

# Proposition d'un complément au système EUROP

**Un jeu d'indicateurs complémentaires au système EUROP pour mieux caractériser les carcasses bovines**

**Mots-clés :** Carcasse bovine, Système EUROP, Classification, Abattoir, Indicateur, Structure hiérarchique

**Auteurs :** Valérie Monteils<sup>1</sup>, Cécile Sibra<sup>1</sup>, Marie-Pierre Ellies-Oury<sup>1,2</sup>, Raphaëlle Botreau<sup>1</sup>, Anne De la Torre<sup>1</sup>, Claire Laurent<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Université Clermont Auvergne, INRA, VetAgro Sup, UMR Herbivores, F-63122 Saint-Genès-Champanelle, France ; <sup>2</sup> Bordeaux Science Agro, 1 cours du Général de Gaulle, CS 40201, F-33175 Gradignan, France.

\* E-mail de l'auteur correspondant : [valerie.monteils@vetagro-sup.fr](mailto:valerie.monteils@vetagro-sup.fr)

**Le système EUROP de classification des carcasses contient 4 indicateurs peu informatifs. Cette étude propose, à partir d'une revue de la littérature scientifique, un jeu d'indicateurs complémentaires au système EUROP dans le but de caractériser plus précisément les carcasses en abattoir.**

## Résumé :

L'étude présentée ici repose sur un article publié dans *Livestock Science* (2017) 202 : 44-51 et sur un chapitre de l'ouvrage « La Chaîne de la Viande Bovine – Production, Transformation, Valorisation et Consommation de la viande bovine », à paraître aux éditions Lavoisier. Elle avait comme objectif de proposer un jeu d'indicateurs complémentaires au système EUROP, afin de caractériser plus précisément les carcasses bovines en abattoir. Le système EUROP contient seulement 4 indicateurs (catégorie de l'animal, conformation, état d'engraissement et poids de la carcasse chaude) qui ne permettent pas de prendre en considération la complexité de la carcasse et les intérêts multiples des différents acteurs de la filière viande. Une revue scientifique (142 articles publiés entre 2010 et 2015) a permis d'identifier 89 indicateurs candidats applicables en abattoir, c'est-à-dire sans désorganiser significativement la chaîne d'abattage, ni engendrer une dépréciation de la carcasse. Ces indicateurs ont été classés selon une structure hiérarchique réalisée à partir de l'expertise des auteurs, en vue d'en faire une sélection. La sélection des indicateurs retenus s'appuie sur leur fréquence de citations dans la littérature et sur la classification hiérarchique, en évitant les redondances entre ces indicateurs et ceux du système EUROP. Au final, un jeu de 5 indicateurs a été sélectionné : le poids du quartier arrière, la couleur de la viande, le rendement de découpe commercialisable, la surface de noix de côte et la note de persillé.

## Abstract: Additional indicators as a complement to the EUROP system

This study is based on a publication in *Livestock Science* (2017) 202: 44-51 and in a chapter of the book "La Chaîne de la Viande Bovine – Production, Transformation, Valorisation et Consommation de la viande bovine" to be published by Lavoisier editions. The aim of this study was to propose an additional set of indicators as a complement to the EUROP system, to characterize beef carcasses in slaughterhouses in a more precise way. The EUROP system includes only 4 indicators (category of animal, conformation score, fat score and hot carcass weight). The complexity of the carcass and the multiple interests of stakeholders in the production chain are consequently not considered. A scientific inventory (142 articles from 2010 to 2015) identified 89 operational candidate indicators in slaughterhouse, i.e. without significantly disrupting the slaughter chain and without depreciating the value of the carcass. These indicators were organized according to a hierarchical structure by the authors' appraisal to select them. Indicators were selected based on the hierarchical structure according to their citation ranking in the literature and by ensuring that they were not redundant to the EUROP system and between them. Finally, a set of five indicators is proposed: hindquarter weight, meat colour, retail-cut yield, rib-eye area and marbling score.

## INTRODUCTION

De nombreux systèmes de classification des carcasses bovines sont utilisés dans le monde afin d'évaluer leur valeur et organiser leur commercialisation. Ces systèmes mettent en avant les caractéristiques principales pour distinguer les carcasses les unes des autres. Selon les pays, le nombre (n= 4 à 14) et la nature des indicateurs utilisés varient fortement (Tableau 1). Le système EUROP contient en plus du type racial (lait ou viande) seulement 4 indicateurs, qui sont peu informatifs. Il ne permet pas de prendre en considération la complexité et l'hétérogénéité qui caractérisent une carcasse. De ce fait, au sein d'une même classe du système EUROP, des carcasses peuvent présenter des proportions variables de muscles et de parties non valorisables, ou des proportions variables de muscles à très haute valeur marchande.

Au sein de la filière viande, la carcasse est à l'interface entre l'éleveur, l'abatteur et le revendeur. Ces acteurs ont des objectifs de valorisation différents (Nielsen et Jeppesen, 2001 ; Dockès *et al.*, 2011). Comme l'utilisation du système EUROP est obligatoire en Europe et que les critères de paiement s'appuient en grande partie dessus, l'éleveur cherche, tout en considérant ses charges d'élevage, à produire des animaux qui donneront des carcasses lourdes, avec un fort développement musculaire et un état d'engraissement modéré. Les caractéristiques d'une carcasse attendues par

l'abatteur sont un rendement de découpe élevé et des frais de stockage limités. La quantité de viande issue d'une carcasse et la proportion de muscles à très haute valeur marchande sont importantes pour le revendeur. En outre, ce dernier cherche à satisfaire les attentes supposées du consommateur, notamment sur les critères de qualité de la viande en bouche. Or, dans la plupart des cas, les propriétés des carcasses n'ont que peu de lien avec les attentes des consommateurs en termes de qualité sensorielle (Bonny *et al.*, 2016a ; Guzek *et al.*, 2016).

Le système EUROP ne permet donc pas de considérer correctement les intérêts des différents acteurs de la filière.

L'objectif de ce travail était de proposer un jeu d'indicateurs complémentaires au système EUROP, utilisable en routine dans les abattoirs européens et permettant de considérer les principaux éléments fondateurs de la caractérisation des carcasses. Un inventaire des variables utilisées pour caractériser les carcasses a été réalisé grâce à une revue bibliographique à partir d'articles scientifiques internationaux (plus facilement accessibles que les grilles de classification des différents pays). Ces variables, considérées comme des indicateurs candidats, ont été organisées au sein d'une structure hiérarchique incluant les fréquences de citations en vue d'une sélection.

