

Méthodologie d'évaluation multicritère de la qualité de la viande bovine

CONANEC A. (1, 2, 4), RAMADAN L. (1), CHRIKI S. (3), ELLIES-OURY M-P. (1, 4)

(1) Bordeaux Sciences Agro - 1 Cours du Général de Gaulle, 33170 Gradignan.

(2) Inria - Bordeaux Sud-Ouest - 200 Avenue de la Vieille Tour, 33405 Talence.

(3) ISARA - 23 Rue Jean Baldassini, 69007 Lyon.

(4) INRAE - Site de Theix, 63122 Saint-Gènes-Champanelle.

RESUME – Pour atteindre les objectifs ambitieux fixés lors des états généraux de l'alimentation, la filière doit favoriser le développement de viande vendue sous signes de qualité. L'engagement de la filière à répondre à de nombreux enjeux sociétaux nécessite aussi la prise en compte d'une multitude d'indicateurs. À l'échelle de l'animal, trois des sept propriétés de la qualité de la viande, décrites par l'expertise collective « Qualité des aliments d'origine animale » ont été détaillées dans cette communication : les propriétés organoleptique, nutritionnelle et commerciale. Une revue de la littérature a permis d'établir une liste d'indicateurs permettant de caractériser ces trois propriétés. L'objectif de cette communication a ensuite été d'introduire le principe de la modélisation multicritère pour créer des cahiers des charges en accord avec les préférences des décideurs. Le potentiel de l'Analytic Hierarchical Process (AHP) permettant d'aider le décideur à fixer le poids de chaque critère avec une méthodologie simple a été expliqué. Malgré une simplification de l'attribution des poids, il a été rappelé que les méthodes d'agrégation par pondération « classique » ne permettent pas de s'accorder avec les réalités du terrain. A l'inverse, les méthodes de surclassement du type ELECTRE semblent prometteuses pour évaluer la qualité de la viande bovine grâce à des seuils « veto » évitant le phénomène de compensation.

Multi-criteria beef quality assessment methodology

CONANEC A. (1, 2, 4), RAMADAN L. (1), CHRIKI S. (3), ELLIES-OURY M-P. (1, 4)

(1) Bordeaux Science Agro - 1 Cours du Général de Gaulle, 33170 Gradignan.

SUMMARY - In order to achieve the ambitious objectives set at the "Etats Généraux de l'Alimentation", the meat supply chain must encourage the development of meat sold under quality labels. The meat sector's commitment to meeting numerous societal challenges also requires a multitude of indicators to be taken into account. At the animal scale, three of the seven properties of meat quality described by the collective expertise "Quality of food of animal origin" have been detailed in this communication: organoleptic, nutritional and commercial properties. A review of the literature enabled to establish a list of indicators to characterize these three properties. The objective of this communication was then to introduce the principle of multi-criteria modelling to create specifications in accordance with the preferences of decision-makers. The potential of the Analytic Hierarchical Process (AHP) to help the decision-maker to set the weight of each criterion with a simple methodology was explained. Despite a simplification of the allocation of weights, it was pointed out that the "classic" weighting aggregation methods do not allow for agreement with the realities on the ground. Conversely, ELECTRE-type methods of out-ranking seem promising for assessing beef quality thanks to "veto" thresholds avoiding the phenomenon of compensation.

INTRODUCTION

Le plan stratégique de la filière viande bovine, clarifié fin 2017 dans le cadre des états généraux de l'alimentation, repose sur deux objectifs : satisfaire davantage les attentes des consommateurs pour encourager la consommation de viande bovine, et assurer une rémunération des acteurs de la filière pour pérenniser les cheptels français et dégager des marges pour investir et innover dans l'outil de production (Jentzer 2019). Pour y parvenir, une démarche de montée en gamme des produits est privilégiée, via une augmentation des ventes de viandes sous des signes d'identification de l'origine et de la qualité (SIQO) (Carlhian 2018). Adapter les cahiers de charges de ces certifications avec l'engagement sociétal du PACTE rapporté par le RSO (Interbev 2020) est un défi majeur, compte tenu de la multiplication des enjeux (préservation de l'environnement, respect du bien-être animal, rémunération des acteurs et amélioration de la qualité des produits) et des nombreux critères pour les évaluer. L'échelle à laquelle sont évalués ces critères peut varier de façon marquée (morceau commercialisé, muscle, animal, troupeau, exploitation, filière) c'est pourquoi, dans une première partie, un focus sur l'animal et la qualité de ses produits sera réalisé dans cette communication. Selon l'Afnor (ISO 9001), la qualité peut être définie comme « l'ensemble des propriétés d'un aliment qui lui permet de répondre aux besoins exprimés ou implicites d'un utilisateur ». L'Expertise Collective (ESCO) sur « la qualité des aliments d'origine animale » (Prache et

