



Faits marquants de la production bovine en Australie

Synthèse des rapports 2017 et 2018 du « Meat Livestock Australia » concernant le pilotage de la qualité sensorielle de la viande bovine en Australie.

Mots-clés : production de viande, qualité sensorielle

Auteur : Alix Neveu¹, Sarah Strachan², David Pethick³, Isabelle Legrand⁴, Jean-François Hocquette⁵

¹ École Nationale Supérieure Agronomique de Toulouse, Avenue de l'agrobiopole, 31320 Auzeville Tolosane, France

² Meat & Livestock Australia, 40 Mount Street, North Sydney, Australia

³ Murdoch University, Murdoch, Western Australia, 6150

⁴ Institut de l'Élevage, M.R.A.N.A., Boulevard des Arcades, 87060 Limoges Cedex 2, France ;

⁵ INRA, UMR1213, Recherches sur les Herbivores, Theix, 63122 Saint-Genès-Champanelle, France

Chaque année, le « Meat Livestock Australia » publie un rapport présentant des données techniques et économiques concernant la mise en place du « Meat Standards Australia (MSA) », système de prédiction de la qualité en bouche de la viande bovine. Cet article résume les faits marquants des deux rapports les plus récents.

Résumé :

L'Australie a déployé depuis environ 20 ans le système de classement « Meat Standards Australia (MSA) » pour prédire la qualité en bouche de la viande bovine afin de mieux satisfaire les consommateurs de viande. Plus de 3,1 millions de bovins ont été labellisés MSA en 2017-18, ce qui représente environ 43% des abattages nationaux de bovins adultes. De plus, 94,3% des bovins candidats pour le classement MSA répondaient aux exigences minimales du système. Le « Meat Livestock Australia » a également mis au point l'index MSA, qui indique le potentiel qualitatif de la viande pour la carcasse dans son ensemble. De 2010-11 à 2016-17, l'index MSA moyen a augmenté d'environ 1,5% pour atteindre 57,78 en 2017-18. Le programme MSA a permis à plus de 5 000 producteurs de viande australiens d'être enregistrés comme fournisseurs dans le système MSA, et l'écart de prix moyen entre les carcasses de jeunes animaux MSA et non-MSA pour toutes les gammes de poids (à l'exclusion de celles issues des bovins alimentés avec des concentrés) a été de 0,21 \$ / kg (et de 0,13 \$ / kg pour les bovins alimentés avec des concentrés). Ainsi, au cours de la dernière année, on estime que le programme MSA a généré une plus-value de 152 millions de dollars australiens pour les producteurs de viande bovine australienne.

Abstract: Major results of beef production in Australia

Australia has developed for about 20 years the Meat Standards Australia (MSA) grading scheme to predict beef eating quality and hence better satisfy beef consumers. More than 3.1 million cattle were processed through MSA pathways in 2017-18. The cattle presented for MSA grading accounted for 43% of the national adult cattle slaughter and 94.3% of cattle presented for grading met MSA minimum requirements. The Meat Livestock Australia has also developed the MSA index, which indicates an eating quality potential at the whole carcass level. Since 2011, the average MSA Index has increased by roughly 1.5% from 2010-11 to 2016-17 to reach 57.78 in 2017-18. More than 5,000 meat producers became registered to supply livestock through the MSA program, and the average price differential between MSA and non-MSA carcasses from young cattle across all weight ranges (excluding accredited grainfed cattle) was \$0.21/kg (and \$0.13/kg for cattle that met grainfed accreditation standards). Thus, in the last year, it is estimated that the MSA program delivered an additional AUD\$152 million in farm gate returns for beef producers in Australia.

