

QUELS SONT LES FACTEURS D'ELEVAGE QUI CONDUISENT A L'OXYDATION DES BROCHETTES DE DINDE ?

**Bourin Marie¹, Baéza Elisabeth², Mika Amandine¹, Godet Estelle², Chartrin Pascal²,
Maudouit Agathe¹, Launay Juline¹, Duchemin Charlie¹, Morel Zoé¹,
Véronique Santé-Lhoutellier³, Berri Cécile²**

¹ *Institut Technique de l'Aviculture, URA, BP, F-37380 Nouzilly, France,*

² *INRA, UR83 Recherches Avicoles, F-37380 Nouzilly, France*

³ *INRA, UR370 Qualité des Produits Animaux, F-63122 Saint-Genès Champanelle, France*

Bourin.itavi@tours.inra.fr

RÉSUMÉ

Depuis plusieurs années, les abattoirs de dinde sont confrontés à l'apparition de zones de décoloration sur certains produits comme les brochettes ou les sautés. Ce défaut correspond à un phénomène d'oxydation qui s'intensifie au cours du stockage et a pour conséquence le retrait systématique des produits. Jusqu'à présent, les facteurs à l'origine de ces défauts n'ont pu être identifiés même si l'alourdissement généralisé des animaux pourrait être un facteur aggravant. Dans cette étude des suivis ont été réalisés sur 44 lots provenant de 4 abattoirs français. Pour chaque lot, différents paramètres liés à l'animal et son itinéraire d'élevage mais aussi aux caractéristiques de la viande ont été renseignés. L'apparition des défauts d'oxydation a été suivie visuellement à J+6 et J+15 sur 50 barquettes de 4 brochettes par lot, en prenant en compte la présence et l'intensité des zones de décoloration. Des prélèvements de viande ont été réalisés pour caractériser la viande sur les plans physico-chimique et biochimique par des mesures de TBA-RS (oxydation des lipides), des dosages de fer héminique (teneur en myoglobine), d'oxygène et de lipides (LIM) et la détermination de la composition en acides gras (saturés, AGS ; mono-insaturés, AGMI ; polyinsaturés, AGPI ; n-6/n-3). Cette étude a permis de mettre en évidence le caractère multifactoriel de l'oxydation des muscles rouges de la dinde. Ainsi des facteurs d'amont concernant l'animal et son alimentation en finition, mais aussi des facteurs liés aux caractéristiques physico-chimiques de la viande jouent un rôle prépondérant dans l'apparition et/ou l'aggravation du phénomène d'oxydation. Selon nos enquêtes, l'oxydation serait favorisée chez les animaux mâles, abattus à des âges plus élevés, dont le GMQ et l'engraissement sont accentués en fin d'élevage et dont le pH ultime musculaire est plus acide. Chez le poulet, la production de viande acide et oxydée a déjà pu être associée à un statut métabolique favorisant le stockage énergétique (lipides, glycogène) au détriment de la synthèse protéique. Parmi les pistes d'amélioration, il peut être proposé de rééquilibrer les rations en finition mais aussi de réduire l'âge à l'abattage des animaux pour limiter les dépôts de lipides mais aussi de glycogène dans les muscles en fin d'élevage.

ABSTRACT

What are the rearing factors that conduct to oxidation of turkey meat?

The turkey industry is currently confronted with problems of oxidation, which result in the apparition of zones of discoloration on red meat products. This defect increases over time and leads to the systematic withdrawal of products. Yet, factors at the origin of these defects have not been clearly identified even if the generalized heaviness of animals could be an aggravating factor. Forty four turkey flocks were considered in this study issued from 4 French slaughter plants. For every flock, various parameters related to the animal or its rearing system or meat traits were recorded. Occurrence and severity of oxidation defects were visually determined at day 6 and 15 post-mortem on 50 packages of 4 turkey skewers by flock. Samples of meat were also taken to determine several physico-chemical and biochemical traits: TBA-RS (lipid oxidation), haem iron, oxygen and lipid (LIM) contents and determination of the fatty acids composition (saturated, AGS; mono-unsaturated, AGMI; polyunsaturated, AGPI; n-6/n-3). Our study highlights multifactorial determinism of turkey muscle oxidation. Indeed, several factors related to animal or its finishing diet or to physicochemical or biochemical meat traits play a role in the occurrence and severity of oxidation spots. According to our results, oxidation would be favored in males slaughtered at older ages whose daily average gain and fattening during the finishing period were increased and meat ultimate pH decreased. The production of acid and oxidized chicken breast meat has already been associated with physiological status favoring the energy storage as lipids or muscle glycogen to the detriment of the protein synthesis. Therefore, it can be suggested to reevaluate the energy and amino acid balance of the turkey finishing diets or reducing the age at slaughter to limit energy storage as lipid or glycogen in carcass or muscle.

