



Qualité de la viande de dindes reproductrices

La viande de dindes reproductrices est-elle si différente de celle de dindes standards ?

Mots-clés : Dindes et dindons, Animaux reproducteurs, Animaux en croissance, Carcasse, Viande, Qualité nutritionnelle, sensorielle et technologique

Auteur : Pascal Chartrin¹, Thierry Bordeau¹, Estelle Godet¹, Karine Méteau², Jean-Christian Gicquel³, Estelle Drosnet³, Sylvain Brière⁴, Marie Bourin⁵, Elisabeth Baéza^{1*}

¹ BOA, INRA, Université de Tours, 37380 Nouzilly, France; ² EASM, INRA, Le Magneraud, Saint-Pierre d'Amilly, BP 52, 17700 Surgères, France; ³ STVO, ZI les Riantières, BP 22, 44540, Saint-Mars la Jaille, France; ⁴ Hendrix Genetics Turkeys France, La Bohardière, BP 1, St Laurent de la Plaine, 49290 Mauges Sur Loire, France; ⁵ ITAVI, BOA, INRA, Université de Tours, 37380 Nouzilly, France.

* E-mail de l'auteur correspondant : elisabeth.baeza-campone@inra.fr

La viande de dindes reproductrices présente des caractéristiques très proches de celles des dindes et dindons standards alors que la viande des dindons reproducteurs se distingue nettement en présentant, en particulier, une texture plus ferme et un pouvoir de rétention en eau moins élevé. Pour cette dernière, les procédés de transformation et/ou de cuisson doivent clairement être adaptés.

Résumé :

La qualité technologique, nutritionnelle et sensorielle des filets et des cuisses-pilons de dindes et dindons reproducteurs a été caractérisée par comparaison avec des filets et des cuisses-pilons de dindes et dindons standards de souche Grademaker (Hybrid Turkeys) avec un effectif de 20 animaux par sexe et par stade physiologique. Les animaux reproducteurs ont été abattus aux âges de 397 et 410 jours et aux poids de 10,42 et 32,67 kg pour les femelles et les mâles, respectivement. Les animaux en croissance (dindes de type standards) ont été abattus aux âges de 75 et 103 jours et aux poids de 5,89 et 13,48 kg pour les femelles et les mâles, respectivement. Les différences observées entre mâles et femelles d'une part et entre animaux standards et reproducteurs d'autre part sont essentiellement dues aux différences d'âges à l'abattage et au dimorphisme sexuel sur le poids vif. La viande de dindes reproductrices présente des caractéristiques très proches de celles des dindes et dindons standards alors que la viande des dindons reproducteurs se distingue nettement en présentant, en particulier, une texture plus ferme et un pouvoir de rétention en eau moins élevé.

Abstract: Is meat of turkey breeders really different from that of standard turkeys?

The technological, nutritional and sensorial quality of breasts and thighs with shanks of turkey male and female breeders was characterized by comparison with breasts and thighs with shanks of growing male and female turkeys from Grademaker line (Hybrid Turkeys) and analysing 20 birds per sex and per physiological stage. The turkey breeders were slaughtered at 397 and 410 days of age and 10.42 and 32.67 kg of body weight for the females and males, respectively. The growing turkeys (standard birds) were slaughtered at 75 and 103 days of age and 5.89 and 13.48 kg of body weight for the females and males, respectively. The differences observed between males and females on one hand and between standard and breeder turkeys on the other hand were mainly induced by differences in slaughter ages and sexual dimorphism on body weight. The meat of female breeders has characteristics close to those of female and male standard turkeys whereas the meat of male breeders is clearly distinguishable particularly by displaying lower tenderness and water holding capacity.

INTRODUCTION

En 2015, la production de viande de dindes en France représentait 350 000 tec (FranceAgriMer, 2016). La consommation de viande de dinde était de 4,6 kg par an et par habitant en 2015 (ITAVI, 2016). Cette production provient essentiellement de dindes standards. Les mâles sont abattus à l'âge de 16 semaines et à un poids vif de 14-15 kg et les femelles à l'âge de 12 semaines et à un poids vif de 6-7 kg. La très grande majorité de la production de dindes est destinée à la découpe, mais il subsiste une production de dindes légères destinées à la vente en carcasses entières et dont les ventes sont concentrées autour des fêtes de fin d'année. Enfin, lorsque la période de reproduction des dindes et dindons arrive à son terme, les animaux sont abattus en conditions industrielles et leur viande est

I. MATERIELS ET METHODES

Afin de réaliser cette caractérisation, des carcasses de dindes mâles et femelles reproductrices de souche Grademaker (Hybrid Turkeys) ont été comparées avec des carcasses de dindes mâles et femelles standards de la même souche avec un effectif de 20 animaux par sexe et par stade physiologique. Les animaux ont été fournis par la société Hendrix Genetics Turkeys (Saint-Laurent de la Plaine, France). Ils ont été abattus sur un site industriel (= J0). Les carcasses ont été découpées par la société STVO (Saint-Mars la Jaille, France) 24 h après l'abattage (= J1) afin de déterminer **les rendements en découpe**. Après découpe, les cuisses et les filets de chaque dinde ont été transportés en conditions réfrigérées à l'Unité Mixte de Recherches BOA (Biologie des Oiseaux et Aviculture, INRA Nouzilly, France). A partir de chaque filet gauche, 4 escalopes de 200 g et 2 cm d'épaisseur ont été découpées et emballées individuellement dans un sac mis sous vide et identifiées. Les cuisses-pilons gauches avec os et peau ont été emballées individuellement dans un sac mis sous vide et identifiées. Ces échantillons ont été transportés en conditions réfrigérées puis stockés à -20°C à l'unité expérimentale EASM (Elevage, Alimentation et Santé des Monogastriques, INRA Magneraud, Surgères, France) pour réaliser ultérieurement l'analyse sensorielle.

A J2, les filets et les cuisses-pilons droits ont été utilisés pour effectuer différentes mesures et prélever plusieurs échantillons. **Le pH ultime** (pHu) a été déterminé avec un pHmètre portable (model WTW pH 330i, Fisher Bioblock Scientific, Rungis, France) par insertion directe d'une électrode en verre dans les muscles *Pectoralis major* (PM) et *Iliotibialis superficialis* (IT) (Honikel, 1998). **La couleur** a été mesurée avec un spectrocromètre portable Hunterlab (Reston, VA) selon Honikel (1998). La couleur est caractérisée par trois paramètres définis par le système trichromatique CIELAB : L*, la luminance qui représente la composante de clarté. Elle varie entre 0 (noir) et 100 (blanc), a* qui représente l'indice de rouge, b* qui représente l'indice de jaune.