INTRODUCTION

Le « Meat Livestock Australia » (MLA) a développé un modèle pour prédire la qualité sensorielle de la viande bovine (tendreté, jutosité, flaveur, appréciation globale) dans l'assiette du consommateur pour chaque muscle selon la méthode de cuisson, en fonction de paramètres d'amont (âge, sexe, vitesse de croissance des animaux, etc), des conditions d'abattage, des caractéristiques des carcasses (poids, engraissement, pH, persillé, etc) et de la durée de maturation. Ce système, appelé « Meat Standards Australia » (MSA) et préalablement décrit (Polkinghorne *et al.*, 2008 ; Watson *et al.*, 2008), a été déployé par la filière bovine australienne qui publie chaque année un rapport sur ses performances techniques et économiques. Le système MSA a également été testé avec succès dans d'autres pays (Hocquette *et al.*, 2014). Plus récemment, un index MSA a été calculé à partir des

données de prédiction des qualités sensorielles d'une quarantaine de pièces de boucherie pondérées par leur poids relatif dans la carcasse. C'est un indicateur du potentiel de qualité gustative de la carcasse entière (McGilchrist *et al.*, 2019).

Durant les années 2015 à 2017, 5,9 millions de bovins ont été classés avec les normes MSA. De même, durant l'année fiscale australienne 2017-2018, environ 3,1 millions de bovins l'ont été, soit une augmentation de 3% par rapport à l'année précédente. Les carcasses conformes aux exigences minimales du MSA (pH final et couverture de gras) ont reçu une valeur d'index MSA. Les rapports 2017 et 2018 du MLA résumés ici utilisent les principales caractéristiques du déploiement du système MSA en Australie (MLA, 2017 et 2018).

I. COMMENT LES ELEVEURS ET LA FILIERE UTILISENT LE SYSTEME MSA ?

I.1. Données 2017 et 2018

Au 30 juin 2017, 48 005 élevages étaient enregistrés comme utilisant le système MSA, 42 transformateurs de viande bovine étaient agréés MSA et 3 668 distributeurs (supermarchés, bouchers, épiciers) étaient autorisés à commercialiser des produits MSA. Enfin, 156 labels ou marques commerciales de viande bovine se sont appuyées sur le système MSA au 30 juin 2017 (MLA, 2017). Durant l'année fiscale australienne 2017-2018, 16 nouvelles marques se sont ajoutées, ce qui porte leur nombre total à 172 (MLA, 2018). Ces marques ou labels s'appuient sur la méthodologie MSA pour garantir la qualité des produits qu'ils proposent.

Depuis sa mise en œuvre commerciale en 1999, le programme MSA a connu une croissance importante, avec 5,9 millions de bovins présentés à la classification MSA en 2015-2017 (Figure 1). Cela compte pour 38% à 40% de tous les bovins adultes abattus dans le pays en 2015/2016 (MLA, 2016) et 2016/2017 (MLA, 2017) respectivement (Figure 1) et 43% durant la dernière année fiscale (MLA, 2018).

I.2. L'application « MonMSA », un outil de retour d'informations vers les éleveurs et les opérateurs

MonMSA (MyMSA en anglais) est le système pivot pour le retour d'information du classement MSA vers les acteurs de la filière, notamment les éleveurs. Il a été déployé au milieu de l'année 2014 et depuis, plus de 6 200 producteurs

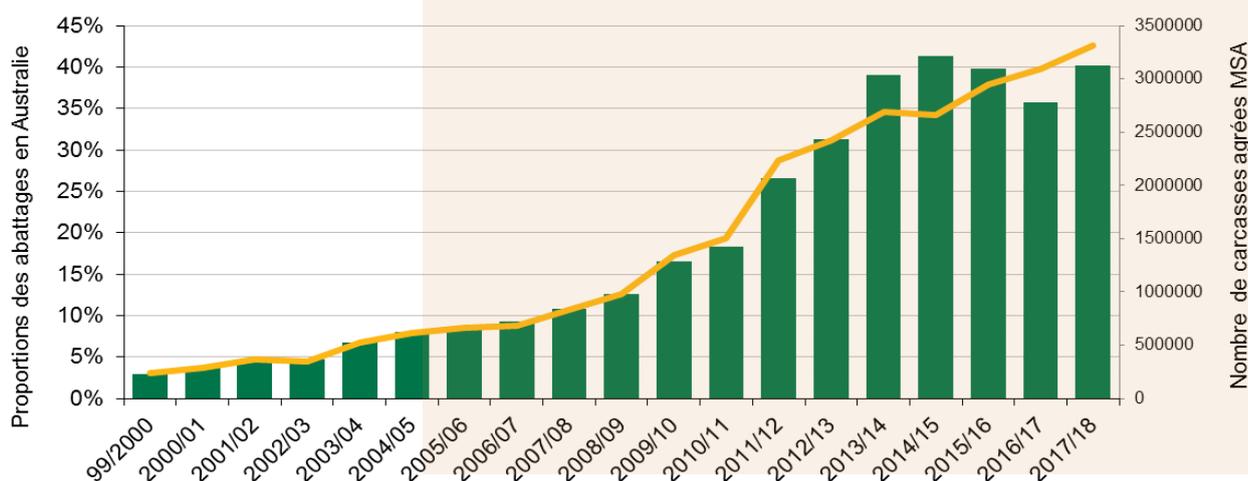
l'ont utilisé. Cela représente un total de presque 30 000 connexions pour obtenir le retour d'information à propos des carcasses classées.

