

DEVELOPPEMENT DE LA METHODE TOBEC POUR PREDIRE L'ETAT D'ENGRAISSEMENT DU CANARD MULARD *IN VIVO*

Alexis Cornuez¹, Carole Bannelier², Pascal Gouraud¹, Laurence Lamothe²,
Hélène Manse², Benjamin Basso³, Christel Marie-Etancelin³

¹INRA UE89, UEFG d'Artiguères, 40280 Benquet

²UMR1289 INRA-ENVT-INPT/ENSAT TANDEM, 31326 Castanet-Tolosan

³INRA UR631, SAGA, BP 52627, 31326 Castanet-Tolosan

alexis.cornuez@bordeaux.inra.fr

RESUME

L'état d'engraissement des canards a été évalué jusqu'à maintenant par des méthodes *in vitro* : le développement d'une méthode non invasive, fiable, adaptée au gabarit des canards et transportable était indispensable pour réaliser des études sur de grands effectifs. En se basant sur les travaux réalisés sur le lapin par Forthun-Lamothe *et al.* (2002), nous avons adapté la méthode TOBEC (Total Body Electrical Conductivity) aux canards mulards en croissance (7 semaines). Tout d'abord, le positionnement et la contention de l'animal dans l'appareil ont été optimisés. Puis une standardisation des prises de mesures a été réalisée afin de limiter les fluctuations dues aux respirations des animaux : la valeur attribuée à un animal correspond à la moyenne de 3 mesures cohérentes obtenues en fin d'expiration de l'animal (valeur la plus faible). 27 animaux ont été utilisés pour établir (sur 15 canards) puis valider (sur 12 canards) l'équation de prédiction de la composition corporelle à partir de mesures TOBEC et de leurs poids vifs. Après broyage de la carcasse complète non saignée, les matières sèches, matières azotées et matières grasses ont été dosées. La répétabilité de la mesure TOBEC a été estimée à 0,92. L'équation de prédiction de la quantité de lipides contenue dans un canard présente un R^2 de 0,79. Cette prédiction est du même ordre de grandeur que la corrélation entre mesures estimées et dosage, qui est de 0,81. Néanmoins l'utilisation de cette mesure TOBEC dans une expérience de sélection de la consommation résiduelle a permis de limiter l'évolution de l'état d'engraissement des mulards avec la sélection.

ABSTRACT

Development of the TOBEC method to predict *in vivo* duck fattening

The ducks fattening appraisal was usually done by *in vitro* methods, the development of a not invasive, reliable method, adapted to ducks size and transportable seems necessary to realize studies on large numbers. Based on the work done on the rabbit by Forthun-Lamothe *et al.* (2002), we adapted the TOBEC method (Total Body Electrical Conductivity) on growing Mule ducks (7 weeks old). First of all, the animal placement and contention in the device need to be adapted. Then a standardization of measurements was performed in order to preserve from variations due to animals breathing: the value assigned to an animal is the average of 3 coherent measurements obtained at the animal end-breathing (lowest value). 27 animals were used in order to establish (on 15 ducks) and to validate (on 12 ducks) the equation with TOBEC and weights measurements. Thereafter, they were slaughtered to determine chemical body composition. The repeatability of the TOBEC measurement was of 0.92. The prediction of the quantity of fat contained in a duck presents a R^2 of 0.79. The validation of this prediction confirms its intermediate quality, since the correlation between estimations and measurements is of 0.81. Nevertheless, the use of TOBEC measurements in an selection experiment on residual consumption has limited the variation of the mule duck fatness with selection.

INTRODUCTION

La connaissance de l'état d'engraissement des animaux est nécessaire lorsque l'on s'intéresse à la zootechnie, et particulièrement chez le canard à gaver afin de mettre en relation son état d'engraissement et sa future aptitude au gavage. Jusqu'à maintenant, cet état d'engraissement des canards était déterminé par des méthodes chimiques invasives, nécessitant la mort de l'animal : cela ne pouvait donc être effectué qu'une seule fois à un stade donné de la vie de l'animal. De ce fait, ces techniques ne pouvaient être appliquées à des animaux de valeur (candidats à la sélection par exemple) ou quand l'objectif de l'étude était un suivi cinétique de l'état d'engraissement. La mise en place d'une méthode fiable d'estimation de la composition corporelle *in vivo* est donc indispensable pour garder l'intégrité de l'animal, et dans la mesure du possible caractériser de grandes populations.