INTRODUCTION

Ces dernières années, une recrudescence des problèmes d'oxydation a été constatée chez la dinde. Ces défauts apparaissent sur des produits comme les brochettes ou les sautés, issus des muscles rouges de la cuisse, et peuvent entraîner le retrait des produits.

Jusqu'à présent, les facteurs à l'origine de ces problèmes n'ont pu être clairement identifiés. La difficulté qu'à la profession à identifier l'origine des problèmes suggère un déterminisme multifactoriel faisant intervenir des facteurs d'amont (génétique, alimentation) mais aussi d'aval (abattage) qui ne sont peut-être plus totalement adaptés aux nouvelles caractéristiques de la production.

Dans la littérature, de nombreux paramètres liés à la production des animaux ou à leur abattage apparaissent importants à considérer pour mieux comprendre les conditions qui favorisent l'apparition des défauts d'oxydation observés chez la dinde. L'aliment est un facteur important à prendre en considération dans un contexte d'une part d'augmentation du prix des matières premières et d'autre part de compétition avec l'alimentation humaine à même de favoriser l'utilisation de matière première de moins bonne qualité nutritionnelle pour l'alimentation animale (Gatellier *et al.*, 2000 ; Mercier *et al.*, 1998). Les antioxydants et particulièrement la vitamine E, doivent être apportés à des niveaux élevés *via* l'alimentation, pour prévenir efficacement les phénomènes d'oxydation, ce qui est peu compatibles avec les contraintes économiques actuelles (Bartov et Kanner, 1996 ; Ahn *et al.*, 1998 ; Yan *et al.*, 2006 ; Gatellier *et al.*, 2000 ; Mercier *et al.*, 1998 ; Mercier *et al.*, 2001). Enfin les conditions *péri-mortem* qui peuvent influencer l'installation de la *rigor mortis* et donc déterminer des conditions physicochimiques (T° , pH) et biochimiques (quantité de sang ou de glycogène résiduel dans le muscle) plus ou moins favorables aux processus d'oxydation.

L'objectif de notre étude était d'évaluer l'impact de différents facteurs d'élevage (âge, souche, sexe, alimentation,...) et d'abattage sur l'apparition des phénomènes d'oxydation au cours du stockage sur des brochettes de dinde, mais aussi de faire le lien avec plusieurs caractéristiques de la viande (pH, couleur, composition biochimique,...). Pour cela, 44 lots ont été suivis dans 4 abattoirs français. Dans le cadre de cet article, seuls les effets des facteurs d'amont et des caractéristiques physicochimiques et biochimiques de la viande sur les phénomènes d'oxydation seront présentés.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. Dispositif expérimental

Au total, quarante-quatre lots de dinde ont été suivis dans 4 abattoirs du Grand Ouest (bassin de la production française de dindes) entre juillet 2013 et septembre 2014 (sur les périodes estivales

uniquement). Sur ces lots, plusieurs données ont été recueillies ou mesurées.

1.2. Données d'élevage

Pour chacun des lots, plusieurs paramètres d'amont ont été relevés tels que la souche, le sexe, l'âge de l'animal à l'abattage, le nombre d'animaux de la bande et les poids vifs moyens estimés 15 et 8 jours avant abattage ce qui a permis de calculer le gain moyen quotidien (GMQ) sur ces 2 périodes. Des données sur l'aliment finition distribué ont également été récupérées : temps de distribution de l'aliment, taux de protéines et de matière grasse, valeur énergétique, taux d'acide linoléique et linoléique, teneur en vitamines A et E et en sélénium, durée de mise à jeun avant abattage.

1.3. Caractérisation physico-chimique et biochimique de la viande

Mesures physico-chimiques :

Au moment de la découpe (le lendemain de l'abattage), des mesures de couleur (luminance (L^*), indice de rouge (a^*) et indice de jaune (b^*)) et de pH ont été réalisées sur le muscle *Iliotibialis* de 8 cuisses par lot. Quatre-vingt-dix autres mesures de pH ont également été prises sur les découpes de cuisses (mélange de muscles) issues de ces mêmes lots.