Santé-Lhoutellier 2020) s'est appuyée sur cette définition pour proposer sept propriétés permettant d'évaluer la qualité de la viande (Figure 1). Dans cette communication, trois d'entre elles ont été développées : les propriétés organoleptique, nutritionnelle et commerciale. Une évaluation de ces propriétés est permise par la mobilisation de nombreux indicateurs. Un défi majeur lors de la création d'un cahier des charges avec un grand nombre d'indicateur, est l'existence d'antagonismes entre eux. Cela nécessite la mise en place de compromis comme les travaux de Ellies-Oury et al. (2016) l'ont montré (entre propriétés organoleptique, nutritionnelle et commerciale) via une double analyse factorielle : analyse en composantes principales de « clusters d'indicateurs » préalablement construit sur la base de forte corrélation entre eux. Conanec et al. (2019) ont également proposé une méthode originale de gestion des compromis pour étudier le lien entre propriétés nutritionnelle et organoleptique. Ces deux études reposent sur l'analyse de jeux de données comprenant un ensemble d'indicateurs décrivant les propriétés sensorielles (notes de tendreté, jutosité et flaveur attribuées lors d'une analyse sensorielle), les propriétés nutritionnelles (le profil des acides gras) du muscle *Longissimus thoracis* (entrecôte) et les performances animales (poids, note d'engraissement et conformation de la carcasse). L'enjeu de ce processus de recherche d'un compromis, est de sélectionner la conduite technique de l'animal et les paramètres de transformation de la viande qui satisfassent au mieux les préférences exprimées par le décideur (un industriel ou un label par exemple). Or, comme souligné par

Conanec et al. (2019), cette décision repose avant tout sur la modélisation numérique des préférences du décideur. Dans leurs travaux, les auteurs s'appuient sur l'avis d'experts de la viande issus d'instituts technique et de recherche français (IDELE, INRAE) et sur la grille de notation australienne Meat Standards Australia (MSA, Polkinghorne 2008) pour pondérer de manière relative l'importance de chaque indicateur selon la préférence du décideur. La pondération élaborée par le système MSA repose sur une décomposition statistique de la préférence des consommateurs à l'aide des indicateurs d'analyse sensorielle cités précédemment (tendreté, jutosité, flaveur) et d'une note d'appréciation globale du produit.

Les méthodes de décision multicritère sont des outils mathématiques qui permettent d'accompagner le décideur dans la modélisation de ses préférences, puis de déterminer le compromis qui y répond le mieux.

L'objectif de ce papier sera donc de présenter le principe et le potentiel de ces méthodes multicritères pour accompagner les acteurs de la filière à construire des cahiers des charges au plus près des exigences et préférences qu'ils auront formulées, notamment vis-à-vis des trois propriétés de la qualité de la viande bovine précédemment évoquées