**Tableau 1 :** Indicateurs utilisés dans 7 systèmes de classification des carcasses bovines (X : indicateurs directement utilisés ; \* : indicateurs utilisés pour l'estimation d'un indicateur synthétique ; entre parenthèses le nombre de classes existantes)

| Origine de la grille de classification           | Brésil <sup>1</sup> | Europe <sup>2</sup> | Afrique du Sud <sup>3</sup> | Nouvelle Zélande <sup>4</sup> | USA <sup>5</sup> | Canada <sup>6</sup> | Japon <sup>7</sup> |
|--|---------------------|---------------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------|---------------------|--------------------|
| Sexe de l'animal                                 |                     |                     | X                           |                               |                  | *                   |                    |
| Catégorie d'animal                               | X                   | X                   |                             | X                             |                  |                     |                    |
| Poids carcasse                                   | X                   | X                   |                             | X                             | *                |                     | *                  |
| État d'engraissement                             | X                   | X                   | X                           | X                             |                  |                     |                    |
| Conformation                                     |                     | X                   | X                           | X                             |                  | *                   |                    |
| Age  |                     |                     | X                           |                               |                  |                     |                    |
| Nombre d'incisives                               | X                   |                     |                             | X                             |                  |                     |                    |
| Maturité   |                     |                     |                             |                               | *                | *                   |                    |
| Lésions  |                     |                     | X                           |                               |                  |                     | *                  |
| Implant hormonal                                 |                     |                     |                             | X                             |                  |                     |                    |
| Épaisseur de gras de couverture                  |                     |                     |                             |                               | *                | *                   | *                  |
| Gras intramusculaire (persillé)                  |                     |                     |                             |                               | *                | *                   | *                  |
| Part de gras péri-rénal, péricardique et pelvien |                     |                     |                             |                               | *                |                     |                    |
| Couleur du gras                                  |                     |                     |                             |                               |                  | *                   | *                  |
| Texture du gras                                  |                     |                     |                             |                               |                  | *                   |                    |
| Brillance du gras                                |                     |                     |                             |                               |                  |                     | *                  |
| Qualité du gras                                  |                     |                     |                             |                               |                  |                     | *                  |
| Surface de noix de côte                          |                     |                     |                             |                               | *                |                     | *                  |
| Longueur de noix de côte                         |                     |                     |                             |                               |                  | *                   |                    |
| Largueur de noix de côte                         |                     |                     |                             |                               |                  | *                   |                    |
| Couleur de la viande                             |                     |                     |                             |                               | *                | *                   | *                  |
| Texture de la viande                             |                     |                     |                             |                               | *                | *                   | *                  |
| Brillance de la viande                           |                     |                     |                             |                               |                  |                     | *                  |
| Épaisseur côte sans gras sous-cutané             |                     |                     |                             |                               |                  |                     | *                  |
| Taille et forme de l'os de côte                  |                     |                     |                             |                               | *                |                     |                    |
| Niveau de rendement                              |                     |                     |                             |                               | X (5)            | X (5)               | X (3)              |
| Niveau de qualité                                |                     |                     |                             |                               | X (8)            | X (11)              | X (5)              |
| <b>Nombre total d'indicateurs</b>                | <b>4</b>            | <b>4</b>            | <b>5</b>                    | <b>6</b>                      | <b>11</b>        | <b>13</b>           | <b>14</b>          |

<sup>1</sup> Brazilian System of Classification of Bovine Carcasses, <sup>2</sup> Grille de classement des carcasses de gros bovins de la Communauté Européenne, <sup>3</sup> South African Meat Industry Company, <sup>4</sup> New Zealand Meat Classification Authority, <sup>5</sup> US department of Agriculture National, <sup>6</sup> Canadian Beef Grading Agency, <sup>7</sup> Japan Meat Grading Association.

# I. MATERIEL ET METHODES

## II.1. Cadre de l'étude

L'étude porte sur les carcasses de gros bovins. Une carcasse pouvant être définie différemment d'un pays à l'autre, la définition suivante a été choisie pour cette étude : la carcasse comprend le squelette avec les muscles, les tendons, les aponévroses, les graisses, les artères et veines, ainsi que les nerfs et ganglions ; elle ne comprend pas les parties non consommables (tête, pieds, peau, cornes, gras

interne...) et les abats (foie, poumons, cœur, rognons, langue, rate, cervelle, estomacs, intestins...). La carcasse, considérée de la fin de la chaîne d'abattage jusqu'à la découpe commerciale (pièces bouchères et muscles entiers), a été caractérisée en termes de qualité intrinsèque et de valeur technico-économique.

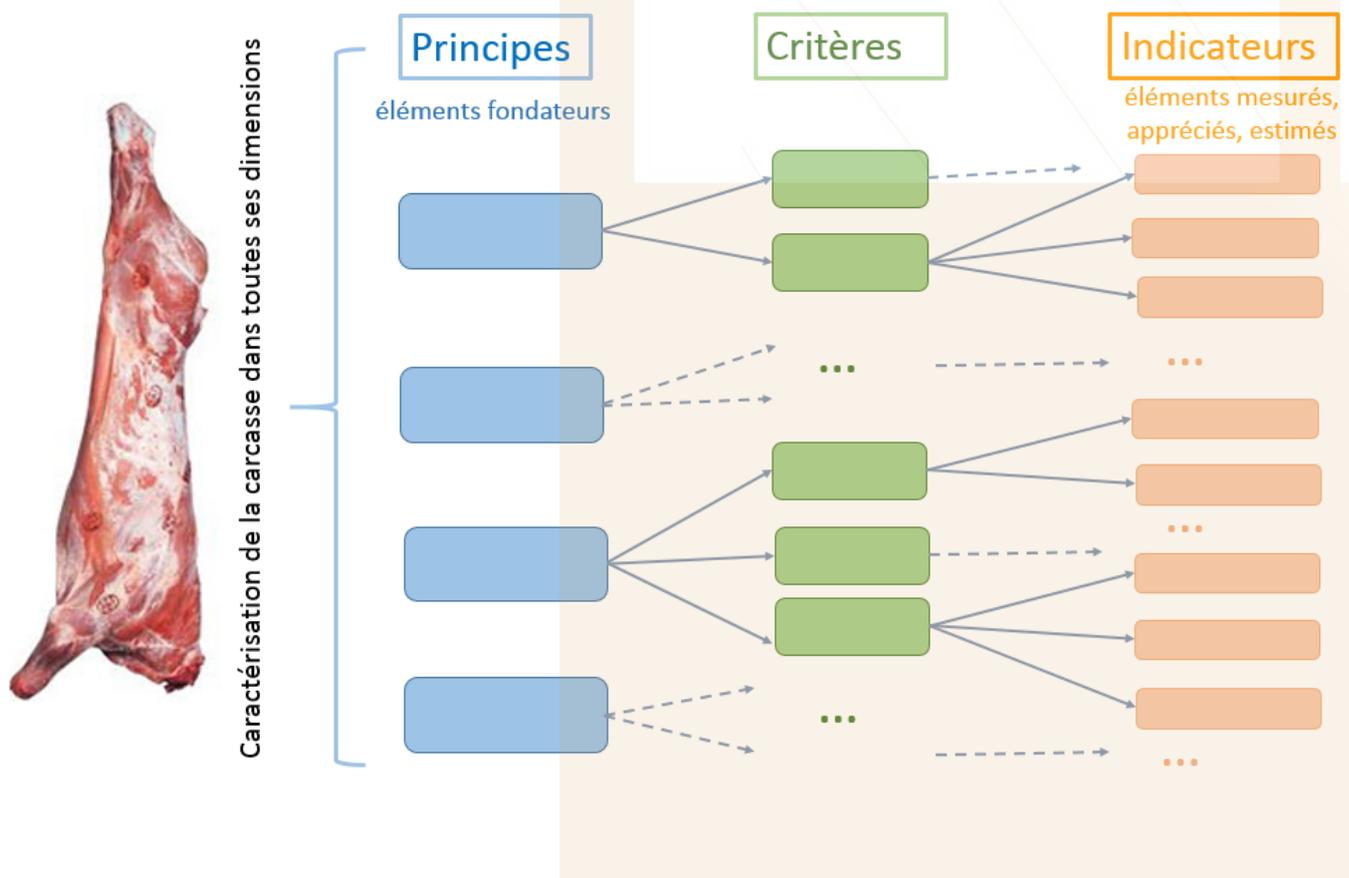
## II.2. Inventaire et organisation des indicateurs candidats utilisés dans la littérature scientifique récente