Les pertes en jus lors d'un stockage au froid ont été mesurées sur une escalope de 150 g environ (Pi = poids initial) mise en suspension dans un sachet zippé à +4°C pendant 6 jours. A J8, l'escalope a ensuite été essuyée et de nouveau pesée (Pf = poids final après exsudation) afin d'apprécier la quantité de jus perdue au cours de la conservation du produit (Honikel, 1998). Ces pertes sont

également valorisée essentiellement en produits transformés. La production française de dindes reproductrices peut être estimée à 8 797 et 9 174 tec respectivement pour 2015 et 2016 (Gicquel, données non publiées). Au niveau de l'UE à 28, la production européenne peut être estimée à 36 224 et 37 776 tec respectivement pour 2015 et 2016 (Gicquel, données non publiées). Il existe de nombreuses études qui portent sur la qualité de la viande de dindes standards. Par contre, à notre connaissance, aucune étude n'a été publiée sur les caractéristiques de la viande de dindes reproductrices mâles et femelles. Cette étude avait donc pour objectif d'évaluer la qualité technologique, nutritionnelle et sensorielle de la viande de dindes reproductrices en comparaison avec celle de dindes standards.

exprimées en pourcentage par rapport au poids initial selon la formule suivante : % exsudat = $[(P_i - P_f) / P_i] \times 100$.

Les pertes en jus à la cuisson ont été mesurées à J3 sur une escalope épaisse (L = 20, l = 10 et e = 4 cm) pesant 150 à 200 g et emballée dans un sachet sous vide (Honikel, 1998). Les escalopes ont été cuites au bain-marie pendant 16 minutes à 85°C. Elles ont ensuite été refroidies pendant 15 minutes dans de la glace pilée. Après déconditionnement, elles ont été essuyées puis pesées afin de déterminer les pertes à la cuisson (Pac = poids après cuisson). Ces pertes sont exprimées en pourcentage par rapport au poids avant cuisson : % pertes à la cuisson = $[(P_e - P_{ac}) / P_e] \times 100$.

La mesure de **la texture** a été réalisée juste après l'évaluation des pertes à la cuisson. Elle sert à évaluer la tendreté de la viande. Le muscle a été débité en échantillons correspondant à des parallélépipèdes de 1 cm² de section et 3 cm de longueur, l'axe principal étant parallèle au sens des fibres. La résistance à une force de compression-cisaillement a été déterminée avec une cellule de Warner-Bratzler selon Honikel (1998).

Le rendement technologique après saumurage-cuisson a été déterminé à J4 sur une escalope de 100 g environ (Debut *et al.*, 2003). L'échantillon a été lacéré avec un couteau, mis en sachet, pesé et additionné de 20% de saumure (solution de sel nitré à 13,6%) (Poids P1). Le sachet a été ensuite homogénéisé à l'aide d'un Stomacher 30 sec à puissance 8, fermé en « tassant » la viande et la saumure au fond du sachet, puis mis à agiter sur une balancelle à +4°C durant toute la nuit. Le lendemain, le sachet a été mis sous vide, cuit pendant 10 min. à 85°C au bain-marie et mis à refroidir dans de la glace pilée pendant 10 min. Le « jambon » a ensuite été essuyé et pesé (Poids P2). Le calcul du rendement technologique se fait selon la formule : Rendement technologique = $[(P_2) / (P_1)] \times 100$.

La teneur en fer héminique a été déterminée selon la technique de Hornsey (1956). **La teneur en protéines** a été déterminée par la méthode Kjeldhal. La teneur en eau a été déterminée par pesée différentielle de 5 g d'échantillon placés en étuve à 105°C pendant 24 h. **La teneur en lipides** a été déterminée par la méthode de Folch *et al.* (1957). Puis les lipides ont été méthylés (Morrison et Smith, 1964) et **la composition en acides gras** a été déterminée par chromatographie en phase gazeuse. **La peroxydation des lipides** a été évaluée par la méthode de Lynch et Frei (1993) permettant de déterminer l'indice TBARS. **L'oxydation des**

protéines a été évaluée par le dosage des groupements thiols et carbonyles (Mercier *et al.*, 1998 ; Morzel *et al.*, 2006).

Les séances d'**analyse sensorielle** ont été réalisées au laboratoire INRA du Magneraud (Surgères, France) dans des conditions conformes à la norme AFNOR NF V 09 105 « Analyse sensorielle – Directives générales pour l'implantation de locaux destinés à l'analyse sensorielle ». Les cuisses-pilons et les escalopes ont été décongelées avant cuisson pendant 24 à 48 h à +4°C selon la taille. Les cuisses-pilons ont été cuites au four (25 min à 250°C puis maintenues à 100°C en chaleur humide afin d'atteindre à cœur une température de 80°C). Les escalopes placées entre 2 feuilles de papier aluminium ont été cuites au grill (5 min à 250°C afin d'atteindre à cœur une température de 80°C). Les 4 traitements ont été dégustés à chaque séance par 12 jurés.

II. RESULTATS

II.1. Rendements en découpe

Les animaux reproducteurs abattus à des âges beaucoup plus élevés que les animaux standards présentent des poids et des rendements « Prêts à cuire » (PAC) et filets supérieurs (Tableau 1). Pour le rendement en cuisses-pilons c'est l'inverse qui est observé en particulier pour les femelles. Les différences les plus importantes observées concernent les dindons comparés aux dindes et ce quel que soit le type de production (standard ou reproduction). En effet, les poids vifs des dindons reproducteurs est 3,1 fois supérieur à celui des femelles reproductrices et celui des dindons standards est 2,3 fois supérieur à celui des dindes standards. Ces

Pour chaque critère, la notation s'effectuait sur une échelle continue bornée de 0 à 10. Les critères de jugement pour la dégustation des cuisses étaient : la couleur, la tendreté, la jutosité, les caractères fibreux et compact, la sensation grasse, les saveurs globale et rance et l'appréciation globale. Les critères de jugement pour la dégustation des filets étaient : la couleur, la tendreté, la jutosité, les caractères fibreux et collant, les saveur globale, acide et rance et l'appréciation globale.

Les résultats ont été traités en utilisant le logiciel Staviw par analyse de variance à deux facteurs : les effets des facteurs « sexe » et « stade physiologique » ainsi que leur interaction ont été analysés en comparant les moyennes avec un test de « t » et un seuil de signification à $P < 0,05$.

différences se répercutent sur le poids PAC, le poids des filets et des cuisses-pilons. Le rendement PAC des dindons reproducteurs est supérieur à celui des dindes reproductrices pour lesquelles la grappe ovarienne enlevée lors de l'éviscération représente un poids non négligeable (environ 270 g). Le rendement PAC des dindons standards est également supérieur à celui des dindes standards. Le rendement en filets et en cuisses-pilons des dindons reproducteurs est supérieur à celui des dindes reproductrices. Il en est de même pour les animaux standards.