Analyse biochimique de la viande :

A J+1 un mélange de muscles de 4 brochettes (conditionné en sac congélation) a été congelé pour être analysé ultérieurement. Les mesures réalisées étaient : les teneurs en lipides, matières sèches, protéines, fer héminique, lactate et glycogène et la composition en acides gras (AGS, AGMI, AGPI, n-3/n-6). La quantité d'oxygène dissout dans le muscle a aussi été mesurée ainsi que l'indice TBA-RS qui a été évalué après décongélation et 3 jours de stockage dans leur sac de congélation à 4°C.

1.4. Evaluation de la fréquence d'apparition et de la gravité des zones d'oxydation

Le suivi de l'oxydation a été réalisé visuellement sur 50 barquettes de 4 brochettes pure viande. Elles étaient toutes conditionnées en barquette plastique, sans buvard, sous une atmosphère modifiée contenant 70% d'O₂ et 30% de CO₂. Ces barquettes ont été transportées des abattoirs au laboratoire en respectant la chaîne du froid. Elles ont ensuite été placées en chambre froide à 4°C pendant 10 jours, puis à 8°C pendant 5 jours (condition correspondant à un test de vieillissement classique).

L'observation de l'apparition du phénomène d'oxydation a été réalisée visuellement à J+6 puis en fin de DLC à J+15. Pour chacun des lots, la fréquence d'oxydation a été évaluée en comptant le nombre de barquettes atteintes par le phénomène au sein de chaque lot, ce qui permettait d'estimer la prévalence

du phénomène pour chacun des lots. La seconde évaluation consistait à noter l'intensité ou la gravité du phénomène d'oxydation (intensité de la décoloration, surface de la zone atteinte). Pour ce faire, chacune des barquettes obtenait une note en fonction de son degré d'oxydation allant de 0 pour une barquette n'ayant pas d'oxydation visible à 3 pour une barquette présentant des zones de décoloration très marquées et étendues. Pour chacun des lots, la moyenne des notes obtenues a été calculée.

1.5. Analyse statistique

La distribution des facteurs de variation a été analysée afin de définir des classes. Une analyse de variance (ANOVA) a ensuite été réalisée avec le logiciel StatView en fonction des classes définies pour évaluer l'effet de chacun des facteurs de variation étudié sur la fréquence et la sévérité des problèmes d'oxydation observés à J+6 et J+15.

Puis, une analyse en composantes principales (ACP) a été réalisée avec le logiciel SPAD pour définir les corrélations existantes entre les différents facteurs de variation étudiés et l'incidence des défauts d'oxydation à J+6 et J+15.

Les effets des facteurs d'amont liés à l'animal (souche, sexe, GMQ 8 jours ou 15 jours avant abattage, temps de mise à jeun, âge à l'abattage et poids vif), ou à l'aliment finition (composition, durée de distribution,...) et ceux liés aux caractéristiques physico-chimiques et biochimiques de la viande (température, pH et paramètres de couleur L*,a*,b* du muscle *Iliotibialis*, température et pH des découpes de cuisse, taux de protéine, de matière sèche, de lipides, de fer héminique, d'oxygène, TBA-RS, quantités d'acide gras saturés (AGS), mono-insaturés (AGMI) et polyinsaturés (AGPI), ratio n-6/n-3) ont été testés au risque de 5%.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. Analyse de variance

La description statistique des facteurs ayant un impact significatif sur la fréquence et la gravité de l'oxydation sont présentés dans le Tableau 1. Les résultats de l'analyse de variance afférente à ces facteurs sont présentés dans le Tableau 2.

Les paramètres liés à l'animal (sexe, GMQ 15 jours avant abattage, âge à l'abattage) jouent un rôle prépondérant dans l'initiation de l'oxydation, évaluée 6 jours *post-mortem*. Ainsi, la fréquence et la sévérité de l'oxydation à J+6 est accrue dans la viande provenant d'animaux âgés et dont le GMQ dans les 15 derniers jours est élevé (supérieur à 110 g/jour). La gravité de l'oxydation à J+6 est par ailleurs accrue chez les mâles. Il est à noter, que ces trois critères sont liés entre eux, les mâles étant abattus en moyenne à des âges plus tardifs que les femelles (124 vs 89 jours) et ayant un GMQ dans les 15 derniers

jours plus élevé que celui des femelles (132 vs 101 g/jour).

