



**HAL**  
open science

## Effets d'une supplémentation en choline sur les performances des oies pendant les phases d'élevage et de gavage

Bruno Denis, Julien Arroyo, Cécile Bonnefont, Hélène H. Manse, Carole Bannelier, Franck Lavigne, Mohamed Bijja, Laurence Fortun-Lamothe

### ► To cite this version:

Bruno Denis, Julien Arroyo, Cécile Bonnefont, Hélène H. Manse, Carole Bannelier, et al.. Effets d'une supplémentation en choline sur les performances des oies pendant les phases d'élevage et de gavage. 13. Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, Mar 2019, Tours, France. hal-02734108

HAL Id: hal-02734108

<https://hal.inrae.fr/hal-02734108>

Submitted on 2 Jun 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

## EFFETS D'UNE SUPPLEMENTATION EN CHOLINE SUR LES PERFORMANCES DES OIES PENDANT LES PHASES D'ELEVAGE ET DE GAVAGE

**Denis Bruno<sup>1</sup>, Arroyo Julien<sup>2</sup>, Bonnefont Cécile<sup>1</sup>, Manse Hélène<sup>1</sup>, Bannelier Carole<sup>1</sup>,  
Lavigne Franck<sup>2</sup>, Bijja Mohamed<sup>2</sup>, Fortun-Lamothe Laurence<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup>GENPHYSE, INRA, Université de Toulouse, INP-ENSAT, INP-ENVT - 31326  
CASTANET-TOLOSAN,

<sup>2</sup>ASSELDOR - La Tour de Glane - 24420 COULAURES.  
[laurence.lamothe@inra.fr](mailto:laurence.lamothe@inra.fr)

### RÉSUMÉ

L'objectif de cette étude était d'analyser les effets d'une supplémentation en choline de l'aliment au cours des phases de finition (F, 56 à 91 J d'âge) et de gavage (G, 92 à 106 J) des oies. Des oies mâles (n = 240) et femelles (n = 240) âgées d'un jour ont été divisées en 2 groupes : Témoin (TF, 1,53 g/kg) ou supplémenté en choline (CF, 20,70 g/kg) en période F. A 92 J, chaque groupe F a été divisé en 2 groupes de 132 oiseaux : Témoin (TG, 4,12 g/kg) ou supplémenté en choline (CG, 19,00 g/kg) en période G. La consommation d'aliment au cours de la période F n'a pas été influencée par le niveau de choline (229 g/j ; NS). Le poids des animaux était similaire au début (4 837 g) et à la fin (5 402 g) de la période F (NS). A la fin de la période F, le poids du foie est 8,3% plus lourd chez les animaux ayant reçu l'aliment CF au lieu de TF (123 vs 114 g ; P < 0,05). L'ingestion pendant la période G (12 068 g) et le poids des animaux à 107 J (7 954 g) n'ont pas été influencés par l'aliment reçu au cours des périodes F et G (NS). A 107 J, le poids de foie est 7% plus faible (908 vs 975 g ; P < 0,001) et leur teneur en matière sèche tendait à être plus faible (64,3 vs 65,3 %, P = 0,07) chez les animaux ayant reçu l'aliment supplémenté en choline au cours de la période G. L'aliment distribué au cours de la période F n'a eu aucune influence sur les performances au cours et à la fin de la période G. Ces résultats montrent le rôle de la choline dans le métabolisme hépatique chez l'oie qui participe à l'exportation des lipides, mais suggèrent qu'une supplémentation en choline au cours de la période de finition n'a pas d'effet sur la stéatose hépatique au cours du gavage.