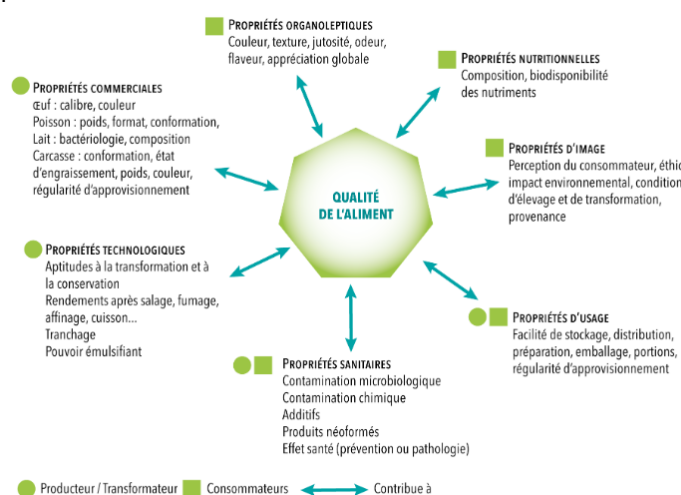


Figure 1 Les 7 propriétés de la qualité de l'aliment selon la définition de l'ESCo sur « la qualité des aliments d'origine animale » (Prache et Santé-Lhoutellier 2020).

1. LES INDICATEURS DE LA QUALITE

Pour évaluer la qualité de la viande sur ses propriétés organoleptique, nutritionnelle et commerciale, une revue de la littérature a été réalisée.

1.1 PROPRIETES ORGANOLEPTIQUES

La définition de la qualité organoleptique d'une viande bovine varie en fonction du morceau et du débouché considéré (Touraille, 1994). Dans cette étude, seule la qualité des pièces bouchères (principalement le faux filet) à griller ou à rôtir a été traitée puisque c'est avant tout la qualité organoleptique de ces morceaux qui est décrite comme variable et susceptible d'influencer l'acte de réachat du produit (Hocquette et al. 2014).

La qualité organoleptique de la viande bovine est traditionnellement évaluée lors de séances d'analyse sensorielle soit par un panel de consommateurs naïfs soit par des jurés entraînés qui attribuent une note à un triptyque de descripteurs : la tendreté, la jutosité et la flaveur (Monin 1991). Pour évaluer la tendreté, qui est considérée comme l'un des indicateurs le plus important par les consommateurs (Grunert et al. 2004), il existe aussi une

mesure mécanique basé sur la force nécessaire pour cisailier un échantillon donné. La méthode de Warner-Bratzler est moins coûteuse et plus répétable que l'indicateur de tendreté obtenu en analyse sensorielle et leur corrélation semble forte (Lorenzen et al 2003), -0,60 en moyenne, allant de - 0,26 à - 0,95 selon les expérimentations (Guillemin et al 2009).

Au cours de l'acte d'achat, les consommateurs associent la couleur à un indicateur de fraîcheur (Henchion et al. 2014) bien que les variations de la couleur semblent liées à des facteurs différents (Mancini et Hunt 2015). Un suivi de la couleur de la viande doit donc être réalisé, à partir du spectre chromatique CIE L*a*b* qui fournit trois indicateurs objectifs. La couleur du gras fait aussi l'objet d'une attention particulière, notamment parce qu'une ration à l'herbe peut entraîner une coloration jaunâtre (Moloney et al. 2013), parfois vue d'un mauvais œil par le consommateur.

1.2. PROPRIETE NUTRITIONNELLE

L'amélioration de la qualité nutritionnelle de la viande fait partie des engagements sociétaux du PACTE pour retrouver la confiance des consommateurs. La viande présente en effet de nombreux atouts nutritionnels dans l'alimentation mais sa surconsommation peut entraîner des maladies cardiovasculaires liées à sa forte teneur en acides gras saturés (AGS) (Mota et al. 2019). Le profil de la composition en acides gras est donc un premier indicateur. A noter qu'il existe un débat sur cet indicateur, exprimé parfois en teneurs (mg/g de muscle) parfois en proportions des lipides totaux. Exprimer les acides gras en teneur est plus concret, car il permet de quantifier l'apport effectif de chaque acide gras par la viande. Cependant une forte corrélation entre les différents acides gras est observée (en lien notamment avec la teneur en lipides totaux de la viande) et ne permet pas, par conséquent, de discriminer la qualité de la viande à partir de sa composition lipidique. Pour passer outre cette difficulté, il est possible d'exprimer ces indicateurs en proportion de la teneur lipidique du muscle. Toutefois cette approche nécessite de prendre en considération le fait qu'une viande ayant une forte proportion en oméga 3 (w3) ne contribue pas forcément à un apport conséquent en oméga 3 en quantité, cela peut aussi être dû à une quantité d'oméga 6 très faible. Les rapports tels que AGS/AGPI (acides gras polyinsaturés) et w6/w3 sont aussi une solution pour étudier cet aspect nutritionnel (Wood et Enser 2017).