Tableau 1 : Rendements en découpe de dindes et dindons en croissance ou reproducteurs (n = 20)

(n = 20)	Femelles reproductrices	Mâles reproducteurs	Femelles standards	Mâles standards	Effet type d'animal	Effet sexe	Effet interaction
Age à l'abattage (jours)	397	410	75	103			
Poids vif à l'abattage (kg)	10,42 ± 0,75 ^c	32,67 ± 1,51 ^a	5,89 ± 0,35 ^d	13,48 ± 0,56 ^b	0,001	0,001	0,001
Poids PAC (kg)	7,46 ± 0,56 ^c	25,08 ± 1,33 ^a	4,15 ± 0,31 ^d	9,74 ± 0,42 ^b	0,001	0,001	0,001
Poids filets (kg)	2,64 ± 0,23 ^c	9,20 ± 0,99 ^a	1,22 ± 0,13 ^d	2,97 ± 0,19 ^b	0,001	0,001	0,001
Poids cuisses-pilons (kg)	2,22 ± 0,18 ^c	7,83 ± 0,78 ^a	1,43 ± 0,10 ^d	3,40 ± 0,19 ^b	0,001	0,001	0,001
Rendement PAC (%)	71,62 ± 1,09 ^c	76,75 ± 1,58 ^a	70,36 ± 1,59 ^d	72,25 ± 1,36 ^b	0,001	0,001	0,001
Rendement filets (%)	25,31 ± 1,16 ^b	28,15 ± 2,51 ^a	20,69 ± 1,27 ^d	22,01 ± 1,02 ^c	0,001	0,001	0,001
Rendement cuisses-pilons (%)	21,26 ± 0,70 ^b	23,98 ± 2,26 ^a	24,32 ± 0,73 ^a	25,19 ± 0,91 ^a	0,001	0,001	0,002

Les rendements sont exprimés en % du poids vif à l'abattage. Les filets comprennent les 2 muscles pectoraux (*P. major* et *P. minor*) sans la peau. Les cuisses-pilons comprennent les os et la peau. PAC = Prêts à cuire
a, b, c, d : moyennes significativement différentes à $P < 0,05$ pour un paramètre donné.

II.2. Qualité technologique de la viande

Les pHu mesurés dans les filets de dindes et ce quel que soit le sexe ou le type de production sont proches de 5,70 (Tableau 2). Les dindes standards ont un pHu du filet supérieur à celui des dindons standards. Dans le muscle IT, les animaux reproducteurs ont un pHu inférieur à celui des animaux standards. Pour les 2 stades physiologiques, les mâles présentent un pHu de l'IT inférieur à celui des femelles.

Les dindons standards ont des filets plus foncés que ceux des autres groupes. Pour les muscles IT, ce sont les dindes reproductrices qui ont des muscles plus foncés que ceux des autres groupes. Les animaux standards ont également des filets moins rouges que les animaux reproducteurs et les femelles ont des filets moins rouges que les mâles. Pour les muscles IT, le même constat est réalisé : en effet les animaux standards ont des muscles IT moins rouges que les animaux reproducteurs et les femelles ont des muscles IT moins rouges que les mâles.

Les dindons reproducteurs ont des filets et des muscles IT moins jaunes que ceux des autres groupes. Par ailleurs, les femelles ont des muscles IT plus jaunes que les mâles.

Les dindons reproducteurs présentent des filets plus durs que ceux des autres groupes.

Globalement l'exsudat du filet après conservation à +4°C est faible. Il est supérieur chez les mâles par comparaison avec les femelles. La différence est surtout importante pour les animaux reproducteurs (x 1,7).

Les pertes en jus après cuisson des filets des animaux mâles sont supérieures à celles des femelles. Les pertes en jus des filets des animaux reproducteurs en particulier des mâles sont supérieures à celles des filets des animaux standards.

Les filets des mâles présentent des rendements technologiques inférieurs à celui des femelles. Les filets des animaux reproducteurs en particulier les mâles présentent des rendements technologiques inférieurs à ceux des animaux standards. En effet, ce sont les dindes reproductrices qui présentent le meilleur rendement technologique. Ceci corrobore les observations sur les paramètres précédents concernant le pouvoir de rétention en eau du filet. La corrélation entre les pertes en jus après stockage à +4°C et après cuisson est de 0,46 ($P < 0,05$). Celle entre les pertes en jus après stockage à +4°C et le rendement technologique est de 0,63 ($P < 0,05$) et celle entre les pertes en jus après cuisson et le rendement technologique est de 0,67 ($P < 0,05$).

Tableau 2 : Qualité technologique de la viande de dindes et dindons en croissance ou reproducteurs

(n = 20)	Femelles reproductrices	Mâles reproducteurs	Femelles standards	Mâles standards	Effet type d'animal	Effet sexe	Effet interaction
pHu PM	5,68 ± 0,08 ^b	5,70 ± 0,13 ^{ab}	5,77 ± 0,07 ^a	5,68 ± 0,05 ^b	0,09	0,04	0,005
pHu IT	6,03 ± 0,11	5,79 ± 0,12	6,14 ± 0,14	5,92 ± 0,10	0,001	0,001	0,66
L* PM	49,14 ± 3,01 ^a	51,00 ± 3,24 ^a	49,30 ± 2,07 ^a	46,00 ± 2,21 ^b	0,001	0,23	0,001
a* PM	-0,38 ± 0,90	0,48 ± 1,02	-0,75 ± 0,73	-0,62 ± 0,86	0,001	0,01	0,07
b* PM	7,69 ± 1,44 ^a	6,27 ± 1,56 ^b	7,06 ± 1,23 ^{ab}	7,00 ± 1,31 ^{ab}	0,87	0,02	0,03
L* IT	36,90 ± 3,50 ^b	42,64 ± 4,48 ^a	42,85 ± 2,03 ^a	42,46 ± 2,02 ^a	0,001	0,001	0,001
a* IT	5,63 ± 1,04 ^a	5,97 ± 1,02 ^a	2,08 ± 0,99 ^c	4,03 ± 1,21 ^b	0,001	0,001	0,001
b* IT	4,00 ± 1,00	2,57 ± 1,74	4,66 ± 1,09	3,85 ± 0,80	0,001	0,001	0,26
Texture du PM (N/cm ²)	16,62 ± 1,65 ^b	27,00 ± 4,12 ^a	15,73 ± 1,63 ^b	16,68 ± 1,78 ^b	0,001	0,001	0,001
Exsudat du PM (%)	0,77 ± 0,34	1,29 ± 0,72	0,76 ± 0,31	0,97 ± 0,32	0,12	0,001	0,14
Pertes en jus après cuisson du PM (%)	11,08 ± 1,48 ^b	15,29 ± 2,43 ^a	8,59 ± 0,94 ^c	9,78 ± 1,08 ^{bc}	0,001	0,001	0,001
Rendement technologique du PM (%)	86,38 ± 2,16 ^a	72,38 ± 4,68 ^c	84,28 ± 2,72 ^{ab}	81,35 ± 2,03 ^b	0,001	0,001	0,001