L'objectif étant d'identifier des indicateurs candidats, un indicateur a été défini comme étant une variable permettant de simplifier la description d'un système complexe. Il peut être quantitatif, mesuré ou estimé, ou qualitatif et apprécié (Girardin *et al.* 1999 ; Rey-Valette *et al.*, 2008). Il doit être fiable, sensible (Meul *et al.*, 2008), accessible, simple à calculer ou à évaluer (Bélangier *et al.*, 2012).

Ces indicateurs candidats ont été identifiés à partir des variables utilisées pour caractériser les carcasses bovines dans les articles scientifiques parus entre 2010 et 2015 (la liste des articles utilisés pour le recensement est disponible sur simple demande auprès de l'auteur correspondant). Seules les variables correspondant à la définition de la carcasse précédemment présentée, accessibles et applicables en abattoir commercial ont été recensées. Ainsi, ont été considérées les variables pouvant être recueillies sans désorganiser significativement le fonctionnement de la chaîne d'abattage et sans déprécier la carcasse par un prélèvement partiel pour analyse. Les variables inventoriées ont été considérées comme des indicateurs candidats pour caractériser les carcasses.

Afin de davantage considérer les intérêts des différents acteurs de la filière et d'appréhender la caractérisation des carcasses, les indicateurs candidats ont été organisés selon une structure hiérarchique. Par sa facilité d'utilisation et de compréhension, la méthode Principes, Critères et Indicateurs est considérée comme la plus universelle pour réaliser une structure hiérarchique dans un grand nombre de domaines (Van Cauwenbergh *et al.*, 2007). Ainsi, les éléments fondateurs de la caractérisation des carcasses (appelés Principes, 1<sup>er</sup> niveau de la structure hiérarchique) ont été définis. Ces principes, pris individuellement, ont été précisés par des variables appelées Critères (2<sup>ème</sup> niveau). Enfin, les indicateurs candidats recensés (3<sup>ème</sup> niveau) ont été positionnés dans la structure hiérarchique en fonction des critères qu'ils renseignaient (Figure 1). À noter qu'un indicateur a pu être relié à plusieurs critères (selon son interprétation) et ainsi apparaître plusieurs fois dans la structure hiérarchique. La structure et les titres des différents niveaux ont été définis selon la terminologie employée dans le domaine.

Figure 1 : Schéma de la démarche de structuration hiérarchique selon la méthode Principes, critères et indicateurs



### II.3. Sélection du jeu d'indicateurs proposés en complément du système EUROP

En s'appuyant sur la structure hiérarchique proposée, un jeu d'indicateurs a été sélectionné parmi l'ensemble des indicateurs candidats. Il devait comprendre un nombre maximum de 10 indicateurs, en plus de ceux du système EUROP. Ce nombre a été déterminé par les auteurs en cohérence avec le nombre d'indicateurs utilisés dans les grilles présentées dans le Tableau 1. Le jeu d'indicateurs devait permettre de caractériser plus précisément les carcasses et de considérer l'ensemble des éléments fondateurs (principes). Ainsi, des indicateurs ont été sélectionnés dans chaque principe de la structure hiérarchique. Le nombre approximatif d'indicateurs à sélectionner dans chaque

principe a été déterminé par le rapport entre le total de citations des indicateurs candidats dans un principe et le total de citations des indicateurs candidats dans tous les principes, en tenant compte du nombre maximum d'indicateurs fixé. De plus, la sélection a été réalisée principe par principe, pour s'affranchir de l'ordre d'apparition des principes dans la structure hiérarchique. Les critères de sélection des indicateurs au sein de chaque principe ont été le nombre de citations le plus élevé, la complémentarité avec les indicateurs du système EUROP, la complémentarité avec les autres indicateurs sélectionnés et la compatibilité avec le contexte européen pour garantir l'opérationnalité en abattoir.

## II. RESULTATS ET DISCUSSIONS

### II.1. Indicateurs candidats et structure hiérarchique

Les articles scientifiques exploités (n = 142) ont été publiés régulièrement au cours de la période d'étude (Tableau 2). Ils ont très majoritairement concerné le continent Américain (67%) même si tous les continents ont été représentés. Toutes les catégories d'animaux ont été abordées, avec une prédominance des bœufs (étudiés dans 55% des articles), suivis des génisses et des taureaux (21% et 16% des articles, respectivement). Une part importante des travaux a porté sur des animaux croisés (39%). Dans ces articles, 89 indicateurs candidats distincts ont été recensés pour caractériser les carcasses bovines.

Cinq principes, considérés comme les éléments fondateurs de la caractérisation des carcasses bovines, ont été définis pour hiérarchiser les indicateurs recensés (Tableau 3). Le principe « Caractéristiques de l'animal » a été décomposé en 2 critères (Type d'animal et Maturité) et 6 indicateurs. Le principe « Caractéristiques de la carcasse » a été subdivisé en 2 critères (Développement de la carcasse et Poids de la

carcasse et de ses composants) et 14 indicateurs. Le principe « Caractéristiques des tissus » a regroupé 4 critères (Caractéristiques visuelles, Proportions des tissus, Composants des muscles et Composants du gras) et a rassemblé le plus grand nombre d'indicateurs (46 indicateurs). Les deux autres principes ont abordé la notion de valeur de la carcasse. Le principe « Valeur technologique » a intégré 2 critères (Potentiel de découpe et Conservation) et 6 indicateurs. Le principe « Valeur économique » a été décomposé en 2 critères (Potentiel de valeur ajoutée et Risque de dévaluation) auxquels ont été associés 36 indicateurs. Ces 5 principes ont reposé à la fois sur des aspects physiologiques, liés aux animaux, à leurs carcasses ou à leurs tissus, et sur des aspects liés à la transformation, qu'elle soit réalisée par l'abatteur ou le revendeur. Ceci a permis d'assurer la prise en compte des intérêts spécifiques à chaque catégorie d'acteurs de la filière.