MonMSA offre aux producteurs la possibilité de :

- Créer un ensemble complet d'information concernant les carcasses, dès que le classificateur officiel a chargé les données
- Observer dans le temps les tendances de conformité ou de non-conformité des carcasses à la fois aux normes MSA et aux spécifications de l'entreprise
- Créer des ensembles de données personnalisées pour déterminer l'impact des pratiques individuelles sur la conformité des carcasses
- Télécharger des données à importer
- Utiliser le calculateur de l'index MSA pour déterminer le changement potentiel de la qualité sensorielle de la viande produite en fonction des changements de pratique des élevages
- Évaluer la performance de chaque troupeau par comparaison à la moyenne de la région, de l'état ou du pays et en sélectionnant le type de ration donnée aux animaux et l'utilisation ou non de promoteurs de croissance hormonaux.

L'outil d'analyse comparative MonMSA est disponible en ligne (sur www.mymmsa.com.au). Il offre donc aux producteurs la possibilité d'évaluer les performances de leurs bovins (notamment via l'index MSA), par rapport aux autres producteurs à différents niveaux (région, état, pays).

Figure 1 : Evolution des carcasses agréées MSA en nombre (échelle de droite) et en proportion des abattages australiens (MLA 2018).



I.3. La plus-value économique apportée par le MSA

Dans de nombreux cas, il existe en Australie une plus-value économique en cas de conformité aux normes MSA. Ceci est une incitation à ce que les transformateurs individuels et les détenteurs de marque respectent les spécifications relatives à la qualité sensorielle de la viande (Griffith et Thompson, 2012 ; MLA, 2016).

En 2015-2017, les animaux (généralement engraisés à l'herbe) qui respectaient en moyenne les normes MSA et les spécifications de l'entreprise ont fait l'objet de 0,24 \$ par kg de plus-value à l'abattoir comparativement à leurs homologues non-MSA. Avec un poids moyen de carcasse de 281 kg, cela peut représenter 67,44 \$ de plus par tête (revue

de Bonny *et al.*, 2018). La plus-value a été de 0,21 \$ par kg en 2017-2018 (MLA, 2018).

Les carcasses provenant d'animaux engraisés avec des concentrés et répondant aux spécifications et aux exigences du MSA ont reçu en moyenne 0,13 \$ de plus par kg à l'abattoir par rapport à leurs homologues non-MSA. Avec une carcasse d'un poids moyen de 306 kg, cela peut représenter, avec un rendement moyen, environ 40 \$ par tête de plus-value. Comprendre les moteurs de la conformité aux normes MSA et les facteurs ayant une incidence sur la qualité sensorielle de la viande (Tableau 1) sont donc des leviers importants pour l'augmentation potentielle de la marge économique de l'élevage (revue de Bonny *et al.*, 2018).

II. OPTIMISATION DE LA QUALITE SENSORIELLE DES VIANDES AVEC L'INDEX MSA

II.1. Qu'est-ce que l'index MSA ?