Le fer est un composant important des viandes rouges et est surtout très bio-disponible notamment dans sa forme héminique qui est jusqu'à 3 fois plus absorbable par l'intestin que sa forme libre (Turhan et al. 2004). Cela permet notamment de lutter contre l'anémie, assez courante chez les femmes par exemple. Cependant, il favorise aussi le potentiel oxydatif au niveau de l'intestin et serait donc aussi un facteur de risque de développement d'un cancer du côlon (Bastide et al. 2011). Cela montre que la qualité nutritionnelle de la viande est dépendante des consommateurs auxquels elle s'adresse (sexe, âge, régime alimentaire, problèmes de santé, etc.).

Des vitamines absentes dans les produits végétaux, comme la carnitine et la B12, ont également des propriétés intéressantes (Pereira et Vicente 2013).

1.3. PROPRIETE COMMERCIALE

La production française de bovin est très diverse de par 1) les deux origines (races laitières et allaitantes) aux fonctions de production très éloignées, 2) l'élevage de races pures et 3) la conduite de la finition des animaux peu standardisée (Micol et Lherm 2010).

La propriété commerciale peut être défini comme la valorisation économique des animaux et des carcasses. En

France et en Europe, cette propriété n'est pas forcément liée aux attentes des consommateurs finaux (Bonny et al. 2016). En effet, la grille EUROP rémunère les carcasses d'une catégorie donnée d'animaux en fonction de trois critères : le poids, la conformation EUROP et la note d'état d'engraissement. Une conformation importante (E, U) témoigne d'une qualité bouchère permettant notamment l'extension de découpe et donc une meilleure valorisation de certains muscles. La note d'engraissement de 1 à 5 est, quant-à-elle, optimale autour de 3. En dessous, le manque de gras ne permet pas une conservation idéale de la viande lors de la maturation. Au-dessus, une carcasse trop grasse diminue le rendement en viande et mécaniquement la marge du transformateur. Ces tendances sont confirmées par la récente enquête menée en Aquitaine auprès de professionnels de la transformation (Ellies-Oury et al. 2020). La couleur de la viande et la teneur en persillé, sont les deux critères les plus cités par ces transformateurs en réponse à la question : « quels sont les critères de qualité d'une carcasse de bovin ». Ces indicateurs font d'ailleurs partie de la rémunération des producteurs dans des pays ayant d'autres systèmes de classification. En Australie, le persillé et la couleur sont évalués au niveau de la 10^{ème} côte. Aux États-Unis et au Japon, des indicateurs de gras péri-rénaux permettent d'évaluer plus finement le rendement en viande, car davantage corrélé que la note de l'état d'engraissement des carcasses (Polkinghorne et Thompson 2010). Monteils et al. (2017) proposent d'ailleurs l'adoption du persillé comme nouveau critère de paiement des carcasses en France et en Europe. Le développement de Meat@ppli (Normand et al. 2019), une application smartphone permettant d'évaluer, à partir d'une simple photo, le persillé d'une viande, symbolise l'intérêt que porte la filière à cet indicateur dont l'évaluation en routine est en phase de thèse en abattoir (Jentzer 2019).

Une proposition de 8 principes pour évaluer les trois propriétés est résumée dans le tableau 1. Chaque principe est ainsi évalué au travers d'un ou plusieurs indicateurs qui seront réutilisés dans l'analyse multicritère en seconde partie.

Tableau 1 Tableau récapitulatif d'une proposition d'indicateurs permettant d'évaluer la qualité de la viande bovine selon les 3 propriétés enquêtées.