**Tableau 2 :** Présentation des 142 articles scientifiques selon l'année et le continent de publication, la catégorie et la race des animaux (en nombre de publications)

|                                  |                   |                    |                      |                     |                     |                    |                        |
|----------------------------------|-------------------|--------------------|----------------------|---------------------|---------------------|--------------------|------------------------|
| Année de publication             | 2010<br>n = 19    | 2011<br>n = 27     | 2012<br>n = 28       | 2013<br>n = 19      | 2014<br>n = 26      | 2015<br>n = 23     |                        |
| Continent d'origine <sup>1</sup> | Afrique<br>n = 3  | Amérique<br>n = 95 | Asie<br>n = 19       | Europe<br>n = 19    | Océanie<br>n = 6    |                    |                        |
| Catégorie animale <sup>2</sup>   | Bœufs<br>n = 85   | Génisses<br>n = 33 | Taureaux<br>n = 24   | Vaches<br>n = 5     |                     |                    |                        |
| Races <sup>2</sup>               | Croisés<br>n = 80 | Angus<br>n = 23    | Charolaise<br>n = 13 | Limousine<br>n = 13 | Simmental<br>n = 13 | Hereford<br>n = 12 | Autres races<br>n = 50 |

<sup>1</sup> Lorsque les auteurs sont de plusieurs continents, le continent retenu est celui où l'étude a été réalisée

<sup>2</sup> La somme est supérieure au nombre d'articles recensés car certaines études ont porté sur plusieurs catégories et/ou plusieurs races

### II.2. Jeu d'indicateurs sélectionnés

Dans le principe « Caractéristiques de l'animal », deux indicateurs étaient à sélectionner (Tableau 4). Les indicateurs candidats les plus cités étaient Sexe et Catégorie d'animal. « Catégorie d'animal » est présent dans le système EUROP et donc n'a pas été sélectionné. De plus, cet indicateur informant sur le genre de l'animal, Sexe est apparu redondant et n'a donc pas été sélectionné. Le 3<sup>ème</sup> indicateur était Âge, qui est aussi apparu partiellement redondant avec Catégorie d'animal et n'a donc pas été sélectionné. Maturité globale, actuellement utilisée dans la grille USDA pour déterminer le niveau de

qualité (USDA, 2016), nécessite l'utilisation de plusieurs paramètres, qui ont été estimés compliqués à mesurer. Les descripteurs Maturité du squelette et Maturité du maigre n'ont pas été retenus car, selon Lawrence *et al.* (2001), ils manquent d'objectivité et sont moins reliés à la maturité de l'animal que la dentition. Âge et Maturité du squelette sont des indicateurs physiologiques de maturité liés à la qualité en bouche, avec différents degrés de précision, selon la maturité de la carcasse (Bonny *et al.*, 2016b). En Europe, l'âge des animaux abattus étant systématiquement connu, aucun indicateur

supplémentaire de maturité n'a été sélectionné. En conséquence, aucun indicateur n'a été sélectionné pour ce principe.

Dans le principe « Caractéristiques de la carcasse », un indicateur était à sélectionner (Tableau 4). L'indicateur candidat le plus utilisé était Poids de carcasse chaude, déjà inclus dans le système EUROP. Le 2<sup>ème</sup> indicateur était Poids de carcasse froide, qui est en lien direct avec le précédent et n'a donc pas été sélectionné. Longueur de carcasse était le 3<sup>ème</sup> indicateur cité, il n'a pas été retenu car considéré peu pertinent dans le cadre de cette étude. Le 4<sup>ème</sup> indicateur était Poids du quartier arrière. Cet indicateur permet de considérer le développement musculaire de la partie arrière de la carcasse, qui contient les pièces à forte valeur marchande (Polkinghorne *et al.*, 2008 ; Kamenik *et al.*, 2014). La relation entre le poids du quartier arrière et sa valorisation doit cependant être nuancée, puisque les proportions de muscles, gras et os sont variables selon l'âge et la race (Jurie *et al.*, 2005). Cependant, pour une race donnée, le rapport entre les muscles et les os varie peu (Micol *et al.*, 1993). Poids du quartier arrière a été inclus dans le jeu d'indicateurs.

Dans le principe « Caractéristiques des tissus », un indicateur était à sélectionner (Tableau 4). Aucun indicateur du système EUROP n'est présent dans ce principe. L'indicateur prédominant était Épaisseur de gras de côte, qui est une mesure du gras de couverture considérée similaire à l'état d'engraissement du système EUROP (Dumont et Roy, 1975). Cet indicateur n'a donc pas été sélectionné. Le 2<sup>ème</sup> indicateur le plus cité était Couleur de viande. La couleur est l'une des propriétés les plus visibles de la viande, qui a des conséquences sur sa commercialisation et donc sur sa valeur économique (Troy et Kerry, 2010). Cet indicateur permet une évaluation indirecte des propriétés de la viande par son lien avec le pH ultime (Abril *et al.*, 2001). L'indicateur Couleur de viande a été retenu.

Dans le principe « Valeur technologique », un indicateur était à sélectionner (Tableau 4). Aucun indicateur du système EUROP n'était présent dans ce principe. L'indicateur Niveau de rendement était le plus cité. Il est calculé à partir des poids des gras péri-rénal, pelvien et cardiaque (Anonyme, 2001). La plupart des abattoirs européens ne considèrent pas ces parties des carcasses, rendant impossible la mesure de cet indicateur qui, par conséquent, n'a pas été retenu. Le 2<sup>ème</sup> indicateur le plus cité était Rendement de découpe commercialisable. Cet indicateur est proche au précédent puisqu'il est directement en lien avec la valorisation technologique de la carcasse et le potentiel de valeur ajoutée. Il est déterminé à partir du poids des morceaux, ce qui nécessite la présence d'une salle de découpe au sein de l'abattoir. La découpe des carcasses se développant dans les abattoirs européens (Nielsen et Jeppesen, 2001), cette information devient de plus en plus accessible. Le rendement de découpe commercialisable peut aussi être estimé à partir de la surface de noix de côte, de la note de persillé et du poids de la carcasse chaude (Tait *et al.*,

2005), qui sont des indicateurs sélectionnés dans d'autres principes ou intégrés dans le système EUROP. En conséquence, l'indicateur Rendement de découpe commercialisable a été retenu.