### ABSTRACT

#### Effects of choline supplementation on goose performance during rearing and overfeeding periods

The objective of this study was to analyze the effects of dietary supplementation of choline during the finishing period (F, 56 to 91 J of age) and force-feeding (G, 92 to 106 J). Male (n = 240) and female (n = 240) geese were divided into 2 groups: Control (TF, 1.53 g choline/kg) or supplemented with choline (CF, 20.70 g choline/kg) in period F. At 92 days, each group were divided into 2 groups of 132 birds: control (TG, 4.12 g/kg) or supplemented with choline (CG, 19.00 g/kg) in period G. The feed intake during the period F was not influenced by the choline level (229 g/d, NS). The weight of the animals was similar at the beginning (4,837 g) and at the end (5,402 g) of the F period (NS). At the end of the period F, the weight of the liver was 8.3% heavier in the animals fed the CF feed instead of TF (123 vs 114 g, P < 0.05). Ingestion during period G (12,068 g) and weight of animals at 107 J (7,954 g) were not influenced by the diet received during periods F and G (NS). At 107 J, the liver weight was 7% lower (908 vs 975 g, P < 0.001) and their dry matter content tended to be lower (64.3 vs 65.3%, P = 0.07) in animals that received the choline-supplemented feed in period G. The diet distributed during period F had no influence on performance during and at the end of the period G. These results show the role of choline in hepatic metabolism in goose that enhance lipid exportation, but suggest that choline supplementation during the finishing period has no effect on hepatic steatosis during force-feeding.

## INTRODUCTION

Chez les oiseaux, dont les palmipèdes, le foie constitue un organe de synthèse et de stockage lipidique transitoire, utilisé en phase pré-migratoire notamment (Odum, 1960 ; Pond, 1978). Cette aptitude est exploitée pour produire du foie gras par gavage.

Ainsi, la suralimentation des animaux avec du maïs induit une stéatose hépatique d'origine nutritionnelle. Celle-ci résulte de différents mécanismes : forte activité lipogénique et faible exportation des lipides hépatiques néo-synthétisés combinées à une faible capacité de stockage des lipides circulants par les tissus périphériques, favorisant leur retour vers le foie (Baéza et al., 2013b).

La choline est impliquée dans le métabolisme lipidique en tant que précurseur des lipoprotéines VLDL qui permettent l'exportation des triglycérides du foie vers les tissus périphériques. La choline est largement présente dans l'alimentation (jusqu'à 7 g/kg ; Sauvant et al., 2004), bien que quelques matières premières, tel que le maïs utilisé pour le gavage des palmipèdes (0,4 à 0,6 g/kg), en contiennent peu. Cette particularité du maïs explique son utilisation pour la production de foie gras : sa faible teneur en choline limite l'exportation des triglycérides du foie vers les tissus périphériques et favorise l'engraissement du foie. La choline peut aussi être synthétisée de façon endogène en faible quantité par les hépatocytes et/ou le microbiote. Ainsi, chez l'homme, certains taxons bactériens, associés à la stéatose, ont été identifiés en lien avec des déficiences en choline alimentaire (Spencer et al., 2011). Enfin, de la choline de synthèse est également disponible comme additif en alimentation animale.

L'objectif de cette étude était d'analyser les effets d'une supplémentation en choline de synthèse dans l'aliment au cours des phases de finition (F) et de gavage (G) des oies. Nous formulons l'hypothèse qu'un apport élevé de choline alimentaire pendant la phase de finition pourrait réduire fortement, par rétrocontrôle négatif, la synthèse endogène de choline et favoriser le déclenchement de la stéatose hépatique au début du gavage sous le double effet de niveaux de choline endogène et alimentaire faibles.

### 1. MATERIELS ET METHODES

L'étude a été réalisée en accord avec les lois françaises relatives à la santé humaine et à l'utilisation d'animaux pour des travaux de recherche. Les animaux ont été élevés à la Ferme Expérimentale de l'Oie et du Canard (Coulaures, Dordogne ; autorisation pour l'expérimentation A24-137-1). Les oies ont été abattues avec respect de la directive européenne 1009/2009/EC (2009).

#### 1.1. Animaux, schéma expérimental et mesures

Un total de 480 oies, mâles (n = 240) et femelles (n = 240), grises des Landes (*Anser anser*) de la lignée commerciale Maxipalm<sup>®</sup> a été utilisé. Durant toute la période d'élevage (1 à 91 J d'âge), les oies ont été élevées dans 12 parquets de 19 m<sup>2</sup>, contenant 20 mâles et 20 femelles. Les parquets étaient équipés d'un abreuvoir, de 3 mangeoires et d'un accès extérieur (91,5 m<sup>2</sup>/parquet). Le programme nutritionnel a été établi dans le but de préparer les oiseaux au gavage (Guéméné et Guy, 2004). Pour cela, les oiseaux ont été nourris *ad libitum* de 1 à 55 J. Ils ont ensuite eu un accès restreint à l'aliment de 56 à 91 J selon un programme de rationnement horaire, autorisant l'accès à la mangeoire pendant 1 h/J de 56 à 64 J et 30 min/J de 65 à 91 J. Les oies ont eu accès à l'extérieur entre 07 :00 et 18 :00 de 25 à 90 J. De 56 à 90 J, l'accès extérieur était bloqué durant les heures d'accès aux aliments expérimentaux.