L'index MSA est une mesure nationale standard du potentiel de qualité sensorielle de la viande issue d'une carcasse bovine. L'index MSA est un nombre unique sur une échelle de 0 à 100, généralement compris entre 30 et 80, exprimé avec deux décimales (c'est-à-dire par exemple 54,62), pour représenter le potentiel de qualité sensorielle d'une carcasse entière (McGilchrist *et al.*, 2019). Il est calculé à partir des

données de prédiction par le MSA de la qualité sensorielle globale de chaque pièce de boucherie pondérée par son poids relatif dans la carcasse. Le calcul est fait pour une durée de maturation et une méthode de cuisson standard pour la pièce considérée. L'index MSA est donc indépendant de toutes les informations de process post-mortem de la viande, étant calculé en utilisant uniquement des caractéristiques influencées par la production avant l'abattage (Tableau 1).

Tableau 1 : Effets des caractéristiques de la carcasse sur la valeur de l'index MSA

Caractéristiques des carcasses	Influence sur l'index MSA (en nombre de points sur une échelle de 100)	Compléments d'information (impact moyen)	Impact relatif du changement des pratiques sur l'index MSA
Promoteurs hormonaux de croissance	5	+5 points en l'absence d'utilisation d'hormones	Très élevé
Jeune veau nourri au lait	4	+4 points pour les carcasses des veaux nourris au lait dans le système de production australien	Très élevé
Ventes aux enchères	5	+ 5 points pour les carcasses envoyées directement à l'abattage sans vente aux enchères	Très élevé
Persillé (sur une échelle de 0 à 1100)	0,15	+0,15 point par augmentation de 10 points du score de persillé	Elevé
Croisement avec <i>Bos indicus</i> (zébu)	0% = 0,0 12% = -1,6 18% = -3,2 25% = -3,9 38% = -4,7 50% = -5,2 75% = -5,5 100% = -6,3	Par exemple, -6,3 points pour les animaux <i>Bos indicus</i>	Elevé
Age / score d'ossification (sur une échelle de 0 à 600) ⁽¹⁾ .	0,6	+0,6 point par diminution de 10 points du score d'ossification	Elevé
Epaisseur de gras sur les côtes	0,1	+0,1 point par mm d'épaisseur de gras sur les côtes	Moyen
Poids chaud de la carcasse	0,01	+0,01 point par kg de carcasse chaude	Faible
Sexe	0,3	+ 0,3 point pour les femelles comparativement aux bœufs	Faible

Les valeurs présentées dans le Tableau 1 sont les effets moyens calculés pour 2,8 millions de carcasses à travers l'Australie.

* L'ossification se réfère à la maturité physiologique de la carcasse, et est mesurée sur une échelle de 100-590, où 100 est le score le plus jeune. Quand un animal vieillit, le cartilage des vertèbres se transforme lentement en os ou s'ossifie. Les animaux capables d'atteindre le poids du marché à un plus jeune âge auront probablement des scores d'ossification plus faibles. L'ossification va souvent de pair avec une quantité accrue de tissu conjonctif dans les muscles, ce qui a un effet négatif sur la tendreté de la viande.

L'index MSA reflète l'impact sur la qualité gustative des différences de pratiques d'élevage, environnementales et génétiques entre les bovins au moment de l'abattage. C'est une référence robuste qui peut être utilisée chez tous les transformateurs de viande, dans toutes les régions géographiques et dans le temps. L'index MSA est donc très différent des critères de classement des carcasses selon la grille EUROP (conformation, engraissement) qui nécessitent d'être améliorés (Monteils *et al.*, 2017) et qui ne sont pas ou que peu reliés à la qualité gustative des viandes (Bonny *et al.*, 2016), expliquant ainsi la faible relation entre la qualité sensorielle de la viande et son prix de vente au niveau du consommateur, du moins en France (Normand *et al.*, 2014).

Les rapports 2017 et 2018 du MLA ont été rédigés à partir de l'analyse des données de tous les bovins classés par le système MSA de 2015 à 2018. Ils présentent des données quantitatives sur les carcasses, fournies par des classificateurs agréés MSA et enregistrées par le MLA pendant cette période.

Toutes les analyses de données associées aux résultats de l'index MSA sont basées sur la localisation de l'élevage où les bovins ont été rassemblés, plutôt que sur le lieu d'abattage.

Cette méthode a été choisie pour donner une indication plus précise des opportunités de production et des spécificités de chaque état australien.