Dans le principe « Valeur économique », quatre indicateurs étaient à sélectionner (Tableau 4). Surface de noix de côte (indicateur le plus cité dans ce principe) est évaluable après séparation des quartiers avant et arrière. Cet indicateur n'est pas redondant avec la note de conformation du système EUROP car il permet l'évaluation de la quantité de viande maigre de la carcasse (Maeno *et al.*, 2014) ; il a donc été sélectionné. Le 2<sup>ème</sup> indicateur était Épaisseur de gras de côte, qui n'a pas été sélectionné pour les mêmes raisons que celles mentionnées dans le principe Caractéristiques des tissus. Le 3<sup>ème</sup> indicateur, Note de persillé, peut être utilisé pour évaluer le gras intramusculaire. La perception des consommateurs peut varier selon les habitudes d'alimentation des différents pays. Un niveau élevé de gras est perçu négativement en Europe de par son impact sur la valeur nutritionnelle de la viande (Wood *et al.*, 2008 ; Scollan *et al.*, 2014). Un niveau minimum est néanmoins nécessaire compte tenu de la corrélation entre le gras intramusculaire et la jutosité et la flaveur de la viande (Troy et Kerry, 2010 ; Corbin *et al.*, 2015). À l'inverse, une note de persillé élevée est souhaitée aux USA ou en Asie pour les propriétés sensorielles qu'elle confère à la viande (Hocquette *et al.*, 2010). L'indicateur Note de persillé a été sélectionné. Le 4<sup>ème</sup> indicateur le plus cité était Rendement de carcasse chaude. Cet indicateur correspond au rapport entre le poids de la carcasse chaude et le poids vif de l'animal. Les animaux n'étant pas pesés de façon systématique avant abattage, il n'est pas toujours accessible et n'a donc pas été sélectionné. Le 5<sup>ème</sup> indicateur était Niveau de rendement, qui n'a pas été sélectionné pour les mêmes raisons que celles évoquées dans le principe Valeur technologique. Le 6<sup>ème</sup> indicateur candidat était Niveau de qualité, un indicateur synthétique utilisé dans les grilles de classification aux USA et au Canada. Il est estimé à partir de plusieurs paramètres, dont la maturité globale (USDA, 2016). Dans cette étude, la maturité globale a été considérée comme difficile à estimer objectivement et n'a donc pas été sélectionnée. Le 7<sup>ème</sup> indicateur candidat était Rendement de découpe commercialisable, qui a été sélectionné dans le principe Valeur technologique et a aussi été sélectionné pour ce principe. Les 8<sup>ème</sup> et 9<sup>ème</sup> indicateurs suivants étaient État d'engraissement et Conformation, qui sont déjà présents dans le système EUROP. Le 10<sup>ème</sup> indicateur candidat était Couleur de viande, sélectionné précédemment dans le principe Caractéristiques des tissus et qui a été également retenu ici. Les 4 indicateurs sélectionnés pour ce principe sont donc Surface de noix de côte, Note de persillé, Rendement de découpe commercialisable et Couleur de viande.

Le jeu d'indicateurs sélectionnés proposé en complément du système EUROP est présenté dans le Tableau 5.

**Tableau 3 : Structure hiérarchique des indicateurs candidats recensés dans la littérature selon la méthode Principes Critères & Indicateurs**

| Principes                       | Critères                                  | Sous-critères               | Indicateurs                   | Nombre de citations |                   |    |
|---------------------------------|---|-----------------------------|-------------------------------|---------------------|-------------------|----|
| Caractéristiques de l'animal    | Type d'animal                             |                             | Sexe                          | 157                 |                   |    |
|                                 |   |                             | Catégorie d'animal            | 147                 |                   |    |
|                                 | Maturité                                  |                             | Age                           | 29                  |                   |    |
|                                 |   |                             | Maturité globale              | 15                  |                   |    |
|                                 |   |                             | Maturité du squelette         | 9                   |                   |    |
|                                 |   |                             | Maturité du maigre            | 4                   |                   |    |
| Caractéristiques de la carcasse | Développement de la carcasse              |                             | Longueur de carcasse          | 8                   |                   |    |
|                                 |   |                             | Profondeur de poitrine        | 5                   |                   |    |
|                                 |   |                             | Longueur de jambe             | 5                   |                   |    |
|                                 |   |                             | Circonférence de jambe        | 4                   |                   |    |
|                                 |   |                             | Épaisseur de jambe            | 3                   |                   |    |
|                                 |   |                             | Largeur de jambe              | 2                   |                   |    |
|                                 |   |                             | Hauteur de hanche             | 1                   |                   |    |
|                                 |   |                             | Compacité de la carcasse      | 1                   |                   |    |
|                                 | Poids de la carcasse et de ses composants |                             | Poids de carcasse chaude      | 103                 |                   |    |
|                                 |   |                             | Poids de carcasse froide      | 31                  |                   |    |
|                                 |   |                             | Poids du quartier arrière     | 6                   |                   |    |
|                                 |   |                             | Poids du quartier avant       | 5                   |                   |    |
|                                 |   |                             | Poids demi-carcasse chaude    | 4                   |                   |    |
|                                 |   |                             | Poids demi-carcasse froide    | 3                   |                   |    |
|                                 |   | Caractéristiques des tissus | Caractéristiques visuelles    |                     | Couleur de viande | 17 |
|                                 |   |                             |                               |                     | Couleur de gras   | 10 |
|                                 | Couleur de carcasse                       |                             |                               | 3                   |                   |    |
| Proportions des tissus          |   |                             | Gras total%                   | 2                   |                   |    |
|                                 |   |                             | Muscles%                      | 1                   |                   |    |
|                                 |   |                             | Os%                           | 1                   |                   |    |
|                                 |   |                             | Gras total de la carcasse%    | 1                   |                   |    |
| Composants des muscles          | Proportions des muscles                   |                             |                               | Rond de gîte%       | 5                 |    |
|                                 |   |                             |                               | Filet%              | 4                 |    |
|                                 |   |                             |                               | Tende de tranche%   | 4                 |    |
|                                 |   |                             |                               | Extérieur de ronde% | 3                 |    |
|                                 |   |                             |                               | Haut de Surlonge%   | 3                 |    |
|                                 |   |                             |                               | Noix d'entrecôte%   | 3                 |    |
|                                 |   |                             | Aloyau%                       | 1                   |                   |    |
|                                 |   |                             | Tende de Tranche sans dessus% | 1                   |                   |    |
|                                 |   | Dimensions des muscles      |                               | Poids filet         | 2                 |    |
|                                 |   |                             |                               | Poids aloyau        | 1                 |    |
|                                 | Poids bavette de flanchet                 |                             | 1                             |                     |                   |    |
|                                 | Poids rumsteck                            |                             | 1                             |                     |                   |    |
|                                 | Poids tendre de tranche                   |                             | 1                             |                     |                   |    |
|                                 | Poids rond de gîte                        | 1                           |                               |                     |                   |    |