Propriété	Principe	Indicateurs
Organoleptique	Analyse sensorielle	Tendreté, jutosité, flaveur
	Rhéologie	Force de cisaillement
Nutritionnelle	Acides gras	AGS/AGPI, w6/w3
	Vitamines	B12, carnitine
	Oligo-éléments	Fer, zinc
Commerciale	Morceaux nobles	Conformation, poids de carcasse
	Rendement en viande	État d'engraissement, gras péri-rénaux
	Indice de qualité consommateur	Couleur, persillé

2. EVALUATION MULTICRITERE

La multiplication des indicateurs permettant d'évaluer les 3 propriétés étudiées (tableau 1) nécessite un travail de modélisation multicritère afin de réaliser une synthèse à l'image des préférences du décideur. A terme, l'objectif de cette méthodologie est de sélectionner la conduite de l'animal et de la transformation satisfaisant au mieux ces préférences.

2.1. LES PRE-REQUIS

Pour mettre en place une analyse multicritère, il est nécessaire de disposer d'un ensemble de n actions alternatives parmi lesquelles un décideur souhaite en sélectionner un nombre limité. Ces n actions dans le cas présent sont n viandes ayant été produites dans des conditions différentes et évaluées sur m critères (les indicateurs du tableau 1). La première étape consiste à faire un premier tri parmi cet ensemble de critères. Un critère fortement redondant avec un autre ou présentant un fort taux de valeur manquante peut justifier l'abandon de ce critère. Il est parfois possible d'imputer les valeurs à partir de techniques décrites par Josse et Husson (2016), ou de supprimer une action présentant des valeurs manquantes sur beaucoup de critères.

Lorsque tous les critères ne sont pas exprimés dans la même unité (les critères sont dits « non commensurables »), il peut être utile de procéder à une normalisation afin de s'affranchir des unités lors de la fixation des poids (partie 2.2).

L'exercice de standardisation des critères doit aussi permettre d'homogénéiser les différents objectifs : minimisation ou maximisation. Par exemple, on souhaitera maximiser la tendreté d'un morceau de viande mais minimiser la teneur en AGS. On pourra alors minimiser l'opposé de la tendreté afin de maximiser cette dernière. Si l'objectif d'un critère est d'atteindre une valeur cible, par exemple l'état d'engraissement dont la note doit se rapprocher de 3, la solution sera alors de minimiser l'écart du critère à la valeur cible (ici 3), ce qui permettra de rester dans un problème de minimisation pour tous les critères.

2.2 L'ATTRIBUTION DES POIDS

La préférence du décideur passe, dans la majorité des techniques d'agrégation (partie 2.3), par l'attribution d'un poids w à chaque critère. Pour fixer ces poids, le décideur peut se fier à sa propre expérience, ou se référer à un groupe d'experts comme dans l'étude menée par Conanec et al. (2019) pour l'attribution du poids de chaque acide gras dans l'évaluation de la qualité nutritionnelle.

Cependant, même pour un groupe d'experts, l'exercice consistant à attribuer un poids entre 0 et 1 à un critère est pour le moins délicat. Parmi les outils d'aide existants (Wang et al. 2009), le plus couramment utilisé dans de nombreux domaines, comme l'énergie, l'environnement et l'économie notamment, est l'Analytic Hierarchy Process (AHP) (Mardani et al. 2015). Cette technique repose sur une évaluation de l'importance relative de chaque critère deux à deux (Saaty 2014), par une échelle d'entier allant de 1 (pas de préférence) à 9 (forte préférence d'un des deux critères). Stocké dans une matrice carrée W , ses préférences sont ensuite agrégées pour obtenir un poids global pour chaque critère. Un exemple de matrice ainsi que la formule d'agrégation des poids deux-à-deux est donnée en (eq. 1).

$$W = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1/4 \\ 1/2 & 1 & 1/3 \\ 4 & 3 & 1 \end{pmatrix} w_i = \frac{\sum_{j=1}^m (W_{ij} / \sum_{k=1}^m W_{kj})}{\sum_{j=1}^m} \quad (1)$$

Malgré l'appui de ces outils mathématiques, la quantification des poids reste subjective. A l'inverse, une méthodologie totalement objective devrait reposer sur une étude statistique cherchant à expliquer une préférence (acte d'achat ou pas par exemple) avec les indicateurs associés. C'est ce qui a été réalisé par le système MSA en créant le score Meat Quality 4 (MQ4) en recherchant le modèle linéaire permettant d'expliquer l'appréciation de la viande par des consommateurs à partir de la tendreté, la jutosité, la

flaveur et l'appréciation globale (Polkinghorne et al. 2008). Cependant, le processus est coûteux nécessite de disposer d'un indicateur objectif global à décomposer.