Les oies ont été divisées en 2 groupes différant par le niveau de choline dans l'aliment pendant la période F (56 à 91 J) : Témoin (TF, teneur totale en choline : 1,53 g/kg) ou supplémenté en choline (CF, teneur totale en choline : 20,70 g/kg). Les aliments TF et CF ont été fabriqués par Sanders Périgord (Boulazac, Dordogne, France) pour être isoénergétiques (EMAn : 11.5 MJ/kg) et isoproétiqes (PB : 16.1 g/kg). Leur composition est rapportée dans le Tableau 1.

A 92 J, 66 oiseaux de chaque groupe et de chaque sexe (n = 264 au total) ont été divisés en 2 groupes différant par le niveau de choline dans l'aliment distribué au cours de la période de gavage (période G de 92 à 106 J) : Témoin (TG, 4,12 g/kg) ou supplémenté en choline (CG, 19,00 g/kg). Pendant la période G, les 264 oies (33 animaux x 4 lots TT-TC-CT-CC x 2 sexes = 264) ont été réparties dans 24 parquets (3 x 1 m<sup>2</sup> pour 11 oies). Les oies ont été gavées avec un mélange de 340 g de farine de maïs, 240 g de maïs grain, 400 g d'eau ainsi que 20 g d'un complexe de vitamines (E: 32,00 UI/kg; B1: 4,00 mg/kg; K3: 2,86 mg/kg) et minéraux (FeSO<sub>4</sub>: 55,40 mg; CuSO<sub>4</sub>: 15,00 mg; ZnSO<sub>4</sub>: 40,00 mg; MnSO<sub>4</sub>: 74,00 mg; Ca: 2,13 g; Na: 1,44 g; P: 0,23 g/kg) par kg de pâtée. Pendant cette période G, la pâtée a été distribuée à l'aide d'une gaveuse automatique (Gaveuse Mg 300, Dussau, Distribution Sas, Pecorade, Landes, France) et selon la courbe de gavage décrite par Arroyo et al. (2012).

La consommation d'aliment a été mesurée hebdomadairement et par parquet pendant la période F, quotidiennement et individuellement pendant la période G. Le poids vif (PV) a été mesuré à 56, 70 et 90 J après un jeûne de 18h et à 107 J après un jeûne de 10h. Des oies ont été sacrifiées à 90 J (n = 48) et 107 J (n = 264) afin d'étudier leur composition corporelle (poids de foie et de magret). La couleur des foies a été mesurée à l'aide du système de coordonnées trichromatiques CIE Lab (L \*, a \*, b \*), à l'aide d'un chromamètre CR 300 Minolta (Minolta, Osaka, Japon). La teneur en lipides dans le foie a été évaluée en utilisant une extraction froide au

chloroforme / méthanol (Folch et al., 1957) sur un sous-ensemble de 24 et 48 échantillons représentatifs à 90 J et 107 J. Pour les échantillons restants, les teneurs en lipides ont été déterminées par prédiction à partir de spectres proches infra rouge (SPIR) sur la base des analyses chimiques précédentes. Les données spectrales ont été collectées en réflectance de 350 à 2500 nm (pas de 1 nm) avec un spectromètre portable LabSpec® 5000 (ASD Inc., Boulder (CO), USA) équipé d'un module de contact. Le traitement des données spectrales et l'étalonnage ont été réalisés à l'aide de WinISI (Infrasoft Int., Port Matilda, PA, USA) entre 650 et 2350 nm. Les équations d'étalonnage ont été obtenues à l'aide de la méthode de régression PLS (Partial Least Square).

## 1.2. Analyses statistiques

Les données ont été analysées à l'aide de la version 3.3.3 du logiciel R. Le parquet a été utilisé comme unité statistique pour la consommation d'aliment au cours de la période F. Les données individuelles ont été considérées comme unité statistique pour l'étude du PV, du gain moyen quotidien et des caractéristiques physiologiques pendant la période F ainsi que pour les performances au cours du gavage. Les données ont été soumises à une analyse de variance (procédure ANOVA du package car) afin de déterminer, suivant les phases, les effets du sexe et de l'aliment distribué (et leurs interactions éventuelles). Lorsque cela était significatif, les moyennes ont été comparées en utilisant un test de Tukey. Les différences ont été traitées comme significative pour  $P < 0,05$ . La mortalité au cours des périodes F et G a été analysée en utilisant un test de  $\chi^2$ .