| Principes                                | Critères                       | Sous-critères                  | Indicateurs  | Nombre de citations |                     |                       |   |
|--|--------------------------------|--------------------------------|--|---------------------|---------------------|-----------------------|---|
|  | Composants des muscles (suite) | Dimensions des muscles (suite) | Poids noix de rumsteck                               | 1                   |                     |                       |   |
|  |                                |                                | Poids filet de rumsteck                              | 1                   |                     |                       |   |
|  |                                |                                | Poids faux filet                                     | 1                   |                     |                       |   |
|  |                                |                                | Longueur noix d'entrecôte                            | 1                   |                     |                       |   |
|  |                                |                                | Longueur tendre de tranche                           | 1                   |                     |                       |   |
|  |                                |                                | Longueur tendre de tranche sans dessus               | 1                   |                     |                       |   |
|  |                                |                                | Longueur filet                                       | 1                   |                     |                       |   |
|  |                                |                                | Longueur haut de surlonge                            | 1                   |                     |                       |   |
|  |                                |                                | Largeur noix d'entrecôte                             | 1                   |                     |                       |   |
|  |                                |                                | Largeur tendre de tranche                            | 1                   |                     |                       |   |
|  |                                |                                | Largeur tendre de tranche sans dessus                | 1                   |                     |                       |   |
|  |                                |                                | Largeur filet  | 1                   |                     |                       |   |
|  |                                |                                | Largeur haut de surlonge                             | 1                   |                     |                       |   |
|  |                                |                                | Attache des tendons                                  | 1                   |                     |                       |   |
|  |                                |                                | Distance entre attache du tendon et centre du muscle | 1                   |                     |                       |   |
|  |                                |                                | Distance entre attache du tendon et bande de gras    | 1                   |                     |                       |   |
|  |                                |                                | Longueur du tendon                                   | 1                   |                     |                       |   |
|  |                                |                                |  | Composants du gras  | Proportions de gras | Gras sous-cutané%     | 6 |
|  |                                |                                |  |                     |                     | Gras intramusculaire% | 5 |
|  |                                |                                |  |                     |                     | Gras total%           | 2 |
| Gras total de la carcasse%               | 1                              |                                |  |                     |                     |                       |   |
| Gras intramusculaire de la noix de côte% | 1                              |                                |  |                     |                     |                       |   |
| Importance du gras                       | Épaisseur du gras de côte      | 100                            |  |                     |                     |                       |   |
|  | Poids du gras sous-cutané      | 6                              |  |                     |                     |                       |   |
|  | Épaisseur de gras de culotte   | 4                              |  |                     |                     |                       |   |
|  | Poids du gras                  | 3                              |  |                     |                     |                       |   |
|  | Poids du gras d'émoussage      | 2                              |  |                     |                     |                       |   |
| Valeur technologique                     | Potentiel de découpe           |                                | Niveau de rendement                                  | 60                  |                     |                       |   |
|  |                                |                                | Rendement de découpe commercialisable                | 39                  |                     |                       |   |
|  | Conservation                   |                                | pH ultime  | 10                  |                     |                       |   |
|  |                                |                                | pH   | 4                   |                     |                       |   |
|  |                                |                                | Température après 24 h de refroidissement            | 4                   |                     |                       |   |
|  |                                |                                | Température  | 2                   |                     |                       |   |

| Principes              | Critères                    | Sous-critères                       | Indicateurs                              | Nombre de citations |
|------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|--|---------------------|
| Valeur économique      | potentiel de valeur ajoutée | Rendement                           | Rendement de carcasse chaude             | 62                  |
|                        |                             |                                     | Niveau de rendement                      | 60                  |
|                        |                             |                                     | Rendement de découpe commercialisable    | 39                  |
|                        |                             |                                     | Rendement de carcasse froide             | 6                   |
|                        |                             | Valorisation de viande              | Note de persillé                         | 86                  |
|                        |                             |                                     | Niveau de qualité                        | 46                  |
|                        |                             |                                     | Couleur de viande                        | 17                  |
|                        |                             |                                     | Poids de viande commercialisable         | 14                  |
|                        |                             |                                     | Couleur du gras                          | 10                  |
|                        |                             |                                     | Poids de morceaux à haute valeur ajoutée | 1                   |
|                        |                             | Développement musculaire            | Surface de noix de côte                  | 118                 |
|                        |                             |                                     | Conformation                             | 20                  |
|                        |                             |                                     | Poids du quartier arrière                | 6                   |
|                        |                             |                                     | Rond de gîte%                            | 5                   |
|                        |                             |                                     | Tende de tranche%                        | 4                   |
|                        |                             |                                     | Filet%                                   | 4                   |
|                        |                             |                                     | Poids du train de côtes                  | 3                   |
|                        |                             |                                     | Noix de côte%                            | 3                   |
|                        |                             |                                     | Extérieur de ronde%                      | 3                   |
|                        |                             |                                     | Haut de surlonge%                        | 3                   |
|                        |                             |                                     | Longueur de noix de côte                 | 3                   |
|                        |                             |                                     | Poids du filet                           | 2                   |
|                        |                             |                                     | Largeur de noix de côte                  | 2                   |
|                        |                             |                                     | Tende de tranche sans dessus%            | 1                   |
|                        |                             |                                     | Aloyau%                                  | 1                   |
|                        |                             |                                     | Poids de l'ailoyau                       | 1                   |
|                        |                             |                                     | Poids de noix de côte                    | 1                   |
|                        |                             |                                     | Longueur de noix de côte%                | 1                   |
|                        |                             |                                     | Poids de l'épaule                        | 1                   |
| Risques de dévaluation |                             | Caractéristiques de chute de valeur | Épaisseur de gras de côte                | 100                 |
|                        |                             |                                     | État d'engraissement                     | 28                  |
|                        |                             |                                     | Poids du quartier arrière                | 5                   |
|                        |                             |                                     | Ecchymoses                               | 2                   |
|                        |                             | Pertes                              | Perte au ressuyage%                      | 3                   |
|                        |                             |                                     | Déchets%                                 | 2                   |
|                        |                             |                                     | Poids du gras d'émoussage                | 2                   |

**Tableau 4 : Détermination du nombre d'indicateurs à sélectionner dans chaque principe de la structure hiérarchique selon le nombre de citations des indicateurs candidats dans la littérature**

| Principes                       | Nombre de citations des indicateurs candidats | Nombre de citations des indicateurs candidats dans le principe / nombre total de citations des indicateurs candidats dans tous les principes (%) | Nombre d'indicateurs à sélectionner |
|---------------------------------|---|--|-------------------------------------|
| Caractéristiques de l'animal    | 361   | 23   | 2                                   |
| Caractéristiques de la carcasse | 181   | 12   | 1                                   |
| Caractéristiques des tissus     | 213   | 14   | 1                                   |
| Valeur technologique            | 119   | 8  | 1                                   |
| Valeur économique               | 665   | 43   | 4                                   |
| Total                           | 1539  | 100  | 9                                   |

### II.3. Contribution du jeu d'indicateurs proposé à la caractérisation des carcasses

Les 5 indicateurs sélectionnés (Poids du quartier arrière, Couleur de viande, Rendement de découpe commercialisable, Surface de noix de côte, Note de persillé) complètent de façon intéressante les 4 indicateurs du système EUROP. L'utilisation de ces 9 indicateurs permettrait en effet de considérer les 5 principes de la caractérisation des carcasses bovines et les intérêts de différents acteurs de la filière viande (Tableau 5). Le principe Caractéristiques de l'animal est pris en compte par l'indicateur Catégorie d'animal du système EUROP. Le principe Caractéristiques de la carcasse, déjà partiellement pris en compte par l'indicateur Poids de carcasse chaude du système EUROP, est renforcé par Poids du quartier arrière. Le principe Caractéristiques des tissus, non abordé par le système EUROP, est désormais pris en compte par l'indicateur Couleur de viande. De même, pour le

principe Valeur technologique, qui est désormais pris en compte par l'indicateur Rendement de découpe commercialisable. Ceci constitue un réel apport du jeu d'indicateurs proposé. Enfin, le principe Valeur économique, évalué par les indicateurs Conformation et État d'engraissement du système EUROP, est largement renforcé, puisque les 5 indicateurs sélectionnés y sont associés.