PM = *Pectoralis major* ; IT = *Iliotibialis superficialis* ; L* = luminance ; a* = indice de rouge ; b* = indice de jaune ; La texture du PM est estimée par sa résistance à une force de compression-cisaillement (N/cm²). L'exsudat correspond à une perte en jus. Il a été mesuré après 8 jours de conservation des filets à +4°C. Le rendement technologique est estimé après saumuration-cuisson d'un échantillon de filet. a, b, c : moyennes significativement différentes à $P < 0,05$ pour un paramètre donné.

L'oxydation des protéines dans la viande est faible (Tableau 3). Le taux de carbonyles mesuré dans le filet des animaux standards est supérieur à celui mesuré dans le filet des animaux reproducteurs. Toutefois, la différence entre stades physiologiques est faible. Le sexe n'a pas d'effet sur

le taux de carbonyles dans le filet. Le taux de carbonyles mesuré dans le muscle *Sartorius* (SART) est un peu supérieur à celui obtenu dans le filet. Dans le muscle SART, le stade physiologique n'a pas d'effet. Les femelles présentent un taux de carbonyles pour ce muscle supérieur à

celui des mâles mais la différence est faible. Le stade physiologique n'a pas d'effet sur le taux de groupements thiols libres dans les muscles PM et SART. Le sexe n'a pas d'effet sur le taux de groupements thiols libres dans le muscle PM. Par contre, pour le muscle SART les femelles

ont des valeurs inférieures à celles mesurées chez les mâles suggérant un niveau d'oxydation des protéines supérieur chez les femelles (capacité à libérer des groupements thiols altérée) ce qui corrobore les résultats obtenus avec les groupements carbonyles.

Tableau 3 : Aptitude à la conservation de la viande de dindes et dindons en croissance ou reproducteurs

(n = 20)	Femelles reproductrices	Mâles reproducteurs	Femelles standards	Mâles standards	Effet type d'animal	Effet sexe	Effet interaction
Taux de carbonyles PM	2,03 ± 0,38	2,14 ± 0,39	2,33 ± 0,30	2,26 ± 0,37	0,01	0,81	0,27
Taux de carbonyles SART	3,43 ± 0,52	3,00 ± 0,42	3,21 ± 0,73	3,06 ± 0,56	0,52	0,03	0,27
Groupements thiols libres PM	31,36 ± 6,96	35,76 ± 8,97	34,64 ± 6,84	35,99 ± 9,50	0,34	0,12	0,41
Groupements thiols libres SART	34,84 ± 4,02	37,64 ± 4,81	37,03 ± 3,59	37,82 ± 4,40	0,21	0,06	0,29
Indice TBARS PM	0,80 ± 0,35	0,79 ± 0,25	0,44 ± 0,19	0,66 ± 0,34	0,001	0,13	0,09
Indice TBARS SART	1,34 ± 0,48	1,30 ± 0,45	0,89 ± 0,31	1,06 ± 0,38	0,001	0,48	0,26

PM = muscle *Pectoralis major*, SART = muscle *Sartorius*

Le taux de carbonyles est exprimé en nmol DNPH incorporées/mg de protéines. Le nombre de groupements thiols libres est exprimé en nmol/mg protéines. L'indice TBARS est exprimé en mg équivalent MDA/g muscle. MDA = malondialdéhyde

L'indice TBARS est plus élevé dans le muscle SART comparé au muscle PM ce qui est cohérent avec les teneurs respectives de ces muscles en lipides et pigments

hémiques. Il est également plus élevé chez les animaux reproducteurs comparés aux animaux standards. Le sexe n'a pas d'effet sur la peroxydation des lipides dans ces muscles.

II.3. Qualité nutritionnelle de la viande

Le muscle IT des animaux reproducteurs est plus riche en lipides et matières minérales que celui des animaux standards (Tableau 4). Pour ce muscle, les femelles présentent une teneur en protéines plus élevée et une teneur en lipides moins élevée que les mâles. Ce sont les dindes reproductrices qui présentent la teneur en matières minérales la plus élevée.

stade physiologique n'a pas d'effet sur la teneur en phospholipides. Les animaux reproducteurs ont une teneur en triglycérides supérieure et une teneur en cholestérol inférieure à celles des animaux standards.

La teneur en fer et donc en pigments hémiques (myoglobine, hémoglobine) est 2 à 3 fois plus importante dans le muscle de la cuisse, IT que dans le muscle PM. Dans le filet, la teneur en fer et donc en pigments hémiques n'est pas influencée par le stade physiologique. Par contre, les mâles, abattus à des âges plus tardifs ont des teneurs supérieures à celles des femelles. Dans le muscle IT, les animaux reproducteurs ont une teneur fer et en pigments hémiques supérieure à celle des animaux standards. Les mâles ont des teneurs supérieures à celles des femelles. La corrélation entre la teneur en myoglobine du muscle IT et l'intensité de rouge (a*) est de 0,73.

Le muscle PM présente une teneur élevée en AG n-6 et un rapport AG n-6/AG n-3 de 10-12 (Tableau 7). Le sexe a peu d'effet sur la composition en AG du muscle PM. Le muscle PM des dindes reproductrices présente des teneurs en AGS et C22:6 n-3 supérieures et une teneur en C18:2 n-6 inférieure à celle des dindons reproducteurs. Les mâles présentent une teneur en C18:3 n-3 supérieure à celle des femelles. L'effet du stade physiologique est significatif sur tous les AG à l'exception du C22:6 n-3. La teneur en lipides plus élevée dans le muscle PM des animaux reproducteurs se traduit par un enrichissement en AGMI (en particulier C16:1 et C18:1 qui sont néo-synthétisés par l'animal) au détriment des proportions en AGS et surtout AGPI.

Le sexe n'a pas d'effet sur les teneurs en triglycérides, cholestérol et phospholipides du muscle PM (Tableau 5). Le stade physiologique n'a pas d'effet sur la teneur en cholestérol. Par contre, les animaux reproducteurs présentant une teneur en lipides supérieure à celle des animaux standards ont également des teneurs en triglycérides (lipides de dépôt) et phospholipides plus importantes.