## 2. RESULTATS ET DISCUSSION

La consommation d'aliment au cours de la période F n'a pas été influencée par le niveau de choline alimentaire (229 g/j/oie ; NS ; Tableau 2). Le poids des animaux était similaire au début (4 837 g) et à la fin (5 402 g) de la période F (NS) mais les mâles étaient 12% plus lourds que les femelles ( $P < 0,001$ ). A la fin de la période F, le poids du foie était 8,3% plus lourd chez les animaux ayant reçu l'aliment CF au lieu de TF (124 vs 114 g ;  $P < 0,05$ ).

L'ingestion au cours de la période G (12 068 g), le poids des animaux à 107 J (7 954 g) ou la mortalité entre 90 et 106 J (5,7%) n'ont pas été influencés par l'aliment reçu au cours des périodes F et G (NS ; Tableau 3). Le gain de poids et le taux de conversion alimentaire ont eu tendance à être plus faibles chez les oies ayant reçu l'aliment non supplémenté en choline au cours de la période F ( $P < 0,10$ ), tandis que l'aliment distribué pendant la période G a eu un effet inverse ( $P < 0,05$ ). A 107 J, le poids de foie était 7% plus faible (908 vs 975 g ;  $P < 0,05$ ) et leur teneur en matière sèche tendait à être plus faible (64,3 vs 65,3 %,  $P = 0,07$ ) chez les animaux ayant reçu l'aliment supplémenté en choline au cours de la période G. Le

foie de ces animaux était plus sombre (-1,1 point sur l'axe L\* ;  $P < 0,05$ ) et tendait à être plus rouge (+ 0,35 sur l'axe a\* ;  $P < 0,1$ ). A l'opposé, une supplémentation en choline pendant la phase F n'a pas eu d'effet sur le poids de foie au cours de la période de gavage (NS). Ce résultat est à l'opposé de ceux obtenus précédemment (Blum et Leclerc, 1970 ; Hejja-Vetesi, 1975 ; Camiruaga et Lecaros, 1989). Mais dans ces essais antérieurs, les performances des animaux étaient plus faibles (poids de foie d'environ 700g). Contrairement à notre hypothèse initiale, la supplémentation en choline de l'aliment n'a peut-être pas entraîné de réduction suffisante de la production endogène de choline par les animaux, même si un effet a été observé sur le poids du foie à l'issue de la période F (voir ci-dessus). Puisque la consommation de maïs, le poids vif des animaux et le poids du muscle pectoral n'ont pas été affectés par la supplémentation en choline, nous formulons l'hypothèse que les lipides synthétisés dans le foie au cours du gavage ont été exportés vers les tissus périphériques (cuisses, gras abdominal). Malheureusement, nous n'avons pas réalisé les mesures permettant de confirmer cette hypothèse. Nous pouvons seulement constater que le poids de peau et de gras sous cutané du magret, qui sont des indicateurs indirects de l'état d'engraissement global de l'animal, n'ont pas été affectés par le régime alimentaire.

Le sexe des animaux a eu un effet significatif sur quasiment tous les paramètres mesurés au cours ou à la fin de la période G (Tableau 3). Ainsi, les mâles étaient 9% plus lourds que les femelles ( $P < 0,001$ ) à 107 J. Le dimorphisme sexuel des oies a été déjà décrit précédemment (Dubois et al., 1993 ; Leprettre et al., 2000). Le foie et le magret étaient plus lourds chez les mâles que chez les femelles (+8% et +5,5%, respectivement ;  $P < 0,01$ ) et les oies mâles ont eu un foie plus sombre que les femelles (-2 points sur l'axe L\* ;  $P < 0,001$ ) mais aussi plus rouge (+1 point sur l'axe a\* ;  $P < 0,001$ ). Toutefois, la mortalité au cours du gavage a été similaire entre les deux sexes (6,2 vs 4,5 % ; NS).