De plus, certains de ces indicateurs sont actuellement intégrés dans des systèmes d'évaluation du potentiel sensoriel de la viande (par exemple la grille de classification USDA ou le système Meat Standards Australia), bien qu'obtenus par une démarche totalement différente (bibliographie versus modélisation). Il pourrait donc être envisagé de les utiliser dans cet objectif en Europe.

**Tableau 5 : Jeu d'indicateurs proposés en complément du système EUROP**

| Indicateurs du système EUROP | Indicateurs proposés                  | Principes auquel l'indicateur est associé            |
|------------------------------|---------------------------------------|--|
| Catégorie d'animal           |                                       | Caractéristiques de l'animal                         |
| Poids de carcasse chaude     | Poids du quartier arrière             | Caractéristiques de la carcasse                      |
|                              | Couleur de viande                     | Caractéristiques de la carcasse et Valeur économique |
|                              | Rendement de découpe commercialisable | Caractéristiques des tissus et Valeur économique     |
| Conformation                 |                                       | Valeur technologique et Valeur économique            |
| État d'engraissement         | Surface de noix de côte               | Valeur économique                                    |
|                              | Note de persillé                      | Valeur économique                                    |

### II.4. Mise en application du jeu d'indicateurs proposé

L'objectif de l'étude était de proposer un jeu d'indicateurs complémentaire au système EUROP et applicable en abattoir, pour mieux caractériser les carcasses bovines. Parmi les 5 indicateurs sélectionnés, 3 sont déjà utilisés dans plusieurs systèmes de classification : Couleur de viande, Surface de noix de côte et Note de persillé (Tableau 1). Ainsi, ces 3 indicateurs sont régulièrement évalués dans les abattoirs de certains pays (USA, Canada ou Japon par exemple) et peuvent donc être facilement renseignés en Europe. Les deux autres

indicateurs sont aussi facilement accessibles : Poids du quartier arrière peut être obtenu par pesée après une seconde découpe de la carcasse, et Rendement de découpe commercialisable peut être mesuré après la découpe, ou estimé à partir des autres indicateurs sélectionnés et de ceux du système EUROP.

Cependant, pour que le jeu d'indicateurs proposé soit effectivement utilisé dans les abattoirs européens, il est essentiel que les acteurs de la filière reconnaissent la

pertinence et la faisabilité des indicateurs sélectionnés et les adoptent à des fins commerciales. Si ces indicateurs sont utilisés à une large échelle ou dans un cadre réglementaire, des méthodes précises doivent être établies pour les renseigner de façon comparable en s'appuyant sur des éléments déjà existants, par exemple les standards de découpe européens (UNECE Standard, 2015) ou des standards de couleurs (Japan Meat Grading Association). Ainsi, la localisation de la découpe séparant les quartiers avant et arrière et l'angle de cette coupe doivent être clairement précisés pour les mesures de Poids du quartier arrière et de Surface de noix de côte, puisque différents types de coupe existent (au niveau de la 5<sup>ème</sup>, 8<sup>ème</sup>, 10<sup>ème</sup> ou 11<sup>ème</sup> côte). Surface de noix de côte est souvent mesurée à l'aide d'une plaque transparente quadrillée placée sur la section de coupe, ce qui est rapide, pratique et relativement objectif. Note de persillé et Couleur de viande sont évalués le plus souvent visuellement sur la section de coupe de la noix de côte après refroidissement. Ces appréciations visuelles sont réalisées à l'aide de nuanciers et restent partiellement subjectives, même avec une formation préalable des agents (Borggaard *et al.*, 1996). Couleur de viande évoluant en fonction des conditions et de la durée de stockage (Mancini et Hunt, 2005), le moment de la mesure par rapport à la coupe doit être précisé. Compte tenu de l'hétérogénéité de la couleur des carcasses (Mancini et Hunt, 2005), la localisation précise de la mesure doit être définie. Rendement de découpe commercialisable peut être mesuré directement dans les abattoirs équipés d'une salle de

découpe, ce qui est de plus en plus fréquents dans les abattoirs européens (Nielsen et Jeppesen, 2001), rendant accessible cette information. Cependant, selon l'équipement des abattoirs, le niveau de découpe (pièce bouchère ou unité de vente consommateur, désossée ou non) devra être spécifié. Rendement de découpe commercialisable peut aussi être estimé à partir des autres indicateurs renseignés, mais la valeur obtenue sera un peu moins précise.

Les indicateurs du système EUROP sont accessibles avant l'abattage pour Catégorie d'animal, et à la fin de la chaîne d'abattage pour Poids de carcasse chaude, Conformation et État d'engraissement. Quatre indicateurs parmi les cinq proposés en complément sont accessibles après le refroidissement et la séparation des quartiers avant et arrière de la carcasse (Poids du quartier arrière, Couleur de viande, Surface de noix de côte et Note de persillé). L'accès à ces informations est simple et rapide (pesée ou appréciation) et a lieu après la fin de la chaîne d'abattage. Seul Rendement de découpe commercialisable est accessible après le processus de découpe ou après une estimation. En conséquence, les indicateurs sélectionnés peuvent être rapidement renseignés en abattoir sans répercussion sur l'organisation de la chaîne d'abattage. Une utilisation partielle du jeu d'indicateurs proposé peut être envisagée, mais avec certaines précautions. En effet, certains indicateurs doivent être interprétés de manière conjointe. C'est le cas par exemple de Poids de carcasse chaude et Poids du quartier arrière, ou de Etat d'engraissement et Note de persillé.

## CONCLUSION

Le jeu d'indicateurs proposés peut être utilisé en complément du système EUROP pour caractériser plus précisément les carcasses bovines. Ces indicateurs renvoient à tous les éléments fondateurs de la caractérisation des carcasses définis dans cette étude. Le jeu proposé est original, car il intègre des indicateurs de systèmes de classification actuellement utilisés en routine dans d'autres pays et est enrichi par des indicateurs issus de la littérature scientifique.

La définition de ce jeu d'indicateurs représente une première étape dans l'évaluation globale de la qualité des carcasses. Ce travail devra être poursuivi par 1/ la validation

des indicateurs sélectionnés par les acteurs de la filière, 2/ le développement de méthodes standardisées pour renseigner les indicateurs et 3/ l'interprétation et l'agrégation des indicateurs afin d'obtenir une note globale de qualité de la carcasse. De façon plus large, pour considérer conjointement les qualités des carcasses et de la viande, une étude complémentaire sera nécessaire pour évaluer la qualité en bouche de la viande en prenant en compte par exemple la durée de maturation, le type de morceaux ou la méthode de cuisson.