Le muscle IT présente une composition en AG proche de celle du muscle PM avec une teneur élevée en AG n-6 (Tableau 8). Le rapport AG n-6/AG n-3 varie de 11 à 15. Le sexe a plus d'effet sur la composition en AG du muscle IT mais les différences observées entre mâles et femelles d'un même stade physiologique sont faibles. Les mâles présentent une teneur en C18:3 n-3 supérieure à celle des femelles. L'effet du stade physiologique est significatif sur tous les AG à l'exception du C20:5 n-3 et du C22:4 n-6. La teneur en lipides plus élevée dans le muscle IT des animaux reproducteurs se traduit par un enrichissement en AGMI au détriment des proportions en AGS et surtout AGPI.

Le sexe n'a pas d'effet sur les teneurs en cholestérol et phospholipides du muscle IT (Tableau 6). Les mâles présentant une teneur en lipides supérieure à celle des femelles ont une teneur en triglycérides plus importante. Le

Tableau 4 : Composition chimique de la viande de dindes et dindons en croissance ou reproducteurs

(n = 10)	Femelles reproductrices	Mâles reproducteurs	Femelles standards	Mâles standards	Effet type d'animal	Effet sexe	Effet interaction
Matières sèches PM (%)	27,70 ± 0,87	24,11 ± 1,82	25,60 ± 0,70	26,16 ± 0,51	0,001	0,26	0,23
Protéines PM (%)	24,72 ± 0,87 ^a	21,68 ± 1,80 ^b	25,21 ± 0,89 ^a	25,41 ± 0,52 ^a	0,001	0,001	0,001
Lipides PM (%)	3,01 ± 0,86	2,51 ± 0,96	1,01 ± 0,33	1,02 ± 0,15	0,001	0,26	0,23
Matières minérales PM (%)	1,08 ± 0,04 ^b	1,05 ± 0,04 ^b	1,42 ± 0,05 ^a	1,10 ± 0,13 ^b	0,001	0,001	0,001
Fer (µg/g PM)	3,03 ± 0,56	3,42 ± 1,31	2,37 ± 1,15	3,77 ± 1,45	0,65	0,01	0,14
Myoglobine (µg/g PM)	922 ± 170	1042 ± 399	722 ± 349	1147 ± 441	0,65	0,01	0,14
Matières sèches IT (%)	26,14 ± 0,46 ^a	24,92 ± 1,05 ^{ab}	23,69 ± 1,12 ^b	24,52 ± 0,75 ^{ab}	0,001	0,50	0,001
Protéines IT (%)	22,70 ± 0,31 ^a	20,25 ± 1,03 ^b	21,79 ± 0,67 ^{ab}	21,39 ± 0,95 ^b	0,65	0,001	0,001
Lipides IT (%)	3,50 ± 0,69	4,20 ± 1,13	2,56 ± 0,73	2,91 ± 0,77	0,001	0,06	0,52
Matières minérales IT (%)	1,12 ± 0,04 ^a	1,08 ± 0,05 ^{ab}	1,02 ± 0,07 ^b	1,05 ± 0,04 ^b	0,001	0,57	0,02
Fer (µg/g IT)	10,33 ± 2,48	12,70 ± 2,51	5,58 ± 1,68	8,21 ± 2,35	0,001	0,001	0,84
Myoglobine (µg/g IT)	3143 ± 756	3865 ± 765	1699 ± 511	2500 ± 714	0,001	0,001	0,84

PM et IT = muscles *Pectoralis major* et *Iliotibialis superficialis*, respectivement.

a, b : moyennes significativement différentes à P < 0,05 pour un paramètre donné.

Tableau 5 : Classes de lipides du muscle *P. major* de dindes et dindons en croissance ou reproducteurs (g/100 g muscle)

(n = 10)	Femelles reproductrices	Mâles reproducteurs	Femelles standards	Mâles standards	Effet type d'animal	Effet sexe	Effet interaction
Triglycérides	2,51 ± 0,81	2,02 ± 0,90	0,54 ± 0,21	0,64 ± 0,13	0,001	0,33	0,14
Cholestérol	0,04 ± 0,02 ^b	0,07 ± 0,02 ^a	0,05 ± 0,02 ^{ab}	0,04 ± 0,01 ^b	0,31	0,15	0,001
Phospholipides	0,46 ± 0,08	0,42 ± 0,07	0,40 ± 0,13	0,34 ± 0,07	0,01	0,09	0,77

a, b : moyennes significativement différentes à P < 0,05 pour un paramètre donné.

Tableau 6 : Classes de lipides dans le muscle *I. superficialis* de dindes et dindons en croissance ou reproducteurs (g/100 g muscle)

(n = 10)	Femelles reproductrices	Mâles reproducteurs	Femelles standards	Mâles standards	Effet type d'animal	Effet sexe	Effet interaction
Triglycérides	2,76 ± 0,57	3,29 ± 0,95	1,77 ± 0,59	2,16 ± 0,70	0,001	0,05	0,77
Cholestérol	0,07 ± 0,03 ^b	0,09 ± 0,04 ^{ab}	0,14 ± 0,04 ^a	0,08 ± 0,03 ^b	0,01	0,10	0,001
Phospholipides	0,67 ± 0,12	0,82 ± 0,25	0,65 ± 0,11	0,67 ± 0,35	0,24	0,25	0,38

a, b : moyennes significativement différentes à P < 0,05 pour un paramètre donné.

Tableau 7 : Profil en acides gras (AG) du muscle *P. major* de dindes et dindons en croissance ou reproducteurs (% AG totaux)