Dans les années 90, de nombreuses études ont testé des méthodes non invasives de prédiction de la composition corporelle, et cela dans différentes espèces. La méthode TOBEC (Total Body Electrical Conductivity), non invasive, peu coûteuse, adaptée au gabarit de notre animal d'étude et transportable, apparaît comme une bonne alternative aux techniques classiques. Le principe du TOBEC est d'induire à l'aide d'un solénoïde, un champ électromagnétique. L'animal introduit dans le tunnel de mesure modifie ce champ magnétique, la modification dépend de la composition de l'animal : les différents composants ne présentant pas tous les mêmes propriétés conductrices. En se basant sur les travaux réalisés sur le lapin (Forthun-Lamothe *et al.*, 2002) et sur le poulet de chair (Staudinger *et al.*, 1995), nous proposons d'étudier l'adaptation de la méthode TOBEC au canard mulard pour prédire son état d'engraissement en phase de croissance.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1 Acquisition des valeurs TOBEC

La valeur TOBEC (Evaluate) a été déterminée avec la chambre EM-SCAN SA-3203 et le logiciel SA-3000. Les animaux vigiles ont été placés dans une glissière adaptée pour limiter leurs mouvements et garantir une position standardisée au centre de la chambre de détection. La prise de valeur est réalisée en fin d'expiration de l'animal pour standardiser la prise de mesure et s'affranchir des fluctuations dues à la respiration. Au minimum 3 prises de mesures sont réalisées et la valeur retenue correspond à la moyenne de 3 mesures cohérentes, obtenues dans une plage de variation inférieure à 3% estimée par l'opérateur : il faut en moyenne 4,2 mesures par animal pour obtenir ces 3 valeurs. La mesure d'une référence (« Phantom », référence fabricant) est réalisée régulièrement pendant les expériences (au minimum

toutes les heures) pour s'assurer qu'il n'y a pas de dérive au cours du temps.

1.2 Animaux

Les animaux utilisés sont des canards mulards mâles produits sur l'Unité Expérimentale INRA des Palmipèdes à Foie Gras (UEPFG).

Dans un premier test, 14 mulards de 8 semaines ont été utilisés pour tester la faisabilité de la prise de mesure, et adapter le dispositif aux canards (contention et positionnement) en estimant la répétabilité de la mesure. Les mesures (de 3 à 6 par canard) de ces 14 animaux ont été répétées à 2 moments de la journée (matin à jeun et après midi après repas) et avec 2 positionnements de l'animal dans l'appareil (centré ou non centré).

Dans un second test, 27 mulards de 7 semaines d'âge ont été utilisés pour i) vérifier si l'équation de prédiction établie chez le lapin était utilisable pour le canard et ii) le cas échéant, établir une équation spécifique au canard mulard. Deux jours successifs, ces animaux ont été mesurés avec le TOBEC, immédiatement après avoir été pesés. Le second jour ils ont été euthanasiés par injection i.v. de 2,5 ml/kg de pentobarbital sodique (Ceva Santé Animale), puis réfrigérés à -20°C, et enfin les carcasses entières non saignées ont été broyées. Ces 27 animaux ont été scindés en 2 sous-populations : 15 canards pour établir l'équation de prédiction et les 12 canards restant pour valider la qualité de la prédiction.

Un troisième jeu de données est présenté : dans un essai de sélection divergente sur l'efficacité alimentaire (Drouilhet *et al.*, 2013), les mesures TOBEC de 2469 mulards âgés de 7 semaines ont été réalisées afin de prendre en compte dans la consommation résiduelle, l'état d'engraissement des canards.

1.3 Equations de prédiction

Les matières sèches (24 heures à 103°C), matières azotées (N X 6,25, LECO), minéraux (2h à 250°C puis 6h à 550°C), le contenu énergétique (calorimètre adiabatique), la teneur en lipides estimée par la méthode de Folch *et al.* (1957), ont été évalués sur chacun des 27 mulards (second test). Les échantillons ont été dosés au laboratoire de l'unité INRA Tandem (Toulouse).

Les équations de prédiction ont été déterminées par régressions multiples en utilisant la valeur Evaluate et le poids vif de l'animal en tant que valeurs prédictives.

2. RESULTATS ET DISCUSSIONS

Dans le premier test, la répétabilité des mesures TOBEC obtenues sur 14 canards est moyenne (égale à 0,71), mais elle est améliorée de +0,15 point quand les animaux sont bien centrés dans le solénoïde, et de +0,12 point lorsque les mesures sont prises le matin à

jeun. Ces conclusions nous ont permis d'adapter l'appareil aux canards : une glissière avec plancher a été conçue spécialement pour optimiser la position de l'animal dans la chambre de mesure et standardiser la mesure.