Les caractéristiques et modalités de distribution du dernier aliment finition ont également un effet sur l'apparition et l'aggravation du phénomène d'oxydation au cours du stockage. Ainsi, l'augmentation de la durée de distribution favorise l'initiation et l'amplification de l'oxydation au cours du temps. Des teneurs élevées en matière grasse dans l'aliment finition favorisent également l'apparition de l'oxydation à J+6 alors que l'augmentation de sa valeur énergétique, de son ratio protéines/énergie et de sa teneur en vitamine E permettent de réduire la sévérité de l'oxydation de la viande observée en fin de DLC.

Plusieurs caractéristiques de la viande jouent également un rôle dans l'apparition des phénomènes d'oxydation tel que le pH qui lorsqu'il diminue augmente la fréquence d'oxydation à J+6. Le pH de la viande est un facteur important puisqu'il va en partie déterminer la vitesse d'oxydation des pigments héminiques, myoglobine et hémoglobine et donc favoriser les phénomènes d'oxydation de la viande (Brown et Mebine, 1969 ; Shikama et Sugawara, 1978). Une intensification de la couleur de la viande dans le rouge (a*) et le jaune (b*) est liée à l'amplification de l'oxydation. L'indice a* peut être un indicateur de la présence de sang dans les muscles et sa valeur augmente avec la quantité de sang. L'indice de couleur b* peut être une estimation de l'état d'engraissement des animaux, la proportion en matière grasse étant corrélée à l'oxydation de la viande (Durand *et al.*, 2012). Il peut aussi refléter la présence de pigments caroténoïdes de couleur jaune. Le taux de matière sèche et le ratio acides gras n-6/n-3 de la viande représentent aussi des facteurs aggravants du phénomène d'oxydation.

2.2. Analyse en composantes principales

L'ACP révèle un certain nombre de corrélations significatives entre plusieurs facteurs de variation et la fréquence ou l'intensité des phénomènes d'oxydation observées sur les brochettes à J+6 et J+15. Seuls les facteurs ayant un impact significatif sur l'oxydation sont présentés dans le Tableau 3.

Selon l'ACP, plusieurs paramètres liés à l'animal favorisent le démarrage du phénomène d'oxydation et sont corrélés à la fréquence et/ou la gravité de l'oxydation à J+6 (Tableau 2). C'est le cas du GMQ sur les 15 derniers jours avant abattage, de l'âge à l'abattage et du poids vif des animaux, mais également de la durée de distribution de l'aliment finition ainsi que de son taux de matière grasse. Ces résultats confirment ceux de l'analyse de variance.

Plusieurs caractéristiques de la viande semblent également favoriser l'apparition du phénomène d'oxydation telles que les pH acides mais aussi une forte teneur en fer héminique et de faibles pourcentages en acides gras C18 et C22:6 n-3 et en oxygène. Concernant ce dernier résultat, il est

probable que les muscles les plus oxydés aient utilisé plus d'oxygène, expliquant leur teneur plus faible en ce composé. Nous avons par ailleurs confirmé un lien positif significatif entre la fréquence d'apparition de l'oxydation à 6 jours post-mortem observée sur barquette et les valeurs de TBA-RS mesurés sur la même viande.

Les facteurs favorisant l'amplification de l'oxydation pendant le stockage (J+15) ne sont pas systématiquement ceux impliqués dans l'initiation du phénomène (J+6). Ainsi, une quantité élevée en AGS et un fort ratio n-6/n-3 augmentent le nombre de barquettes affectées par le défaut en fin de DLC. Une quantité élevée d'AGS dans le muscle est le marqueur d'une lipogenèse hépatique et donc d'un engraissement des animaux accrus. D'ailleurs, les brochettes présentant les pourcentages en acides gras n-3 et plus particulièrement C18:3 et C22:6 n-3, sont moins sensibles à l'oxydation.

La composante a* de la couleur de la viande et la quantité de fer héminique, qui sont liés (r de +0,73), sont aussi impliqués dans l'aggravation du phénomène d'oxydation au cours du stockage. Ils sont proportionnels à la quantité de sang dans les muscles, qui est connue pour favoriser l'oxydation de la viande (Monahan *et al.*, 1993).

CONCLUSION

Les problèmes d'oxydation sur la viande de dinde ne sont pas nouveaux. Ils ont fait l'objet d'un nombre important d'études mais aucune n'a envisagé la problématique de manière globale. Afin d'aider la filière à mettre en place des mesures permettant de réduire l'incidence du problème, notre étude a évalué dans le cadre d'une analyse multifactorielle l'impact potentiel de différents types de facteurs liés à l'itinéraire de production des animaux mais aussi aux caractéristiques intrinsèques de la viande produite. Cette étude a mobilisé quatre abattoirs dont l'implication du personnel a permis un suivi précis des lots d'abattage mais aussi une standardisation du mode de conditionnement de la viande pour éviter toute interaction avec les facteurs étudiés.