(n = 10)	Femelles reproductrices	Mâles reproducteurs	Femelles standards	Mâles standards	Effet type d'animal	Effet sexe	Effet interaction
C14:0	0,90 ± 0,54 ^a	0,54 ± 0,06 ^{ab}	0,41 ± 0,06 ^b	0,52 ± 0,08 ^{ab}	0,006	0,18	0,01
C14:1	0,10 ± 0,04 ^{ab}	0,14 ± 0,06 ^a	0,09 ± 0,06 ^{ab}	0,06 ± 0,02 ^b	0,004	0,74	0,05
C16:0	26,11 ± 0,83 ^a	22,05 ± 1,15 ^c	24,03 ± 1,03 ^{bc}	25,60 ± 0,53 ^{ab}	0,001	0,18	0,03
C16:1	3,93 ± 0,79 ^a	4,12 ± 0,76 ^a	2,07 ± 0,68 ^b	1,28 ± 0,46 ^b	0,001	0,18	0,03
C18:0	7,09 ± 0,54	7,11 ± 1,26	11,21 ± 1,49	9,81 ± 1,46	0,001	0,09	0,08
C18:1	35,63 ± 1,65	34,94 ± 1,62	24,88 ± 1,77	26,06 ± 0,97	0,001	0,61	0,06
C18:2 n-6	22,02 ± 1,23 ^c	25,89 ± 2,20 ^{bc}	29,38 ± 1,77 ^{ab}	29,68 ± 1,43 ^a	0,001	0,001	0,01
C18:3 n-3	1,17 ± 0,15	1,95 ± 0,40	1,77 ± 0,36	2,15 ± 0,40	0,001	0,001	0,07
C20:0	0,05 ± 0,03	0,07 ± 0,02	0,09 ± 0,02	0,11 ± 0,02	0,001	0,10	0,14
C20:1	0,20 ± 0,06	0,25 ± 0,06	0,17 ± 0,02	0,17 ± 0,02	0,001	0,10	0,14
C20:4 n-6	1,53 ± 0,46 ^c	1,92 ± 1,20 ^{bc}	4,53 ± 1,05 ^a	3,42 ± 0,91 ^{ab}	0,001	0,24	0,02
C20:5 n-3	0,62 ± 0,59	0,48 ± 0,74	0,10 ± 0,07	0,09 ± 0,04	0,01	0,60	0,66
C22:4 n-6	0,11 ± 0,03	0,10 ± 0,07	0,22 ± 0,05	0,20 ± 0,04	0,001	0,37	0,52
C22:5 n-3	0,12 ± 0,03 ^c	0,28 ± 0,15 ^{bc}	0,69 ± 0,19 ^a	0,57 ± 0,13 ^{ab}	0,001	0,62	0,01
C22:6 n-3	0,41 ± 0,17	0,16 ± 0,15	0,36 ± 0,11	0,27 ± 0,08	0,49	0,001	0,07
AGS	34,16 ± 0,82 ^a	29,77 ± 1,79 ^b	35,74 ± 2,16 ^a	36,04 ± 1,55 ^a	0,001	0,001	0,001
AGMI	39,86 ± 1,43	39,45 ± 2,10	27,20 ± 2,21	27,57 ± 1,38	0,001	0,96	0,50
AGPI	25,99 ± 1,05 ^c	30,78 ± 2,55 ^b	37,05 ± 2,63 ^a	36,38 ± 1,28 ^a	0,001	0,01	0,001
AG n-6	23,66 ± 0,98 ^c	27,91 ± 2,18 ^b	34,13 ± 2,31 ^a	33,31 ± 1,11 ^a	0,001	0,01	0,001
AG n-3	2,32 ± 0,57	2,87 ± 0,89	2,92 ± 0,36	3,08 ± 0,24	0,03	0,06	0,29
AG n-6/AG n-3	10,70 ± 2,47	10,27 ± 2,14	11,79 ± 0,91	10,87 ± 0,68	0,13	0,23	0,65

AGS, AGMI, AGPI = Acides Gras Saturés, Mono-Insaturés et Poly-Insaturés, respectivement
a, b, c : moyennes significativement différentes à P < 0,05 pour un paramètre donné.

Tableau 8 : Profil en acides gras (AG) du muscle *I. superficialis* de dindes et dindons en croissance ou reproducteurs (% AG totaux)

(n = 10)	Femelles reproductrices	Mâles reproducteurs	Femelles standards	Mâles standards	Effet type d'animal	Effet sexe	Effet interaction
C14:0	0,68 ± 0,04 ^a	0,54 ± 0,08 ^b	0,52 ± 0,04 ^b	0,60 ± 0,04 ^a	0,01	0,07	0,001
C14:1	0,12 ± 0,03	0,13 ± 0,02	0,07 ± 0,02	0,05 ± 0,02	0,001	0,97	0,14
C16:0	24,60 ± 0,49 ^{ab}	21,32 ± 1,05 ^c	23,32 ± 1,15 ^{bc}	25,13 ± 0,62 ^a	0,001	0,01	0,001
C16:1	3,44 ± 0,57 ^{ab}	3,89 ± 0,77 ^a	2,28 ± 0,78 ^{bc}	1,41 ± 0,48 ^c	0,001	0,33	0,01
C18:0	8,39 ± 0,51	7,95 ± 0,84	9,64 ± 0,93	8,89 ± 0,93	0,001	0,03	0,57
C18:1	32,52 ± 0,73	33,26 ± 1,24	24,69 ± 2,03	25,87 ± 0,84	0,001	0,03	0,60
C18:2 n-6	25,51 ± 1,06 ^b	27,91 ± 1,52 ^b	32,55 ± 2,17 ^a	32,10 ± 0,72 ^a	0,001	0,001	0,01
C18:3 n-3	1,17 ± 0,13 ^c	1,85 ± 0,23 ^b	2,43 ± 0,27 ^a	2,67 ± 0,19 ^a	0,001	0,001	0,01
C20:0	0,08 ± 0,01	0,08 ± 0,01	0,10 ± 0,02	0,11 ± 0,02	0,001	0,21	0,10
C20:1	0,22 ± 0,03 ^{ab}	0,27 ± 0,04 ^a	0,18 ± 0,02 ^b	0,19 ± 0,02 ^b	0,001	0,001	0,01
C20:4 n-6	2,37 ± 0,29 ^{ab}	2,33 ± 0,70 ^b	3,35 ± 0,95 ^a	2,32 ± 0,56 ^b	0,03	0,02	0,03
C20:5 n-3	0,07 ± 0,06	0,06 ± 0,04	0,08 ± 0,09	0,10 ± 0,04	0,15	0,98	0,49
C22:4 n-6	0,19 ± 0,04 ^a	0,11 ± 0,03 ^b	0,15 ± 0,03 ^{ab}	0,12 ± 0,04 ^b	0,35	0,001	0,04
C22:5 n-3	0,12 ± 0,02 ^c	0,21 ± 0,06 ^b	0,45 ± 0,13 ^a	0,32 ± 0,08 ^{ab}	0,001	0,52	0,001
C22:6 n-3	0,54 ± 0,14 ^a	0,12 ± 0,04 ^c	0,21 ± 0,08 ^b	0,12 ± 0,05 ^c	0,001	0,001	0,001
AGS	33,75 ± 0,94 ^a	29,88 ± 1,16 ^b	33,58 ± 1,19 ^a	34,74 ± 0,82 ^a	0,001	0,001	0,001
AGMI	36,29 ± 0,97 ^a	37,55 ± 1,85 ^a	27,21 ± 2,75 ^b	27,52 ± 1,29 ^b	0,001	0,38	0,01
AGPI	29,89 ± 0,97 ^b	32,51 ± 1,93 ^b	39,13 ± 3,20 ^a	37,65 ± 1,08 ^a	0,001	0,38	0,01
AG n-6	28,07 ± 0,94 ^b	30,34 ± 1,93 ^b	36,05 ± 2,85 ^a	34,54 ± 1,03 ^a	0,001	0,02	0,03
AG n-3	1,83 ± 0,12 ^c	2,18 ± 0,19 ^b	3,09 ± 0,38 ^a	3,10 ± 0,11 ^a	0,001	0,02	0,03
AG n-6/AG n-3	15,41 ± 0,98	14,05 ± 1,65	11,76 ± 0,84	11,14 ± 0,42	0,001	0,01	0,28

AGS, AGMI, AGPI = Acides Gras Saturés, Mono-Insaturés et Poly-Insaturés, respectivement.

a, b, c : moyennes significativement différentes à P < 0,05 pour un paramètre donné.