II.2. Evolution de l'index MSA

L'index MSA moyen était de 57,56 pour la période 2015-17 (MLA, 2017) et de 57,78 en 2017-2018 (MLA, 2018). La Figure 2 montre la répartition nationale de cet index pour les carcasses classées MSA en 2015-2017. Les valeurs de l'index MSA des 5,5 millions de carcasses conformes aux spécifications MSA se situaient entre 31,5 et 75,5. La distribution bimodale peut s'expliquer par l'impact des promoteurs de croissance hormonaux ou celle du croisement avec la race zébu, par exemple.

L'index MSA a régulièrement augmenté (Figure 3) : il s'est amélioré de 0,84 point (ou 1,5%) de 2010-2011 à 2016-2017. Ceci s'explique très probablement par l'évolution des pratiques des éleveurs afin d'améliorer la qualité gustative de la viande produite. De fait, la plus-value économique apportée par le MSA est une véritable incitation financière pour les producteurs (paragraphe I.3).

Figure 2 : Répartition des carcasses au plan national selon leur index MSA en 2015-2017

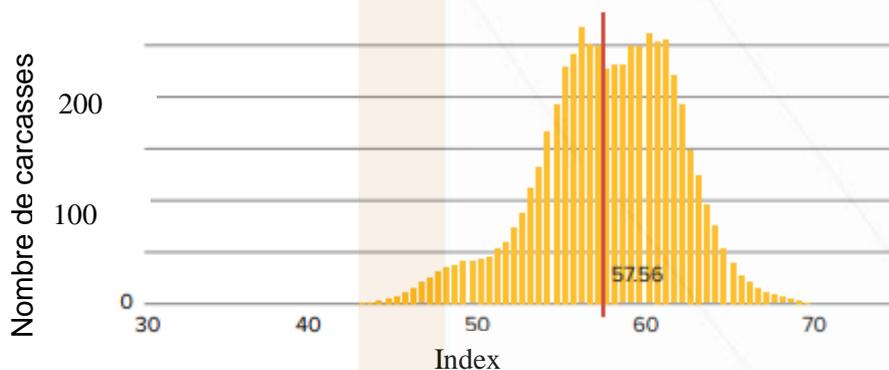
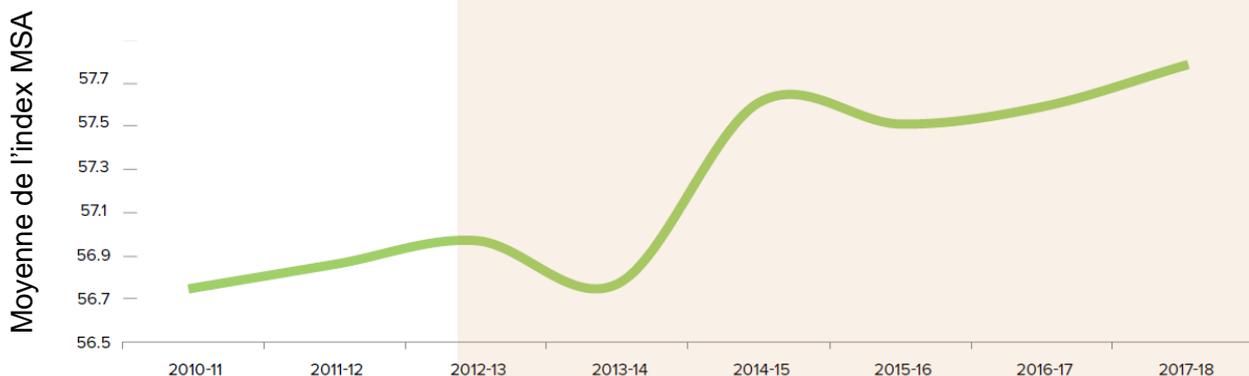


Figure 3 : Progression de l'index MSA au plan national depuis 2010-2011 (MLA, 2018)



III. INFLUENCE DE L'ALIMENTATION SUR L'INDEX MSA

III.1. Effets du type de ration sur l'index MSA

En 2015-2017, 51% des bovins classés MSA étaient alimentés à l'herbe, les 49% restants alimentés en « feedlot » avec des céréales. Les bovins nourris à l'herbe ont un index MSA moyen de 58,48 alors que celui des bovins finis aux céréales est de 56,66.