## Références :

- Abril, M., Campo, M. M., Önenç, A., Sañudo, C., Albertí, P., & Negueruela, A. I. (2001). Beef colour evolution as a function of ultimate pH. *Meat Science*, 58(1), 69-78.
- Anonyme. (2001). *Meat evaluation handbook* (American Meat Science Association). Savoy, Illinois, USA.
- Belanger, V., Vanasse, A., Parent, D., Allard, G., & Pellerin, D. (2012). Development of agri-environmental indicators to assess dairy farm sustainability in Quebec, Eastern Canada. *Ecological Indicators*, 23, 421-430.
- Bonny, S. P. F., Pethick, D. W., Legrand, I., Wierzbicki, J., Allen, P., Farmer, L. J., Polkinghorne, R. J., Hocquette, J.-F., & Gardner, G. E. (2016a). European conformation and fat scores have no relationship with eating quality. *Animal*, 10(6), 996-1006.
- Bonny, S. P. F., Pethick, D. W., Legrand, I., Wierzbicki, J., Allen, P., Farmer, L. J., Polkinghorne, R. J., Hocquette, J.-F., & Gardner, G. E. (2016b). Ossification score is a better indicator of maturity related changes in eating quality than animal age. *Animal*, 10(4), 718-728.
- Borggaard, C., Madsen, N. T., & Thodberg, H. H. (1996). In-line image analysis in the slaughter industry, illustrated by Beef Carcass Classification. *Meat Science*, 43, Supplement 1, 151-163.
- Corbin, C. H., O'Quinn, T. G., Garmyn, A. J., Legako, J. F., Hunt, M. R., Dinh, T. T. N., Rathmann, R. J., Brooks, J. C., & Miller, M. F. (2015). Sensory evaluation of tender beef strip loin steaks of varying marbling levels and quality treatments. *Meat Science*, 100, 24-31.
- Dockès, A.-C., Magdelaine, P., Daridan, D., Guillaumin, A., Remondet, M., Selmi, A., Gilbert, H., Mignon-Grasteau, S., & Phocas, F. (2011). Farming and breeding goals for sustainable animal breeding - views and expectations of stakeholders from the production chains and the general public. *Inra Productions Animales*, 24(4), 285-296.
- Dumont, B., & Roy, G. (1975). Subcutaneous Fat Thickness of Beef Carcasses. *Annales De Zootechnie*, 24(3), 587-593.

- Girardin, P., Bockstaller, C., & Van der Werf, H. (1999). Indicators: Tools to evaluate the environmental impacts of farming systems. *Journal of Sustainable Agriculture*, 13(4), 5-21.
- Guzek, D., Glabska, D., Gutkowska, K., & Wierzbicka, A. (2016). Effect of carcass fat and conformation class on consumer perception of various grilled beef muscles. *Journal of Food Science and Technology-Mysore*, 53(10), 3778-3786.
- Hocquette, J. F., Gondret, F., Baeza, E., Medale, F., Jurie, C., & Pethick, D. W. (2010). Intramuscular fat content in meat-producing animals: development, genetic and nutritional control, and identification of putative markers. *Animal*, 4(2), 303-319.
- Jurie, C., Martin, J. F., Listrat, A., Jailler, R., Culioli, J., & Picard, B. (2005). Effects of age and breed of beef bulls on growth parameters, carcass and muscle characteristics. *Animal Science*, 80, 257-263.
- Kamenik, J., Kaspar, L., Putnova, I., Holubcova, S., & Juza, M. (2014). Beef for the retail: nomenclature and musculature. 2: meat of hindquarter. *Maso*, 25(5), 37-41.
- Lawrence, T. E., Whatley, J. D., Montgomery, T. H., & Perino, L. J. (2001). A comparison of the USDA ossification-based maturity system to a system based on dentition. *Journal of Animal Science*, 79(7), 1683-1690.
- Maeno, H., Oishi, K., Mitsuhashi, T., Kumagai, H., & Hirooka, H. (2014). Prediction of carcass composition and individual carcass cuts of Japanese Black steers. *Meat Science*, 96(3), 1365-1370.
- Mancini, R. A., & Hunt, M. C. (2005). Current research in meat color. *Meat Science*, 71(1), 100-121. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.03.003>
- Meul, M., Van Passel, S., Nevens, F., Dessein, J., Rogge, E., Mulier, A., & Van Hauwermeiren, A. (2008). MOTIFS: a monitoring tool for integrated farm sustainability. *Agronomy for Sustainable Development*, 28(2), 321-332.
- Micol, D., Robelin, J., & Geay, Y. (1993). Composition corporelle et caractéristiques biologiques des muscles chez les bovins en croissance et à l'engrais. *Productions Animales*, 6(1), 61-69.
- Nielsen, N. A., & Jeppesen, L. F. (2001). The beef market in the European Union (MAPP Working Paper No. 75). University of Aarhus, Aarhus School of Business, The MAPP Centre. Consulté à l'adresse <http://pure.au.dk/portal/files/114/wp75.pdf>
- Polkinghorne, R., Watson, R., Thompson, J.M., & Pethick, D.W. (2008). Current usage and future development of the Meat Standards Australia (MSA) grading system. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 48, 1459-1464.
- Rey-Valette, H., Clément, O., Aubin, J., Mathé, S., Chia, E., Legendre, M., Caruso, D., Mikolasek, O., Blancheton, J.P., Slembrouck, J., Baruthio, A., Rene, F., Levang, P., Morissens, P., & Lazard, J. (2008). Guide de co-construction d'indicateurs de développement durable en aquaculture (Lazard, J). Montpellier, France. Consulté à l'adresse <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=FR2013104530>
- Scollan, N. D., Dannenberger, D., Nuernberg, K., Richardson, I., MacKintosh, S., Hocquette, J.-F., & Moloney, A. P. (2014). Enhancing the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. *Meat Science*, 97(3), 384-394.
- Tait, R. G., Wilson, D. E., & Rouse, G. H. (2005). Prediction of retail product and trimmable fat yields from the four primal cuts in beef cattle using ultrasound or carcass data. *Journal of Animal Science*, 83(6), 1353-1360.
- Troy, D. J., & Kerry, J. P. (2010). Consumer perception and the role of science in the meat industry. *Meat Science*, 86(1), 214-226.
- UNECE Standard (2015). Bovine meat carcasses and cuts. Economic Commission for Europe. United Nations Publications, 69 pages.
- USDA. (2016). United States standards for grades of carcass beef. Washington, D.C.: United States Dept. of Agriculture, Agricultural Marketing Service. Consulté à l'adresse <https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/Carcass%20Beef%20Standard.pdf>
- Van Cauwenbergh, N., Biala, K., Biolders, C., Brouckaert, V., Franchois, L., Garcia Ciudad, V., Hermy, M., Mathijs, E., Muys, B., Reijnders, J., Sauvenier, X., Valeckx, J., Vanclooster, M., Van der Veken, B., Wauters, E., & Peeters, A. (2007). SAFE—A hierarchical framework for assessing the sustainability of agricultural systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 120(2–4), 229-242.
- Wood, J. D., Enser, M., Fisher, A. V., Nute, G. R., Sheard, P. R., Richardson, R. I., Hughes, S. I., & Whittington, F. M. (2008). Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*, 78(4), 343-358.