## CONCLUSION

Nous avons pu mettre en évidence un fort effet dépressif de l'utilisation d'une supplémentation en choline dans la pâtée de gavage sur l'intensité de la stéatose hépatique. Ceci confirme l'implication de cette molécule dans l'exportation des lipides du foie chez les oies. Ce résultat est nouveau et intéressant d'un point de vue cognitif mais ne présente aucune application en filière de production. A l'opposé, notre hypothèse initiale d'une augmentation de la stéatose hépatique au cours du gavage par une supplémentation en choline pendant la phase de finition n'a pu être démontrée.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Arroyo J., Fortun-Lamothe L., Dubois J.P., Lavigne F., Auvergne A. 2012. INRA Prod. Anim., 25, 5, 419-430.
- Baéza E., Marie-Etancelin C., Davail S., Diot C. 2013. In : Palmipèdes à foie gras. Fortun-Lamothe L. (Ed). Dossier, INRA Prod. Anim., 26, 403-414.
- Blum J.C., Leclercq B. 1970. Ann. Zootech. 19, 347-351.
- Camiruaga LM., Lecaros J. 1989. Ciencia e Investigacion Agraria, 16, 187-192.
- Dubois J.P., Auvergne A., Babilé R., Verdier M., Lavigne F., 1993. 1ères Journ. Rech. Palmipèdes à Foie Gras, Bordeaux, France, 35-48.
- Folch, J., M. Lees, and G.H. Sloane Stanley, 1957. J. Biol. Chem. 226:497-509.
- Guemene D. and Guy G., 2004. World's Poultry Science Journal 60, 210-222.
- Hejja-Vetesi M. 1975. Baromfiipar, 22, 28-30.
- Leprette S., Dubois J.P., Lavigne F., Babilé R., 2000. 4èmes Journ. Rech. Palmipèdes à Foie Gras, Arcachon, France, 109-112.
- Odum E.P., 1960. American J. Clinical Nutr., 8, 621-629.
- Pond C.M., 1978. Annu. Rev. Ecol. Syst., 9, 519-570.
- Spencer M.D., Hamp T.J., Reid R.W., Fischer L.M., Zeisel S.H., Fodor A.A., 2011. Gastroenterology, 140, 976-986.

**Tableau 1.** Composition des aliments TF et CF distribués aux oies entre 56 et 91J.

Ingrédients (g/100g)	Aliments TF et CF <sup>1</sup>
Blé	38,01
Maïs	20,00
Orge	10,00
Tourteaux d'oléo protéagineux (colza, tournesol et soja)	18,60
Drèches de blé et de maïs	6,00
Son de blé	2,80
Vitamines, minéraux	4,08
L-Lysine	0,33
DL-Hydroxy-Méthionine	0,19
<b>Composition nutritionnelle</b>	
EMAn MJ/kg	11,5
Protéines brutes g/kg	161
Amidon g/kg	337

<sup>1</sup>Les aliments TF et CF contiennent les mêmes ingrédients à l'exception de la choline.

**Tableau 2:** Effets du sexe et d'une supplémentation en choline dans l'aliment de finition sur le poids vif (PV), l'ingestion, le gain moyen quotidien (GMQ) et l'indice de consommation (IC) au cours de la période F ainsi que sur le poids de foie à 90 J.

Item	Groupes <sup>1</sup>		Sexe			P-value		
	T	C	M	F	ESM	Sexe	Régime	Sexe* Régime
PV (g)								
56 J	4 811	4 861	5 142	4 532	50	<0,001	NA	NA
70 J	5 041	5 010	5 325	4 734	54	<0,001	0,424	0,030
90 J	5 437	5 361	5 710	5 096	62	<0,001	0,089	0,126
GMQ (g/oie/J)								
56-69 J	14,0	9,6	11,1	12,6	1,4	0,129	<0,001	0,164
70-90 J	20,8	18,5	20,3	19,0	1,5	0,225	0,037	0,506
56-90 J	18,2	14,8	16,5	16,5	1,1	0,958	<0,001	0,808
Ingestion 56-90 J (g/oie)	8 278	8 188	-	-	73	NA	0,246	NA
IC 56-90 J (g/g)	13,2	15,9	-	-	0,7	NA	0,0047	NA
Poids de foie à 90J	114	124	123	114	7	0,058	0,038	0,337

<sup>1</sup>T : animaux témoins recevant l'aliment témoin, C : animaux recevant l'aliment CF supplémenté en choline.