II.4. Qualité sensorielle de la viande

Lors des séances de dégustation, les cuisses des animaux reproducteurs ont été jugées plus colorées, moins tendres, moins juteuses, plus fibreuses et plus compactes que celles des animaux standards (Tableau 9). Elles sont aussi moins appréciées. Il n'y a pas eu d'effet du stade physiologique sur

la sensation grasse des cuisses cuites ni sur la flaveur globale et rance dont les notes sont très faibles. Les cuisses des mâles sont jugées plus colorées, plus juteuses et plus fibreuses que celles des femelles.

Tableau 9 : Analyse sensorielle des cuisses de dindes et dindons en croissance ou reproducteurs

(n = 10)	Femelles reproductrices	Mâles reproducteurs	Femelles standards	Mâles standards	Effet type d'animal	Effet sexe	Effet interaction
Couleur	4,78 ± 1,41 ^b	6,29 ± 1,49 ^a	3,04 ± 1,32 ^c	3,43 ± 1,43 ^c	0,001	0,001	0,001
Tendreté	2,45 ± 1,03 ^c	2,99 ± 1,45 ^b	4,38 ± 1,34 ^a	4,01 ± 1,21 ^a	0,001	0,46	0,001
Jutosité	1,54 ± 0,85	1,81 ± 1,21	2,22 ± 0,97	2,36 ± 1,32	0,001	0,05	0,56
Fibreux	2,18 ± 1,15	2,86 ± 1,40	1,47 ± 1,18	1,99 ± 1,21	0,001	0,001	0,47
Compact	3,03 ± 1,75	2,60 ± 1,97	1,64 ± 1,11	1,76 ± 1,25	0,001	0,29	0,07
Sensation grasse	1,35 ± 1,19	1,50 ± 1,42	1,54 ± 1,29	1,47 ± 1,14	0,51	0,73	0,37
Flaveur globale	3,92 ± 1,05	4,08 ± 1,01	3,83 ± 1,00	3,88 ± 0,95	0,13	0,29	0,55
Flaveur rance	0,37 ± 0,41	0,37 ± 0,37	0,36 ± 0,39	0,32 ± 0,29	0,36	0,45	0,63
Appréciation	2,52 ± 1,26	2,51 ± 1,21	3,38 ± 1,54	3,58 ± 1,33	0,001	0,46	0,39

a, b, c : moyennes significativement différentes à P < 0,05 pour un paramètre donné.

Lors des séances de dégustation, les filets des animaux reproducteurs ont été jugés moins tendres, moins juteux, plus fibreux et moins collants que ceux provenant des animaux standards (Tableau 10). Ils ont également une flaveur moins acide et ils sont moins appréciés en particulier ceux des dindons reproducteurs. Il n'y a pas eu d'effet du

type d'animal sur la couleur des filets cuits et sur les saveurs globale et rance dont les notes sont très faibles. Les filets des mâles, en particulier ceux des reproducteurs sont moins tendres. Ils sont plus fibreux et moins collants. Leur flaveur globale est moindre et ils sont moins appréciés que ceux des femelles.

Tableau 10 : Analyse sensorielle des filets de dindes et dindons en croissance ou reproducteurs

(n = 10)	Femelles reproductrices	Mâles reproducteurs	Femelles standards	Mâles standards	Effet type d'animal	Effet sexe	Effet interaction
Couleur	2,25 ± 1,43	2,49 ± 1,35	2,23 ± 1,37	2,45 ± 1,36	0,83	0,07	0,93
Tendreté	3,79 ± 1,16 ^b	2,07 ± 1,14 ^c	4,71 ± 1,39 ^a	4,41 ± 1,33 ^a	0,001	0,001	0,001
Jutosité	3,05 ± 1,46	2,78 ± 1,61	3,33 ± 1,50	3,15 ± 1,31	0,02	0,11	0,74
Fibreux	2,28 ± 1,26 ^b	3,15 ± 1,61 ^a	1,69 ± 1,24 ^c	2,03 ± 1,21 ^{bc}	0,001	0,001	0,04
Collant	1,63 ± 1,13	1,11 ± 1,00	1,83 ± 1,33	1,71 ± 1,19	0,001	0,004	0,07
Flaveur globale	3,41 ± 0,94 ^a	3,00 ± 1,04 ^b	3,37 ± 1,03 ^a	3,38 ± 0,99 ^a	0,06	0,03	0,03
Flaveur acide	1,11 ± 0,80	1,03 ± 1,00	1,36 ± 1,13	1,26 ± 1,02	0,01	0,31	0,93
Flaveur rance	0,33 ± 0,29	0,37 ± 0,42	0,33 ± 0,34	0,29 ± 0,28	0,23	0,82	0,23
Appréciation	2,27 ± 1,16 ^a	1,60 ± 1,03 ^b	2,28 ± 1,23 ^a	2,42 ± 1,25 ^a	0,001	0,02	0,001

a, b, c : moyennes significativement différentes à P < 0,05 pour un paramètre donné.