Le Tableau 2 donne une indication de la moyenne et de la variabilité des caractéristiques des carcasses classées MSA issues de bovins alimentés au grain ou à l'herbe. En moyenne, les carcasses produites au grain étaient 25 kg plus lourdes que

celles engraisées à l'herbe, avec des valeurs moyennes de persillé, d'ossification et de couverture de gras similaires. Cependant, l'index MSA moyen était de 1,82 point supérieur pour les bovins engraisés à l'herbe. Cela est probablement dû, au moins en partie, à la différence d'utilisation relative des facteurs de croissance hormonaux entre les groupes. En effet, les bovins finis au grain étaient majoritairement traités avec des implants hormonaux (61%, contre 15% dans le groupe engraisé à l'herbe).

Tableau 2 : Caractéristiques des carcasses conformes pour le MSA selon le type de ration

Type de ration	Statistiques sur la population d'animaux	Poids des carcasses (kg)	Ossification	Persillé	Gras des côtes (mm)	Index MSA
Grain	Haut 5%*	412	120	520	16	63,67
	Moyenne	306	160	350	8	56,66
	Bas 5%**	223	200	210	4	48,74
Herbe	Haut 5%	364	120	480	14	63,77
	Moyenne	281	170	330	8	58,48
	Bas 5%	219	250	190	3	51,16

* Les 5% de la population ayant le plus haut index MSA

** les 5% de la population ayant le plus bas index MSA

III.2. Caractéristiques des carcasses et conséquences sur l'index MSA

Les figures suivantes (4, 5 et 6) montrent les fourchettes et la distribution de plusieurs caractéristiques de carcasse impactant l'index de MSA. La proportion de bovins avec un score d'ossification inférieur ou égal à 150 était de 56% chez les bovins alimentés à l'herbe contre 48% pour les bovins nourris au grain (Figure 4).

Les différences dans la répartition du persillé de la viande étaient faibles entre les régimes alimentaires, avec une proportion légèrement plus élevée de bovins engraisés à l'herbe ayant des scores MSA de persillé inférieurs à 400 (Figure 5 et Tableau 3). Les bovins engraisés au grain affichent un score moyen de persillé légèrement supérieur à 350, contre 330 pour ceux nourris à l'herbe. Cette différence est très certainement due à la nature de la ration riche en énergie que reçoivent les bovins engraisés au grain. Comme le persillé est le dernier dépôt adipeux à être déposé dans la carcasse de l'animal, les animaux ont besoin d'aliments riches en énergie avant l'abattage pour aider à l'expression du persillé.

Il y a une proportion sensiblement plus grande de bovins engraisés à l'herbe ayant des poids de carcasses plus légers que ceux engraisés au grain (Figure 6). Avec 306 kg de poids moyen de carcasse, les bovins engraisés au grain étaient plus lourds de 25 kg que leurs homologues nourris à l'herbe (281 kg). Cet écart de poids moyens s'explique probablement par des types d'aliments différents associés aux différents marchés et marques.

En 2015-2017, 37% des bovins classés MSA ont reçu un traitement avec des promoteurs de croissance. Il a été prouvé que ces derniers accroissent la productivité en raison d'un gain de poids supérieur. Cependant, les tests d'analyse sensorielle australiens ont montré que les promoteurs de croissance ont un impact négatif sur la qualité sensorielle de la viande. De plus, les caractéristiques de la carcasse sont également affectées par le traitement (Tableau 4). Ainsi, l'ossification augmente avec l'utilisation de promoteurs de croissance. Il y a aussi une réduction du persillé à poids constant.

