRE INTERNATIIONAL DE RECHERCHE SUR LE CANCER, 2015.** Le programme des Monographies du CIRC évalue la consommation de la viande rouge et des produits carnés transformés.

**CHILLARD Y.**, 1993. Dietary fat and adipose tissue metabolism in ruminants, pigs, and rodents. *Journal of Dairy Science*, 76 (12), 3895-931

**CUVELIER C., CABARAUX J.-F., DUFRASNE I., ISTASSE L., HORNICK J.-L.**, 2005. Production, digestion et absorption des acides gras chez le ruminant. *Annales Médecine Vétérinaire*, 149, 49-59.

**DANNENBERGER D., NURNBERG G., SCOLLAN N., SCHABEL W., STEINHART H., ENDER K., NURENBERG K.**, 2004. Effect of diet on the deposition of n-3 fatty acids, conjugated linoleic and C18:1 trans fatty acid isomers in muscle lipids of German Holstein bulls. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 52, 6607-6615.

**DANNENBERGER D., NURNBERG K., SCOLLAN N., SCHABEL W., STEINHART H., ENDER K., NURENBERG G.**, 2005. Effect of pasture vs concentrate diet on CLA isomer distribution in different tissue lipids of beef cattle. *Lipids*, 40 (6), 589-598.

**DOREAU M., BAUCHART D., CHILLIARD Y.**, 2010. Enhancing fatty acid composition of milk and meat through animal feeding. *INRA Productions Animales*, 51, 19-29.

**DURAND D., GRUFFAT D., GLADINE C., GOBERT M., BAUCHART D.**, 2011. Intérêts des antioxydants sur la santé des animaux et la qualité de leurs produits. *Journée scientifique Valorex*.

**DURAND D., SCISLOWSKI V., CHILLARD Y., GRUFFAT D., BAUCHART D.**, 2005. High fat rations and lipid peroxidation in ruminants : consequences on animal health and quality of products. In : *Indicators of Milk and Beef Quality*, EAAP Publi., 112.

**EDUCAGRI**, 2012. Nutrition et alimentation des animaux d'élevage tome 1, Educagri, 32-75 p.

**FAO**, 2008. Disponibilité alimentaire de la population française.

**FONTY G., JOUANY J.-P., FORANO E., GOUET P.**, 1995. L'écosystème microbien du réticulo-rumen, INRA Paris, 299-347.

**FRANCE AGRIMER**, 2003. Arrêté interministériel sur la présentation des carcasses

**GANDEMER G.**, 1992. Les lipides de la viande : vers une estimation précise de leurs apports nutritionnels dans l'alimentation de l'homme. *Cahiers de l'ENSBANA*, 8, 25-48.

**GANDEMER G.**, 1995. Qualité nutritionnelle des lipides de la viande bovine. *Le point vétérinaire*, 26, 167-172.

**GATELLIER P., HAMELIN C., DURAND Y., RENERRE M.**, 2001. Effect of a dietary vitamin E supplementation on colour stability and lipid oxidation of air-and modified atmosphere-packaged beef. *Meat Science*, 59 (2), 133-140

**GOBERT M., GRUFFAT D., HABEAU M., PARAFITA E., BAUCHART D., DURAND D.**, 2010. Plant extracts combined with vitamin E in PUFA-rich diets of cull cows protect beef against lipid oxidation. *Meat Science*, 85, 676-683.

**GUIDE D'ANALYSE DU CAHIER DES CHARGES "BLEU BLANC COEUR"**, 2011, référence DQ 33/X

**HOCQUETTE J.F., BAUCHART D.,** 1999. Intestinal absorption, blood transport and hepatic and muscle metabolism of fatty acids in preruminant and ruminant animals. *Reproduction Nutrition Development*, 39 (1), 27-48.

**HOCQUETTE J.F., ORTIGUES-MARTY I., DAMON M., HERPIN P., GEAY Y.,** 2000. Métabolisme énergétique des muscles squelettiques chez les animaux producteurs de viande. *Inra Productions Animales*, 13, 185-200.