III. DISCUSSION

III.1. Effet du sexe

La dinde est caractérisée par un fort dimorphisme sexuel sur le poids vif qui se traduit par un poids carcasse et des poids des morceaux de découpe supérieurs chez les mâles. Il en est de même pour les rendements exprimés par rapport au poids vif. Concernant la qualité technologique, les mâles abattus à des âges plus tardifs présentent un pHu inférieur dans les muscles PM et IT à celui mesuré chez les femelles suggérant des réserves glycolytiques supérieures. Les

III.2. Effet du stade physiologique

Les animaux reproducteurs abattus à des âges plus tardifs ont des poids vifs et des poids de morceaux de découpe supérieurs à ceux des animaux standards. Leurs rendements en carcasse PAC et en filets sont également plus élevés par contre le rendement en cuisses-pilons est inférieur. Une étude portant sur la valorisation de la viande de poules pondeuses en fin de cycle de ponte avait montré plutôt le contraire avec un rendement carcasse relatif au poids vif de 60% et un rendement en filet de 11% (Guerder *et al.*, 2009). Les muscles PM et IT des animaux reproducteurs sont plus rouges et le muscle IT est plus riche en pigments héminiques. A l'analyse sensorielle, les cuisses des animaux reproducteurs ont également été jugées plus colorées. Kokoszynski *et al.* (2016) ont aussi montré que les muscles de la cuisse et du filet étaient plus rouges chez les poules et coqs reproducteurs abattus à l'âge de 64 semaines comparés à des poulets mâles et femelles abattus à l'âge de 6 semaines. Il en est de même chez des canards reproducteurs âgés de 500 jours comparés à des canards en croissance abattus à l'âge de 38 jours (Qiao *et al.*, 2017). Les filets des dindons reproducteurs sont moins tendres que ceux des dindes reproductrices et des animaux standards. Ils sont également jugés plus fibreux par analyse sensorielle. Ceci est probablement lié à la taille des fibres musculaires dont l'aire de section transversale est visuellement beaucoup plus importante chez les dindons reproducteurs. Les filets et les

muscles PM et IT des animaux mâles sont plus riches en pigments héminiques et ils sont donc plus rouges que ceux des femelles. Les mâles ont des filets qui présentent plus de pertes en jus lors du stockage à +4°C et après cuisson ce qui se traduit par un rendement technologique inférieur à celui des femelles. Par contre, l'oxydation des protéines dans le muscle SART lors de la conservation à +4°C est moindre chez les mâles par comparaison avec les femelles.

cuisses de canards reproducteurs sont jugées plus fermes que ceux des canards en croissance (Qiao *et al.*, 2017). Les filets des dindons reproducteurs ont aussi une teneur en protéines et un rendement technologique après saumurage-cuisson inférieurs. A l'analyse sensorielle, les cuisses des animaux reproducteurs ont été jugées moins juteuses que celles des animaux standards. Les muscles PM et IT des animaux reproducteurs sont plus riches en lipides, triglycérides et AGMI que ceux des animaux standards. Toutefois, cela n'a pas impacté la flaveur des cuisses jugée par analyse sensorielle. La note de flaveur du filet était même la plus faible pour le filet des dindons reproducteurs. Puchala *et al.* (2014) ont souligné chez les poules pondeuses abattues à 56 semaines une moindre tendreté de la viande et un engraissement corporel et intramusculaire plus important que ceux pouvant être mesurés chez des poulets de chair. Qiao *et al.* (2017) ont montré que les filets et les cuisses des canards reproducteurs étaient plus riches en protéines, lipides et AGMI que ceux des canards en croissance. Ils présentaient aussi une note de flaveur plus élevée. Kokoszynski *et al.* (2016) ont montré que les filets des reproducteurs de 64 semaines étaient moins juteux, moins tendres et moins goûteux que ceux des poulets de 6 semaines. La note de flaveur des filets était plus faible pour les mâles de 64 semaines comparés aux mâles de 6 semaines.

CONCLUSION

Les différences observées entre mâles et femelles d'une part, et entre animaux standards et reproducteurs d'autre part, sont essentiellement dues aux différences d'âges à l'abattage et au dimorphisme sexuel sur le poids vif. La viande de dindes reproductrices présente des caractéristiques très proches de celle des dindes standards alors que la viande des dindons reproducteurs se distingue nettement en présentant, en particulier, une texture plus ferme et un pouvoir de rétention en eau moins élevé. Pour cette dernière,

les procédés de transformation et/ou de cuisson doivent clairement être adaptés en suggérant par exemple une utilisation en viande hachée pour réaliser des paupiettes, ou en morceaux découpés pour faire des sautés avec une cuisson longue. La conservation à -20°C des filets et des cuisses emballées sous vide pendant 5 à 7 mois n'a pas entraîné de phénomènes d'oxydation ce qui est corroboré par les mesures d'oxydation des protéines et des lipides.

Références :

- Debut M., Berri C., Baéza E., Sellier N., Arnould C., Guémené D., Jehl N., Boutten B., Jégo Y., Beaumont C., Le Bihan-Duval E. (2003). Variation of technological meat quality in relation to genotype and preslaughter stress conditions. *Poultry Science*, 82, 1829-1838.
- FranceAgriMer (2016). Données et bilans : les filières animales terrestres et aquatiques. Bilan 2015 et perspectives 2016, 137 pages.
- Folch, J., Lees M., Sloane Stanley G.H. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226, 497-509.
- Guerder F., Parafita E., Debut M., Vialter S. (2009). Première approche de la caractérisation de la qualité technologique de la viande de poule. 8^{èmes} Journées de la Recherche Avicole, Saint-Malo (France, 25-26/03/09, 507-511).
- Honikel K.O. (1998). Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*, 49, 447-457.
- Hornsey H.C. (1956). The colour of cooked cured pork. Estimation of the nitric oxide-haem pigments. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 7, 534-540.
- ITAVI (2016). Situation de la production et des marchés des volailles de chair. Bilan 2015, 10 pages.
- Kokoszynski D., Bernacki Z., Steczny K., Saleh M., Wasilewski P.D., Kotowicz M., Wasilewski R., Biegiewska M., Grzonkowska K. (2016). Comparison of carcass composition, physicochemical and sensory traits of meat from spent broiler breeders with broilers. *European Poultry Science*, 80, 11 p.
- Lynch S.M., Frei B. (1993). Mechanisms of copper- and iron-dependent oxidative modification of human low density lipoprotein. *Journal of Lipid Research*, 34, 1745-1753.
- Mercier Y., Gatellier P., Viau M., Réminon H., Renerre M. (1998). Effect of dietary fat and vitamin E on colour stability and on lipid and protein oxidation in turkey meat during storage. *Meat Science*, 48, 301-318.
- Morrisson W.R., Smith M.L. (1964). Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetates from lipid with boron trifluoride methanol. *Journal of Lipid Research*, 5, 600-608.
- Morzell M., Gatellier P., Sayd T., Renerre M., Laville E. (2006). Chemical oxidation decreases proteolytic susceptibility of skeletal muscle myofibrillar proteins. *Meat Science*, 73, 536-543.
- Puchala M., Krawczyk J., Calik J. (2014). Influence of origin of laying hens on the quality of their carcasses and meat after the first laying period. *Annals of Animal Science*, 14, 685-696.
- Qiao Y., Huang J., Chen Y., Chen H., Zhao L., Huang M., Zhou G. (2017). Meat quality, fatty acid composition and sensory evaluation of Cherry Valley, spent layer and crossbred ducks. *Animal Science Journal*, 88, 156-165.