Figure 4 : Distribution du score d'ossification en fonction du type d'alimentation



Figure 5 : Distribution du persillé par type d'alimentation



Figure 6 : Distribution du poids des carcasses par type d'alimentation

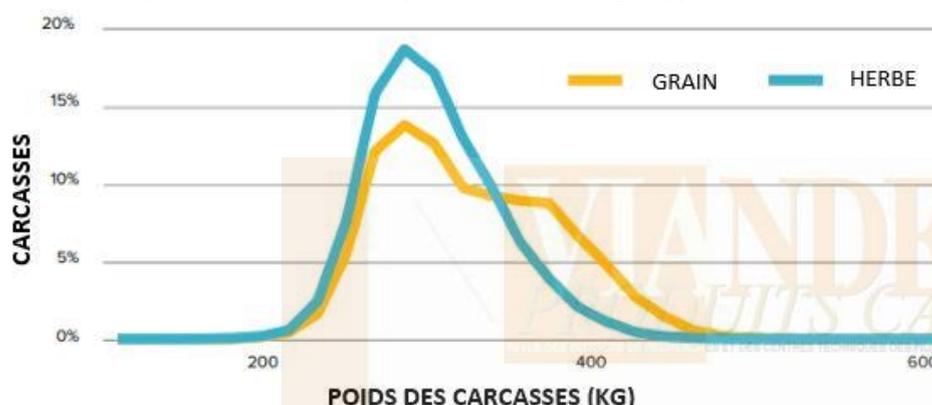


Tableau 3 : Proportion de la note MSA de persillé par type d'alimentation

Classes persillé	Bovins alimentés au grain	Bovins alimentés à l'herbe
100-200	3,91	8,25
210-300	24,83	30,88
310-400	48,86	44,94
410-500	16,09	11,83
510-600	4,24	2,83
610-700	1,03	0,72
710-800	0,49	0,27
810-900	0,25	0,13
910-1000	0,14	0,06
1010-1090	0,08	0,03
1110-1190	0,07	0,01
Total	100,00	100,00

Tableau 4 : Moyenne des attributs des carcasses selon l'utilisation d'hormones

Statut HGP ("Hormone Growth Promotants")	Statistiques sur la population d'animaux	Poids des carcasses (kg)	Ossification	Persillé	Epaisseur de gras des côtes (mm)	Index MSA
Sans hormones	Haut 5% *	374	110	520	15	64,48
	Moyenne	282	170	330	8	59,53
	Bas 5% **	215	280	190	3	53,05
Avec hormones	Haut 5%	413	130	500	16	58,59
	Moyenne	312	170	350	8	54,38
	Bas 5%	229	230	230	4	47,70

* Les 5% de la population ayant le plus haut index MSA

** les 5% de la population ayant le plus bas index MSA

CONCLUSION

Le modèle « Meat Standards Australia » (MSA) de prédiction de la qualité sensorielle de la viande bovine (tendreté, jutosité, flaveur, appréciation globale) pour le consommateur a été initié dans les années 2000 et a connu un fort développement en Australie surtout depuis 2010 environ. Il s'est accompagné en 2014 du déploiement de l'outil MonMSA disponible en ligne (sur www.mymasa.com.au) qui permet aux producteurs d'évaluer la conformité de leurs bovins et leurs performances en matière de qualité gustative de la viande produite par rapport aux autres éleveurs. Ces évolutions ont permis de générer une plus-value pour la filière viande bovine australienne estimée à 152 millions de dollars australiens pour les producteurs de viande bovine durant l'année fiscale 2017-2018.

Le « Meat Livestock Australia », propriétaire du système MSA, a également développé l'index MSA qui est une mesure

nationale du potentiel de qualité sensorielle de la viande issue d'une carcasse bovine. Il s'agit d'un nombre variant de 0 à 100, généralement compris entre 30 et 80, qui est calculé à partir des prédictions par le système MSA de la qualité sensorielle de chaque pièce de boucherie pondérée par son poids relatif dans la carcasse. L'index MSA permet d'identifier l'influence relative de chacun des facteurs participant au déterminisme de la qualité sensorielle de la viande bovine, en particulier celle du système d'élevage et du type d'alimentation des bovins (fourrages vs grain). L'index MSA permet également de suivre le potentiel de qualité des carcasses bovines australiennes, lequel s'est accru de 1,5% depuis 2011. Tous ces éléments ont été présentés au Workshop d'Août 2018 à Melbourne organisé à l'occasion du 20^{ème} anniversaire du système MSA, dont le compte rendu a été publié dans « Viandes et Produits Carnés » (Pethick *et al.*, 2019).