2.3 L'AGREGATION ET LA DECISION

L'objectif des nombreuses techniques d'agrégation (Wang et al. 2009), est d'éclairer le décideur sur la ou les solutions qui sont les plus pertinentes au vu des préférences indiquées (via AHP par exemple). L'une des techniques les plus simples consiste à agréger par une somme les indicateurs pondérés par les poids w correspondant. Il en résulte un indice synthétique, qui permet d'ordonner les actions de la meilleure à la plus mauvaise. Bien que des variantes permettant d'améliorer cette méthode existent, la création d'un indice synthétique présente un inconvénient majeur : elle autorise la compensation entre indicateurs. Or, même si parfois le décideur n'apporte pas une grande importance à un indicateur, il n'envisage pas que celui-ci descende sous un certain seuil. Par exemple, un décideur ayant pour objectif de proposer une viande saine pourra choisir de rejeter une viande dont l'indice synthétique est le meilleur, car ayant une tendreté très mauvaise ce qui pourrait être rédhibitoire pour le consommateur.

Une autre famille de méthodes multicritères existe pour répondre à ce problème : les méthodes de surclassement. Les informations nécessaires pour modéliser les préférences du décideur sont plus complètes. Par exemple, la méthode ELECTRE (Roy 1990) nécessite, en plus des poids w , la définition de plusieurs seuils. Le seuil d'indifférence, au-dessous duquel une différence entre deux actions sur un critère donné n'est pas considérée comme traduisant une différence de préférence. Le seuil de préférence au-dessus duquel cette différence est jugée importante. Entre les deux seuils, on parle de préférence faible. Un seuil « veto » peut également être ajouté, permettant d'éliminer toute action ayant une performance trop moyenne sur l'un des critères (la tendreté selon notre exemple précédent). A partir des poids normalisés et de ces seuils, une fonction de concordance (reposant sur un système d'élection) permet de calculer un indicateur entre 0 et 1 permettant de trancher le rapport de préférence entre deux actions. Avec cette méthode, un classement ordonné des actions n'est pas toujours possible du fait de l'existence de l'indifférence et de la préférence faible. Moins lisibles, ces méthodes sont néanmoins plus adaptées à la réalité du terrain, où parfois, en raison d'un manque d'information, il n'est pas possible de trancher objectivement entre deux actions.

3. PERSPECTIVE D'UTILISATION DES METHODES MULTICRITERE

Pour être pertinent, ce type d'approche doit comparer un grand nombre d'animaux ayant été élevés et transformés dans une diversité de conditions. Ce travail est en cours de réalisation en fusionnant les bases de données des instituts technique (IDELE) et de recherche français (INRAE) et étrangers (Agroscope, Teagasc). Au terme de ce projet, un outil sera créé pour accompagner les acteurs de la filière lors de l'élaboration d'un cahier des charges. La saisie de leurs préférences via les méthodes précédemment décrites permettra à la fois de visualiser les performances atteignables et la conduite de l'animal à mettre en place pour obtenir ce résultat. La force de l'outil résidera sur l'expérience de nombreuses études qui permettront aussi, par des méthodes non détaillées ici, de prendre en compte le niveau d'incertitude de la décision.

La réussite de ce projet est donc donnée-dépendante mais à l'heure actuelle, la base de données rassemble des animaux sur lesquels tous les indicateurs ne sont pas disponibles.

Enfin, l'enjeu de l'évaluation fine de la qualité des produits est à relativiser car on observe, pour l'heure, une simplification des indicateurs globaux de qualité, comme le Nutri-Score ou le NOVA qui ne prennent pas en compte la variabilité intra-produit pour juger des propriétés nutritionnelles de la viande.

Bastide N., Pierre F. et Corpet D. 2011 *Cancer Prev Res*, 4, 177-184

Bonny S., Pethick D., Legrand I., Wierzbicki J., Allen P. Carlhian B. 2018. *VPC- 2018- 34*, 4-6.