**INSTITUT DE L'ELEVAGE,** 2005. Le point sur... L'alimentation des bovins et des ovins et la qualité des viandes. *Interbev*, 25-89 p.

**INSTITUT DE L'ELEVAGE,** 2009. Le point sur... La qualité des carcasses et des viandes de gros bovins. *Interbev*, 49-72 p.

**KEMP P., LANDER D.J.,** 1984. Hydrogenation in vitro of  $\alpha$ -linolenic acid to stearic acid by mixed cultures of pure strains of rumen bacteria. *Journal General Microbiology.*, 130, 527-533.

**LEBRET B., LEFAUCHEUR L., MAUROT J.,** 1999. La qualité de la viande porc. Influence des facteurs d'élevage non génétiques sur les caractéristiques du tissu musculaire. *INRA Productions Animales*, 12, 61-75.

**LEGRAND P., BOURRE JM., DESCOMPS B., DURAND G., RENAUD S.,** ANC Lipides. In: Apports nutritionnels conseillés pour la population française. A. Martin Ed, AFFSA, Ed Tec et Doc. Paris. 2001.

**MARCHAND A.,** 2011. Filière viande, Propositions pour conjuguer une agriculture rentable et une nourriture saine.

**MAXIN G., GLASSER F., DOREAU M. BAUMONT R.,** 2013. Prévion de la teneur en matières grasses et de la composition en acides gras des fourrages. *Rencontres. Recherches. Ruminants*, 20.

**MONTAGNE L.,** 2008. Bases nutritionnelles de l'alimentation des animaux, CNAM.

**NOCI F., MONAHAN F.J., FRENCH P., MOONEY A.P.,** 2005. The fatty acid composition of muscle fat and subcutaneous adipose tissue of pasture-fed heifers : influence of the duration grazing. *Journal of Animal Science*, 83, 1167-1178.

**O'SULLIVAN A., GALVIN K., MOLONEY A.P., TROY D.J., O'SULLIVAN K., KERRY J.P.,** 2003. Effect of pre-slaughter rations of forage and concentrates on the composition and quality of retail packaged beef. *Meat Science*, 63 (3), 279-286.

**PNNS (PROGRAMME NATIONAL NUTRITION SANTE),** 2009. Nutrition et prévention des cancers : des connaissances scientifiques aux recommandations. Institut national du Cancer, Boulogne-Billancourt, 50p.

**PRIOLO A., MICOL D., AGABRIEL J.,** 2001. Effects of grass feeding systems on ruminant meat color and flavor. A review. *Animal Research*, 50, 185-200.

**RENERRE M.**, 1982. Effects of age and slaughter weight on the color of beef. *Sciences aliments*, 2 (1), 17-30.

**RENERRE M., VALIN C.**, 1979. Influence de l'âge sur les caractéristiques de la couleur de la viande des bovins de race limousine. *Annales de technologies agricoles*, 28, 319-332.

**SADAKA C.**, 2011. Composition chimique et intérêt nutritionnel de la viande de bœuf à partir de l'analyse des données INRA 2007 pour le Centre d'Information des Viandes, CNAM.

**SMITH S.B., CROUSE J.D.**, 1984. Relative contributions of acetate, lactate and glucose to lipogenesis in bovine intramuscular and subcutaneous adipose tissue. *Journal of Nutrition*, 114 (4), 792-800.