Notre étude a confirmé le déterminisme multifactoriel des phénomènes d'oxydation qui apparaissent sur les muscles rouges de la cuisse. L'itinéraire d'élevage des

animaux sur la période de finition a un impact majeur sur l'apparition précoce du phénomène mais aussi sur son aggravation au cours du temps. En effet, les facteurs d'élevage en finition sont susceptibles d'impacter certaines caractéristiques de l'animal et de sa viande contribuant ainsi à l'apparition des phénomènes d'oxydation lors du stockage de la viande. Parmi les pistes d'amélioration à envisager, il semblerait que distribuer en finition un aliment mieux équilibré en termes de concentration protéique et de valeur énergétique permettrait, en modifiant le métabolisme de l'animal, de réduire l'apparition des phénomènes d'oxydation sur les produits. En effet, des ratios énergie/protéine trop élevés favorisent les dépôts énergétiques. Le glucose est soit transformé et stocké en AGMI soit stocké sous forme de glycogène, ce qui peut avoir pour conséquence un engraissement plus important des animaux et la production de viandes plus acides. La diminution de l'âge à l'abattage pourrait permettre également de limiter l'engraissement des animaux et donc l'incidence des défauts d'oxydation chez la dinde.

Au-delà des facteurs d'amont, cette étude a suggéré plusieurs facteurs d'abattage ou liés au ressuage des carcasses pouvant influencer l'apparition des défauts d'oxydation. Cependant, ces facteurs sont souvent spécifiques d'un abattoir et parfois liés les uns aux autres, d'où la difficulté de conclure quant à l'effet propre de chacun d'entre eux. L'étape suivante sera donc d'analyser l'impact de ces facteurs en les faisant varier au sein d'un même abattoir. Enfin, le conditionnement (atmosphère modifiée) des barquettes est connu pour affecter le développement de l'oxydation au cours du temps et des recherches sont encore nécessaires pour définir les meilleurs mélanges gazeux qui permettront de limiter les phénomènes d'oxydation tout en préservant une présentation du produit, notamment en terme de couleur, et une qualité sanitaire optimale.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé dans le cadre de l'UMT BIRD INRA/ITAVI, grâce à un financement France Agri Mer (Contrat OXYVOL n°2013-0493). Nous remercions l'ensemble du personnel des abattoirs partenaires du projet pour leur collaboration.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Ahn DU, Sell JL, Jo C, Chen X, Wu C, Lee JI. 1998. Poult. Sci. 77:912-920.
- Bartov I, Kanner J. 1996. Poult. Sci. 75:1039-1046.
- Brown WD, Mebine LB. 1969. J. Biol. Chem. 244:6696-6701
- Durand D., Gobert M. Gatellier P. 2012. Proceeding des 14èmes Journées Sciences du Muscle et Technologie des Viandes, 13 et 14 novembre 2012 - Caen, pp. 9-16
- Gatellier P, Mercier Y, Rock E, Renerre M. 2000. J. Agric. Food. Chem. 48:1427-1433.
- Mercier Y, Gatellier P, Viau M, Remignon H, Renerre M. 1998. Meat Sci. 48:301-318.
- Mercier Y, Gatellier P, Vincent A, Renerre M. 2001. Meat Sci. 61:389-395.

Tableau 1. Statistiques descriptives des facteurs quantitatifs étudiés

	Facteurs	Effectif	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum
Données Elevage	GMQ 15j avant abattage (g/jour)	44	118,91	30,21	70,33	213,33
	Age à l'abattage (jours)	44	110,98	21,81	81	151
Caractéristiques de l'aliment finition	Durée de distribution de l'aliment finition (jours)	23	16	9,83	1	39
	Valeur Energétique de l'aliment finition (Cal/kg)	22	3227,17	41,78	3128,87	3279,1
	Ratio protéine/énergie dans l'aliment finition	22	0,01	0	0,01	0,01
	Taux de Matière Grasse dans l'aliment finition (%)	40	7,37	0,83	5,8	9,1
	Vitamine E dans l'aliment finition (UI/Kg)	40	36,13	45,15	11,97	213
Caractérisation de la viande de dinde au niveau de l'atelier de découpe	Composante a* du muscle <i>Iliotibialis</i>	44	11,04	1,67	7,89	14,25
	Composante b* du muscle <i>Iliotibialis</i>	44	-2,52	0,8	-4,28	-1
	pH des découpes de cuisse (mélange de muscles)	44	6,28	0,16	5,93	6,55
Caractérisation biochimique des brochettes à J+1	Taux de matières sèches des brochettes (%)	37	25,57	1,21	23,58	29,04
	Ratio AG n-6/AG n-3 des brochettes	37	10,78	3,4	3,32	21,28

Monahan FJ, Crackel RL, Gray JI, Buckley DJ, Morrissey PA. 1993. Meat Sci. 34:95-106.