Farmer L., Polkinghorne R., Hocquette J-F et Gardner G. 2016, *Animal*, 10, 996-1006.

Touraille C., 1994, *Renc Rech Ruminants*, 1, 169-175.

Conanec A., Picard B., Durand D., Cantalapiedra G., Chavent M., Denoyelle C., Gruffat D., Normand J., Saracco J. et Ellies-Oury M-P. 2019, *Foods*, 8, 197.

Ellies-Oury M-P, Cantalapiedra G., Durand D., Gruffat D., Llistrat A., Micol D., Ortigues-Marty I., Hocquette J-F., Chavent M. et Saracco J., 2016, *Meat sci*, 122, 163-172.

Ellies-Oury M-P., Hocquette J-F., Chriki S., Conanec A., Farmer L., Chavent M. et Saracco J., 2020, *Foods*, 9, 525.

Gruner K-G., Bredahl L. et Brunso K., 2004, *Meat sci*, 66, 259-272

Guillemin, N., Cassar-Malek, I., Hocquette, J.F., Jurie, C., Micol, D., Llistrat, A., Leveziel, H., Renand, G., Picard, B., 2009, *INRA Prod. Anim.* 22, 331-344

Haurant P., Oberti P. et Muselli M., 2011, *Ener. Pol.*, 39, 676-688.

Henchion M., McCarty M., Rosconi V. et Troy D., 2014, *Meat sci.*, 98, 561-568.

Hocquette J-F., Van Wezemael L., Chriki S., Legrand I., Verbeke W., Farmer L., Scollan N., Polkinghorne R., Rodbotten R. et Allen P., 2014, *Meat sci.*, 97, 316-322

Interbev 2020. Rapport RSO

Josse J. et Husson F., 2016, *Jour. Of Stat. Soft.*, 70, 1-31.

Jentzer A. 2019. Conférence Grand Angle Viande.

Lorenzen, C.L., Miller, R.K., Taylor, J.F., Neely, T.R., Tatum, J.D., Wise, J.W., Buyck, M.J., Reagan, J.O., Savell, J.W., 2003. *J. Anim. Sci.* 81, 143-149.

Mancini R-A. et Hunt M., 2015, *Meat sci.*, 71, 100-121

Mardani A., Jusoh A., Nor K., Khalifat Z., Zakwan N., Valipour A., 2015, *Eco. Res.-Eko. Istra*, 28, 616-571

Micol D., Lherm M., 2010. Viande bovine en France. Quels types de production pour quels produits ? In : "Muscle et Viande de Ruminant". Quae, Versailles, France, 3-13.

Moloney A., Mooney M., Kerry J., Stanton C. et O'kiely P., 2013, *Meat sci.*, 95, 608-615.

Monin G., 1991, *INRA PA*, 4, 151-160.

Monteils V., Sibra C., Ellies-Oury M-P., Botreau R., De la Torre A. et Laurent C., 2017, *Liv. Sci.*, 202, 44-51.

Mota J., Boué G., Guillou S., Pierre F., Membré J-M., 2019, *Food & Che. Toxi.*, 130, 174-186.

Normand J., Meunier B., Bonnet M., Albouy-Kissi B. 2019. *Sommet de l'élevage.*

Pereira P. et Vicente A., 2013, *Meat Sci.*, 93, 586-592.

Polkinshorne R. et Thompson J., 2010, *Meat Sci.* 86, 227-235.

Polkinghorne R., Thompson J., Watson R., Gee A. et Porter M., 2008, *Aus. Jour. Of Exp. Agri.*, 48, 1351-1359.

Prache S. et Santé-Lhoutellier V., 2020, Rapport de l'expertise scientifique collective, INRAE, 120.

Roy B., 1990, *Reading in multiple criteria decision aid.* Springer 155-183

Saaty T., 2014, *Stat. Ref. On.*,

Turhan S., Altunkaynak T. et Yazici F., 2004, *Meat Sci.*, 67, 191-194.

Wang J-J., Jing Y-Y., Zhang C-F et Zhao J-H. 2009, *Renew. & Sus. emer.*, 13, 2263-2278.

Wood J-D et Enser M., 2017, *New aspects of Meat Quality*, Elsevier, 501-535.