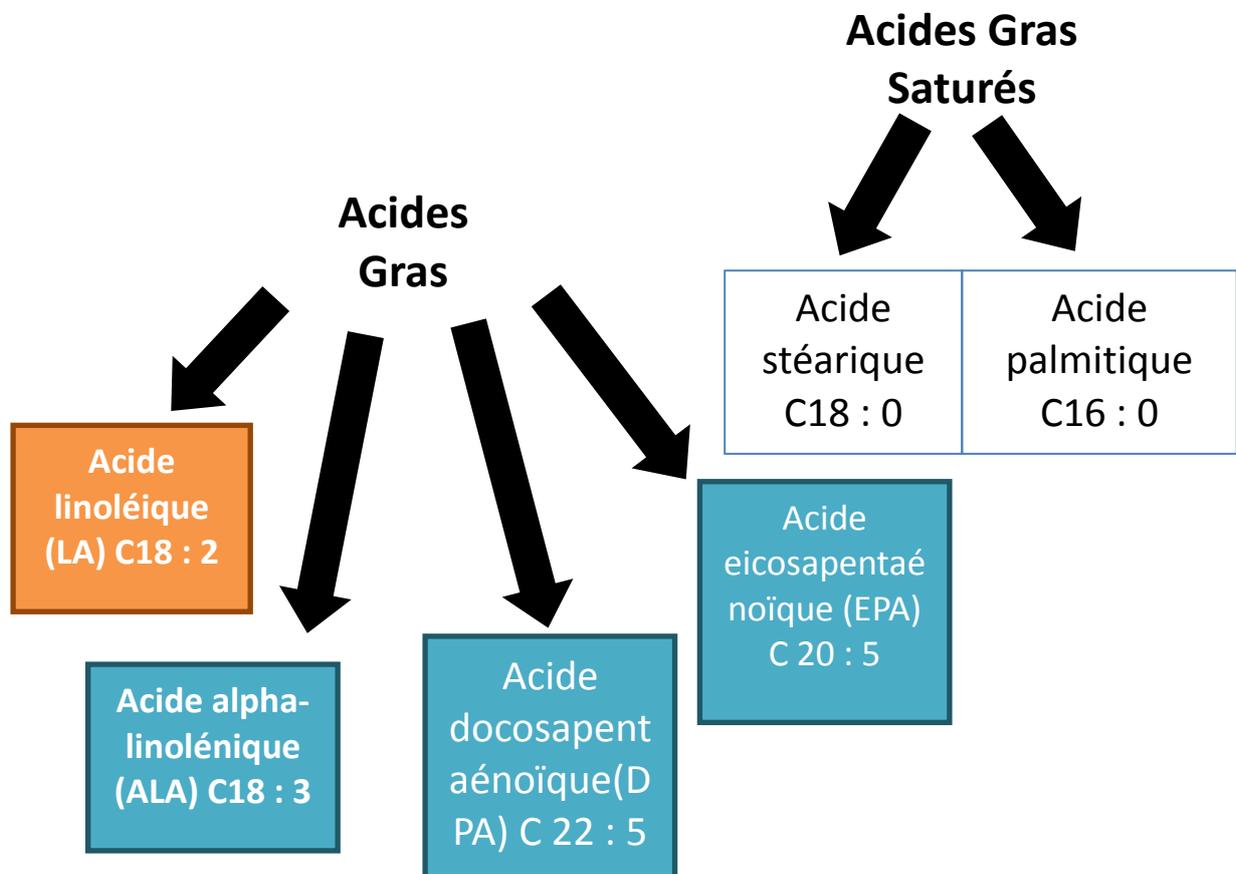
**SERMANT A.**, 2013. Dynamique et intensité de biotransformation dans le rumen

**TABLES INRA**, 2007. Besoins des animaux et valeurs des aliments, 91-107.

**TORAL P.G., BELENGUER A., SHINGFIELD K.J., HERVAS G., TOIVONEN V., FRUTOS P.**, 2012. Fatty acid composition and bacterial community changes in the rumen fluid of lactating sheep fed sunflower oil plus incremental levels of marine algae. *Journal Dairy Sciences*, 95, 794-806.