Références

- 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. (2016). European conformation and fat scores have no relationship with eating quality. *Animal*, 10, 996-1006.
- Bonny S.P.F., O'Reilly R.A., Pethick D.W., Gardner G.E., Hocquette J.-F., Pannier L. (2018). Update of Meat Standards Australia and the cuts based grading scheme for beef and sheepmeat. *Journal of Integrative Agriculture*, 17 (7), 1641-1654.
- Griffith G.R., Thompson J.M. (2012). The aggregate economic benefits to the Australian beef industry from the adoption of meat standards Australia: updated to 2010/11. *Australian Agribusiness Review*, 20, 11-38.
- Hocquette J.F., Van Wezemael L., Chriki S., Legrand I., Verbeke W., Farmer L., Scollan N.D., Polkinghorne R., Rødbotten R., Allen P., Pethick D.W. (2014). Modelling of beef sensory quality for a better prediction of palatability. *Meat Science*, 97, 316-322.
- Polkinghorne R., Philpott J., Gee A., Doljanin A., Innes J. (2008). Development of a commercial system to apply the Meat Standards Australia grading model to optimise the return on eating quality in a beef supply chain. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 48, 1451-1458.
- McGilchrist P., Polkinghorne R.J., Ball A.J., Thompson J.M. (2019). The Meat Standards Australia Index indicates beef carcass quality. *Animal*, in press.
- Meat and Livestock Australia (2016). Meat Standards Australia. Annual Outcomes Report 2015-2016. Producing excellence in eating quality <https://www.mla.com.au/globalassets/mla-corporate/marketing-beef-and-lamb/documents/meat-standards-australia/msa-2015-16-annual-outcomes-report.pdf>
- Meat and Livestock Australia (2017). Meat Standards Australia. Annual Outcomes Report 2016-2017. Producing excellence in eating quality https://www.mla.com.au/globalassets/mla-corporate/marketing-beef-and-lamb/documents/meat-standards-australia/msa-aor-2016_2017-lr.pdf
- Meat and Livestock Australia (2018). Meat Standards Australia. Annual Outcomes Report. Delivering consumer confidence in eating quality. <https://www.mla.com.au/marketing-beef-and-lamb/meat-standards-australia/msa-annual-outcomes-report-2017-18/>
- Monteils V., Sibra C., Ellies-Oury M.-P., Botreau R., De la Torre A., Laurent C. (2017). A set of indicators to better characterize beef carcasses at the slaughterhouse level in addition to the EUROP system. *Livestock Science*, 202, 44-51.
- Normand J., Rubat E., Evrat-Georgel C., Turin F., Denoyelle C. (2014). Les Français sont-ils satisfaits de la tendreté de la viande bovine ? http://www.viandesetproduitscarnes.fr/phocadownload/vpc_vol_30/3052_normand_enquete_nationale_tendrete.pdf Viandes et Produits Carnés, VPC-2014-30-5-2.
- Watson R., Gee A., Polkinghorne R., Porter M. (2008). Development of the Meat Standards Australia (MSA) prediction model for beef palatability. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 48, 1360-1367.
- Pethick D., McGilchrist P., Polkinghorne R., Warner R., Tarr G., Garmyn A., Thompson J., Hocquette J.-F. (2018). Travaux de recherche internationaux sur la qualité sensorielle de la viande ovine et bovine. *Viandes et Produits Carnés*, VPC-2018-34-1-2. <https://www.viandesetproduitscarnes.fr/index.php/fr/894-travaux-de-recherche-internationaux-sur-la-qualite-sensorielle-de-la-viande-ovine-et-bovine>
- Pethick D., Crowley M., Polkinghorne R., Webster J., Hocquette J.-F., McGilchrist P., Osborne T., McCamley I., Maguire T., Inglis M., Smith I., Strachan S. (2019). Comment les professionnels de la viande en Australie ont valorisé les résultats de R&D. *Viandes et Produits Carnés*, VPC-2019-35-1-2 <https://www.viandesetproduitscarnes.fr/index.php/fr/989-comment-les-professionnels-de-la-viande-en-australie-ont-valorise-les-resultats-de-r-d>