Dans le second test, la répétabilité de la mesure TOBEC (obtenue par une moyenne de 3 valeurs élémentaires) d'un jour sur l'autre s'élève à 0,92, ce qui valide les adaptations réalisées. La comparaison des valeurs des compositions corporelles estimées par l'équation établie chez le lapin (Fortun-Lamothe *et al.*, 2002) avec les valeurs obtenues par dosage des 27 canards (Tableau 2) met en évidence des différences très importantes : ces mulards d'un poids vif à jeun de 3 377 g ($\pm$ 342 g) à 7 semaines d'âge, sont composés d'environ 2 kg d'eau avec des quantités de lipides et protéines de 422 g et 533 g respectivement. Les valeurs prédites avec l'équation « lapin » conduisent à des quantités bien supérieures en terme de lipides (575 g) et protéines (696 g). Cette estimation n'est donc pas utilisable pour les canards mulards et nous avons choisi d'établir une équation « canard ».

Pour ce faire, 15 des 27 canards ont été utilisés pour déterminer les équations de prédiction par régressions multiples (Tableau 3). Les coefficients de détermination (R^2) obtenus sont plus élevés pour les quantités d'eau et de protéines (respectivement 0,94 et 0,62) chez le canard que chez le lapin (0,89 et 0,51). A contrario, la qualité de prédiction des quantités de lipides et d'énergie est moindre chez le canard (R^2 de 0,79 et 0,75 respectivement, contre 0,86 et 0,89 chez le lapin). Concernant les lipides, caractère central chez le canard à gaver, cette moins bonne prédiction peut s'expliquer par une plus faible variabilité de notre échantillon en termes de quantité de lipides (CV=26%), tandis que l'équation « lapin » s'appuie sur une grande diversité de stades physiologiques, induisant une forte variabilité de quantités de lipides (CV=64% - Fortun-Lamothe *et al.*, 2002) contenues chez ces animaux.

Nos équations ont ensuite été validées avec les 12 canards restant. Les coefficients de corrélation entre variables prédites par l'équation canard et variables mesurées (Tableau 4) confirment la bonne prédiction de la quantité d'eau contenue dans un canard : la corrélation de +0,94 obtenue est identique à celle publiée chez le lapin (Fortun-Lamothe *et al.*, 2002). Les corrélations pour les quantités de lipides et d'énergie sont plus faibles (+0,81 et +0,86 respectivement), et inférieures à celles obtenues chez le lapin (+0,92 et +0,94, respectivement). En l'absence de méthode alternative pour prédire *in vivo* l'état d'engraissement des animaux, et afin d'améliorer la qualité de prédiction de l'équation « canard » (principalement pour les quantités de lipides), nous sommes en train d'ajouter des mulards

ayant des gammes de poids vifs et d'engraissement plus divers que ceux précédemment utilisés.

Dans l'optique que notre équation de prédiction sera améliorée à terme, nous avons mis en œuvre de 2010 à 2012 des mesures TOBEC sur 2 469 mulards (Tableau 5). L'objectif était de sélectionner des animaux à consommation résiduelle (CR) faible ou forte, c'est à dire des animaux consommant beaucoup ou peu, pour un même poids et un même état d'engraissement à 7 semaines d'âge. Les 2 469 Evalues sont obtenues en calculant la moyenne de trois valeurs cohérentes obtenues par animal : l'écart type entre ces 3 valeurs correspond à un pourcentage moyen de variation inférieur à 2% par animal. Au cours de ces différents essais, 83 mesures de référence « Phantom » ont été réalisées : nous avons obtenu une valeur moyenne de 232 ± 10 (légèrement inférieure à la valeur fabricant de 241), mais surtout ne dérivant pas au cours du temps. Même si les valeurs moyennes de poids et de Evaluate sont comparables, les animaux mulards de cet essai de sélection présentent une plage de variation beaucoup plus importante que ceux utilisés pour la mise au point des équations de prédiction (Tableaux 1 et 5), notamment dans les valeurs basses. Cela nous conforte dans la nécessité de compléter les données en intégrant des mulards avec de plus faibles poids. Néanmoins, malgré les limites de l'approche TOBEC pour prédire la quantité de lipides *in vivo*, les résultats de Drouilhet *et al.* (2013) montrent que l'état d'engraissement des animaux sélectionnés sur leur consommation résiduelle a très peu évolué. Si cette sélection sur l'efficacité alimentaire n'avait pas pris en compte l'état d'engraissement, une différence marquée de quantité de lipides entre canards des 2 lignées aurait dû apparaître : le fait que la corrélation phénotypique entre engraissement apprécié par TOBEC et CR reste très faible (-0,05) tend à démontrer que le TOBEC a permis de limiter cette évolution de l'engraissement.