# Annexes

# Principaux composants de la matière grasse de la viande



Annexe 1

Grille EUROP : Conformation et état d'engraissement



E

• Excellente



U

• Très bonne



R

• Bonne



O

• Assez bonne



P

• Médiocre



1

• Très faible



2

• Faible



3

• Moyen



4

• Fort



5

• Très Fort

Annexe 2

**Développement des profils de la carcasse  
et notamment des parties essentielles de celle-ci  
(Cuisse, dos, épaule) - Règlement (CE) n° 1249/2008**

Classe de conformation	Description		
S Supérieure	Tous les profils extrêmement convexes ; développement musculaire exceptionnel avec doubles muscles (type culard)	<i>Cuisse</i> : très fortement rebondie double musculature, rainures visiblement séparées <i>Dos</i> : très large et très épais jusqu'à la hauteur de l'épaule <i>Épaule</i> : très fortement rebondie	Le tendre de tranche déborde très largement sur la symphyse ( <i>symphysis pelvis</i> )  Le <i>rumsteck</i> est très rebondi
E Excellente	Tous les profils convexes à super convexes ; développement musculaire exceptionnel	<i>Cuisse</i> : très rebondie <i>Dos</i> : large et très épais, jusqu'à la hauteur de l'épaule. <i>Épaule</i> : très rebondie	Le tendre de tranche (1) déborde largement sur la symphyse ( <i>symphysis pelvis</i> )  Le <i>rumsteck</i> ( <sup>2</sup> ) est très rebondi
U Très bonne	Profils convexes dans l'ensemble ; fort développement musculaire	<i>Cuisse</i> : rebondie <i>Dos</i> : large et épais, jusqu'à la hauteur de l'épaule <i>Épaule</i> : rebondie	Le tendre de tranche(1) déborde sur la Symphyse ( <i>symphysis pelvis</i> )  Le <i>rumsteck</i> ( <sup>2</sup> ) est rebondi
R Bonne	Profils rectilignes dans l'ensemble ; bon développement musculaire	<i>Cuisse</i> : bien développée <i>Dos</i> : encore épais mais moins large à la hauteur de l'épaule <i>Épaule</i> : assez bien développée	Le tendre de tranche(1) et le <i>rumsteck</i> ( <sup>2</sup> ) sont légèrement rebondis
O Assez bonne	Profils rectilignes à concaves ; développement musculaire moyen	<i>Cuisse</i> : moyennement développée <i>Dos</i> : d'épaisseur moyenne <i>Épaule</i> : moyennement développée à presque plate	Le <i>rumsteck</i> ( <sup>2</sup> ) est rectiligne
P Médiocre	Tous les profils concaves à très concaves ; développement musculaire réduit	<i>Cuisse</i> : peu développée <i>Dos</i> : étroit avec os apparents <i>Épaule</i> : plate avec os apparents	

(1) Dénommé en Belgique « grosse cuisse »

(2) Dénommé en Belgique « petite tête »

Annexe 3

Classe de conformation	Description
<p style="text-align: center;"><b>1</b></p> <p style="text-align: center;">Très faible</p>	<p>Couverture de graisse inexistante à très faible</p> <p>Pas de graisse à l'intérieur de la cage thoracique</p>
<p style="text-align: center;"><b>2</b></p> <p style="text-align: center;">Faible</p>	<p>Légère couverture de graisse, muscles presque partout apparents</p> <p>A l'intérieur de la cage thoracique, les muscles entre les côtes sont nettement visibles</p>
<p style="text-align: center;"><b>3</b></p> <p style="text-align: center;">Moyen</p>	<p>Muscles, à l'exception de la cuisse et de l'épaule, presque partout couverts de graisse ; faibles dépôts de graisse à l'intérieur de la cage thoracique</p> <p>A l'intérieur de la cage thoracique, les muscles entre les côtes sont encore visibles</p>
<p style="text-align: center;"><b>4</b></p> <p style="text-align: center;">Fort</p>	<p>Muscles couverts de graisse mais encore partiellement visibles au niveau de la cuisse et de l'épaule ; quelques dépôts prononcés de graisse à l'intérieur de la cage thoracique</p> <p>Les veines de gras de la cuisse sont saillantes. A l'intérieur de la cage thoracique, les muscles entre les côtes peuvent être infiltrés de graisse</p>
<p style="text-align: center;"><b>5</b></p> <p style="text-align: center;">Très fort</p>	<p>Toute la carcasse recouverte de graisse, dépôts importants de graisse à l'intérieur de la cage thoracique</p> <p>La cuisse est presque entièrement recouverte d'une couche épaisse de graisse, de sorte que les veines de gras sont très peu apparentes</p> <p>A l'intérieur de la cage thoracique, les muscles entre les côtes sont infiltrés de graisse</p>