<sup>2</sup>IC : indice de consommation par oie déterminé à partir du PV mesuré individuellement et la consommation individuelle estimée à partir de la consommation par parquet sans distinction du sexe. ND: donnée non disponible.

**Tableau 3:** Effets du sexe et du niveau de choline des régimes reçus en période F et G sur les performances des oies avant (90 J), pendant (92-106J) et à la fin (107 J) du gavage

	Groupe <sup>1</sup>						ESM		P-value <sup>2</sup>			
	TT	TC	CT	CC	Sexe		Sexe	Régime	Régime	Sexe *	Sexe	F*G
					M	F		F	G	F	* G	
PV à 90 J (g)	5468	5449	5344	5360	5716	5091	121	0,087	0,946	0,283	0,685	0,740
Mortalité de 92 à 106 J	3/66	4/66	4/66	4/66	9/132	6/132		1	1	0,43	0,72	0,98
Consommation de 92 à 106 J (g)	12 175	12 102	11 982	12 021	12 385	11 752	387	0,486	0,920	0,557	0,607	0,763
Gain de poids de 92 à 106 J (g)	2 554 <sup>ab</sup>	2 446 <sup>b</sup>	2 611 <sup>a</sup>	2 543 <sup>ab</sup>	2 568	2 510	61	0,046	0,004	0,671	0,264	0,476
TCA <sup>3</sup> de 92 à 106 J	4,90 <sup>ab</sup>	5,08 <sup>a</sup>	4,78 <sup>b</sup>	4,94 <sup>ab</sup>	5,045	4,81	0,14	0,061	0,015	0,417	0,317	0,910
Performances à la fin de la période G												
PV à 106 J (g)	8 025	7 920	7 950	7 913	8 311	7 601	126	0,707	0,182	0,276	0,510	0,449
Poids du foie (g)	963 <sup>ab</sup>	912 <sup>ab</sup>	986 <sup>a</sup>	903 <sup>b</sup>	980	903	40	0,624	<0,001	0,224	0,445	0,477
Couleur du foie												
L* <sup>24</sup>	63,5	62,2	63,2	63,0	62,0	64,0	1,3	0,978	0,024	0,064	0,650	0,232
a* <sup>4</sup>	13,7	14,5	14,2	14,1	14,6	13,6	0,8	0,400	0,055	<0,001	0,838	0,140
b* <sup>4</sup>	31,0	30,2	29,9	30,4	30,5	30,3	1,7	0,982	0,807	0,237	0,680	0,120
MS (% de poids de foie)	65,1	64,5	65,5	64,1	65,0	64,6	2,6	0,101	0,464	0,082	0,818	0,771
Lipides (% poids de foie)	53,5	53,1	54,3	52,5	53,8	52,9	3,5	0,065	0,601	0,180	0,894	0,914
Poids du magret (g)	475	465	471	469	483	457	17	0,002	0,916	0,501	0,507	0,624
peau et gras sous-cutané (g)	219	209	210	210	218	205	9	0,004	0,433	0,295	0,184	0,982
<i>Pectoralis major</i> (g)	256	256	261	259	264	251	11	0,014	0,142	0,876	0,300	0,773

<sup>1</sup>TT, TC, CT, CC : la 1<sup>ère</sup> lettre correspond au régime reçu par les animaux au cours de la période F (T ou C), la deuxième au régime reçu au cours de la période G (T ou C).

<sup>2</sup>L'interaction S\*F\*G étaient significatives pour les variables L\* et a\* de la couleur du foie (P = 0,031 et 0,038, respectivement) et non significatives pour les autres variables (P > 0,05)

<sup>3</sup>IC Indice de consommation par oie déterminé à partir du PV mesuré individuellement et la consommation individuelle effectivement mesurée.

<sup>4</sup>L\*a\*b\*: Les trois coordonnées du CIELAB représente la luminance (L\* = 0 pour noir et L\* = 100 pour un blanc diffus), la position entre le rouge/magenta et le vert (a\*<0 vert et a\*>0 magenta) et la position entre le jaune et le bleu (b\*<0 bleu et b\*>0 jaune) de la couleur des foies.

<sup>a,b</sup> : Sur une même ligne, les moyennes avec aucun exposant identique différent à P < 0,05.