CONCLUSION

Ces résultats montrent que la méthode TOBEC, bien qu'améliorable, est applicable pour prédire l'état d'engraissement du canard mulard. L'effectif servant de référence est en train d'être étoffé pour accroître la qualité de prédiction chez le canard. Dans le cadre de l'essai de sélection divergente de la CR, l'obtention d'un pool important de résultats TOBEC va nous permettre très prochainement de réaliser une première estimation des paramètres génétiques des prédictions par TOBEC et du lien génétique avec le poids des animaux.

Cette méthode pourrait s'appliquer sur d'autres espèces de canards (pékin et barbarie), présentant un gabarit comparable, sous réserve de valider les équations de prédiction.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Drouilhet L., Basso B., Bernadet M.D., Cornuez A., Gilbert H., Marie-Etancelin C., 2013. Présentes JRAPFG.
 Folch, J., M. Lees, and G.H. Sloane Stanley, 1957. J Biol Chem, 226(1): p. 497-509.
 Fortun-Lamothe L., Lamboley-Gaüzère B., Bannelier C., 2002. Lives. Prod. Sci. 78 (2) 133-142.
 Staudinger FB., Rorie RP., Anthony NB., 1995. Poult. Sci. 74 (2) 271-278.

Tableau 1 : Equations lapin (Fortun-Lamothe *et al.*, 2002)

Qté Eau = +0,519 x Evalue + 0,1683 x PoidsVif + 833	r ² =0,89
Qté Prot = -0,00425 x Evalue + 0,1328 x PoidsVif + 252	r ² =0,51
Qté Lipid = -0,518 x Evalue + 0,699 x PoidsVif -1208,9	r ² =0,86
Qté Ener = -0,0203 x Evalue + 0,0294 x PoidsVif -38,74	r ² =0,89

Qté Eau : quantité d'eau (g); *Qté Prot* : quantité protéines (g); *Qté Lipid* : quantité lipides (g);
Qté Ener : quantité d'énergie brute (MJ) ; *Evalue* : valeur TOBEC.

Tableau 2 : Résultats des mesures Tobec, poids vifs et compositions corporelles obtenues par dosage et des prédictions des compositions corporelles à l'aide de l'équation lapin (n=27 canards)

	valeurs mesurées					valeurs prédites	
	Moyenne	Ecart type	CV	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
Poids Vif (g)	3377	342	10%	2460	3780		
Evalue	1093	156	14%	672	1340		
Qté Eau (g)	2072	189	9%	1492	2405	1969	134
Qté Prot (g)	533	93	17%	344	691	696	45
Qté Lipid (g)	422	111	26%	182	612	575	174
Qté Ener (MJ)	29,7	6,7	23%	16,7	40,6	38,3	7,5

Evalue : valeur TOBEC ; *Qté Eau* : quantité d'eau ; *Qté Prot* : quantité protéines; *Qté Lipid* : quantité lipides;
Qté Ener : quantité d'énergie.

Tableau 3 : Equations obtenues avec 15 canards

Qté Eau = +0,541 x Evalue + 0,342 x PoidsVif + 372	r ² =0,94
Qté Prot = -0,0201 x Evalue + 0,144 x PoidsVif + 12	r ² =0,62
Qté Lipid = -0,490 x Evalue + 0,432 x PoidsVif -528,3	r ² =0,79
Qté Ener = -0,0243 x Evalue + 0,0226 x PoidsVif -22,795	r ² =0,75

Qté Eau : quantité d'eau (g); *Qté Prot* : quantité protéines (g); *Qté Lipid* : quantité lipides (g);
Qté Ener : quantité d'énergie brute (MJ) ; *Evalue* : valeur TOBEC.

Tableau 4 : Coefficients de corrélation (R) entre variables prédites via l'équation « canard » et variables mesurées pour 12 canards

	Qté Eau	Qté Prot	Qté Lipid	Qté Ener
R	+0,94	+0,59	+0,81	+0,86

Qté Eau : quantité d'eau (g); *Qté Prot* : quantité protéines (g); *Qté Lipid* : quantité lipides (g);
Qté Ener : quantité d'énergie brute (MJ) ;

Tableau 5 : répartition des effectifs, des poids et des Evalues (n=2 469 canards)

	Moyenne	Écart type	Minimum	Maximum
Poids vifs (g)	2951	294	961	4293
Evalue	852,4	126,2	1345,0	203,0