Annexe 4

## **Etude de l'amélioration du rapport entre les acides gras n-6 et les acides gras n-3 de la viande bovine**

**Résumé :** Aujourd'hui les nutritionnistes recommandent de consommer plus d'acides gras polyinsaturés de la famille des Oméga 3, à raison de 2 g/jour, afin de rééquilibrer le rapport entre oméga 6 et oméga 3. Ce souhait des professionnels de santé a donné naissance à des recommandations alimentaires par l'AFSSA, qui préconise un rapport d'acides gras n-6 sur acides gras n-3 de 5 maximum, alors qu'il est de 15 actuellement dans la population française. La viande bovine est un produit décrié par les nutritionnistes, car riche en acides gras saturés, avec un mauvais rapport Oméga 6 sur Oméga 3. Puisque ce dernier varie de 5 à 11 en moyenne dans la viande bovine. La diminution de la consommation de la viande bovine et ces observations nutritionnelles ont donné lieu à des études afin d'améliorer les apports nutritionnels de la viande bovine. Ces études démontrèrent que l'alimentation des bovins était un facteur clé. Ce constat est à l'origine d'associations comme « Bleu Blanc Cœur » qui promeuvent majoritairement le lin, afin d'améliorer les valeurs nutritionnelles des produits. Certains industriels de la viande tels que SVA Jean Rozé ont aussi observé les effets de l'alimentation sur la qualité sensorielle de la viande bovine, ce qui créa la démarche « Bœuf de Nos Régions ». L'étude démontre que les aliments tels que le lin et l'herbe, qui sont conseillés dans le cadre de la démarche de SVA Jean Rozé, permettent aussi d'améliorer la qualité nutritionnelle puisqu'un rapport d'acides gras n-6 sur acides gras n-3 inférieur à 2 est obtenu. Le respect d'une alimentation majoritairement constituée d'herbe et complétée avec de la pulpe de betteraves, de la luzerne déshydratée et du lin, améliore de façon significative la qualité nutritionnelle de la viande, répondant ainsi aux recommandations contemporaines.

**Mots-clés :** viande bovine, acides gras n-6, acides gras n-3, Bleu Blanc Cœur, Bœuf de Nos Régions.

### **Study on improving the ratio of n-6 fatty acids to n-3 fatty acids in beef**

**Summary:** Today, nutritionists recommend eating more polyunsaturated fatty acids from the Omega 3 family, that is to say 2 g/day, in order to rebalance the ratio between Omega 6 and Omega 3. This wish expressed by health professionals has resulted in dietary guidelines established by AFSSA, which recommends a ratio of n-6 fatty acids to n-3 fatty acids of up to a maximum of 5, which is currently at 15 in the French population. Beef is a product decried by nutritionists as being rich in saturated fatty acids, with a very poor Omega 6 to Omega 3 ratio. The latter is actually between 11 to 5, on the average, in beef. The decrease in consumption of beef and these nutritional concerns led to studies to improve the nutritional intake of beef. These studies showed that cattle feed was a key factor. This finding is at the origin of associations, such as "Bleu Blanc Cœur", which mainly promote flax to improve the nutritional value of products. Some players in the meat industry, such as SVA Jean Rozé, also observed the effects of diet on the sensory quality of beef, which led to the creation of the initiative, "Bœuf de Nos Régions" (Beef of our Regions). The study shows that feeds such as flax and grass, which are recommended as part of the process at SVA Jean Rozé, also help to improve the nutritional quality since a ratio of less than 2 of n-6 fatty acids to n-3 fatty acids is obtained. Compliance with a diet mainly composed of grass supplemented with beet pulp, dehydrated alfalfa and flax, significantly improves the nutritional quality of meat, and thus meets the current recommendations.

**Keywords:** beef, n-6 fatty acids n-6, n-3 fatty acids, Bleu Blanc Cœur, Bœuf de Nos Régions (Beef of our Regions)