Shikama K, Sugawara Y. Autoxidation of native oxymyoglobin. 1978. Eur. J. Biochem. 91:407-413.

Yan HJ, Lee EJ, Nam KC, Min BR, Ahn Du. 2006. Poult. Sci. 85:1829-1837.

Tableau 2. Impact des facteurs de variations étudiés sur la fréquence d'apparition et la sévérité de l'oxydation mesurées à J+6 et J+15 post-mortem¹

	Facteurs	Oxydation à J+6		Oxydation à J+15	
		Fréquence	Gravité	Fréquence	Gravité
Caractéristiques des animaux	Sexe	NS	p < 0,05 Mâles*	NS	NS
	GMQ 15 jours avant abattage	p < 0,05 ↗	p < 0,05 ↗	NS	NS
	Age à l'abattage	p < 0,05 ↗	p < 0,05 ↗	NS	NS
Caractéristiques de l'aliment finition	Durée de distribution	p < 0,01 ↗	p < 0,05 ↗	p < 0,05 ↗	p < 0,01 ↗
	Valeur énergétique	NS	NS	p < 0,05 ↘	NS
	Ratio protéines/énergie	NS	NS	p < 0,05 ↘	NS
	Taux de matières grasses	p < 0,05 ↗	NS	NS	NS
	Taux de vitamine E	NS	NS	NS	p < 0,05 ↘
Caractéristiques de la viande	Composante a* du muscle <i>Iliotibialis</i>	NS	p < 0,05 ↗	p < 0,05 ↗	p < 0,05 ↗
	Composante b* du muscle <i>Iliotibialis</i>	NS	NS	p < 0,05 ↗	p < 0,05 ↗
	pH des découpes de cuisse	p < 0,05 ↘	NS	NS	NS
	Taux de matières sèches des brochettes	NS	NS	p < 0,01 ↗	p < 0,05 ↗
	Ratio n-6/n-3 des brochettes	NS	NS	p < 0,05 ↗	NS

↗: le phénomène d'oxydation augmente lorsque la valeur du facteur mesuré augmente, ↘: le phénomène d'oxydation augmente lorsque la valeur du facteur mesuré diminue, *l'oxydation est la plus forte chez les mâles.

¹Seuls les facteurs ayant un impact significatif (P<0,05) sur l'oxydation des brochettes sont présentés dans le tableau.

Tableau 3. Corrélations entre les facteurs de variation étudiés et la fréquence d'apparition et/ou la gravité de l'oxydation mesurées à J+6 et J+15 post-mortem¹ (seuil de significativité à 5%)

	J6		J15	
	Fréquence	Gravité	Fréquence	Gravité
GMQ durant les 8 jours avant abattage	-	-	0,38	-
GMQ durant les 15 jours avant abattage	-	0,38	-	-
Age des animaux à l'abattage	0,42	0,37	-	-
Poids vif des animaux	0,34	-	-	-
Composante a* du muscle <i>Iliotibialis</i>	0,42	0,42	0,36	0,44
pHu des découpes de viande de cuisse	-0,33	-	-	-
Durée de distribution de l'aliment finition	0,45	-	-	-
Teneur en matières grasses de l'aliment	0,32	-	-	-
Caractéristiques biochimiques des brochettes				
Indice TBA-RS	0,45	-	-	-
Quantité de fer héminique	0,42	0,57	0,39	0,42
Quantité d'AGS	-	-	0,39	-
% C18	-0,32	-	-	-
% C18:3	-	-	-0,39	-
% C22:5 n-3	-	-	-0,41	-
% C22:6 n-3	-	-0,33	-	-
% n-3	-	-	-0,40	-
n-6/n-3	-	-	0,40	-
Quantité d'oxygène	-0,42	-0,60	-	-

¹Seuls les facteurs ayant un impact significatif ($P < 0,05$) sur l'oxydation des brochettes sont présentés dans le tableau.