

DISPOSITIF DE DETECTION DE QTL CHEZ LE CANARD COMMUN

Marie-Etancelin Christel¹, André J.M.², Baéza Elisabeth³, Basso B.¹, Bastianelli D.⁴, Bernadet Marie-Dominique⁵, Brun J.M.¹, Davail S.², Dubos F.⁵, Fernandez X.⁶, Gontier Karine², Guémené D.³, Guy G.⁵, Manse Hélène⁶, Mialon Marie-Madeleine⁷, Larzul Catherine⁸

¹UR631 INRA SAGA, 31326 Castanet-Tolosan

²UMR5254 CNRS EMM, 40004 Mont de Marsan

³UR83 INRA URA, 37380 Nouzilly

⁴UR18 CIRAD SEPA, 34398 Montpellier

⁵UE89 INRA UEPFG, 40280 Benquet

⁶UMR1289 INRA-ENVT-INPT/ENSAT TANDEM, 31326 Castanet-Tolosan

⁷UR1213 INRA URH, 63122 Saint-Genès-Champanelle

⁸UR337 INRA SGQA, 78352 Jouy-en-Josas

Résumé

Un dispositif original servant à réaliser une primo-détection de QTL (zones chromosomiques impliquées dans des caractères quantitatifs) chez le canard commun a été mis en œuvre par l'INRA en 2005. Les caractères de reproduction, de croissance et d'ingestion de 380 canes communes croisées (issues de 7 familles de pères), et de leurs 1600 descendants mâles mulards -pour leurs performances de croissance et de gavage, leur comportement, leur métabolisme hépatique au cours du gavage, et la qualité du foie gras et des magrets produits (tels que la couleur, la texture, le taux de lipides, les rendements technologiques)- ont été mesurés. Outre la constitution du dispositif expérimental, cet article présentera une synthèse zootechnique des performances mesurées sur les animaux.

Introduction

Dans des pays comme la France, les lignées parentales des canards mulards à gaver ont été sélectionnées efficacement pour les caractères de reproduction, de croissance et de gavage. Dans la dernière décennie, les efforts de recherche et de sélection ont concerné de nouveaux caractères, de qualité des produits, de comportement, d'efficacité alimentaire et dans une moindre mesure de résistance aux maladies.

Pour répondre à ces nouveaux objectifs, les recherches en cours se sont orientées vers la détection de QTL (Quantitative Trait Loci), approche combinant génétique quantitative classique et génétique moléculaire. Un QTL est une zone du génome –un emplacement sur les chromosomes- qui contrôle une part importante de la variabilité génétique d'un caractère d'intérêt : une fois cette portion du chromosome repérée, elle pourra être sélectionnée pour améliorer le caractère qu'elle contrôle chez les descendants. La connaissance et la valorisation de QTL sont particulièrement adaptées pour des caractères difficiles ou coûteux à mesurer, deux caractéristiques souvent rencontrées pour ces nouveaux caractères recherchés en canard à gaver.

C'est pourquoi, un programme de primo-détection de QTL en canard commun a été conçu par le département de génétique animale de l'INRA, à partir de ses lignées expérimentales. Pour réaliser une telle détection, il est nécessaire de disposer d'une carte génétique (Fève et al., 2008), d'un dispositif animal favorisant la mise en évidence de

QTL s'ils existent, et de mesures précises et originales des caractères d'intérêts.

L'objectif de cet article est de présenter le dispositif animal mis en œuvre et les résultats zootechniques obtenus, sachant que plusieurs communications de ces présentes journées reposent sur ce dispositif (Basso et al., 2008a; Bastianelli et al., 2008 ; Marie-Etancelin et al., 2008b ; Sellier et al., 2008).

Matériel et méthodes

La carte génétique du canard

Les marqueurs génétiques développés pour la primo-détection de QTL, sont des marqueurs microsatellites : le panel de marqueurs a été constitué par le laboratoire INRA LGC (Genet et al., 2003 ; Fève et al. 2006), dans l'optique de couvrir les 39 chromosomes autosomaux du canard commun, en s'attachant en premier lieu à la couverture des macro-chromosomes. Un premier squelette de carte génétique positionnant ces marqueurs est présenté dans ces journées (Fève et al., 2008). La mise au point de marqueurs complémentaires est en cours afin de pouvoir réaliser la détection de QTL.

La population expérimentale de canard commun Back-Cros

Pour maximiser nos chances de détecter un QTL, s'il existe, nous avons initié en 2005 la procréation d'une population expérimentale spécifique composée de canes communes back cross (BC) issues d'un croisement en retour entre les souches INRA444 et INRA37, à l'unité expérimentale

INRA d'Artiguères (UEPFG). Le recours au croisement permet de créer des déséquilibres de liaison pour des gènes différant entre les lignées croisées. Le choix des lignées INRA444 (canard commun ayant des origines Tsaiya, de faible gabarit sélectionné sur la durée de période fertile) et INRA37 (souche synthétique de canards Pékin de fort gabarit) était motivé par leur divergence sur un grand nombre de caractères zootechniques (format, reproduction, comportement) ainsi que ceux de leurs descendants mulards (aptitude au gavage, qualité des produits...), avec de plus des origines de gènes très différentes.

Cette population expérimentale a été produite à partir de 7 canards mâles F1 INRA444 x INRA37 accouplés à des canes INRA444, en 3 éclosions annuelles sur 2 campagnes successives. Les canes back-cross INRA444 x INRA37 produites, ont été élevées et mesurées au domaine expérimental INRA d'Artiguères. Pour produire des canards mulards afin de réaliser le testage sur descendance, ces canes ont été accouplées à des canards de Barbarie, fils de 5 pères Barbarie (les pleins frères étant accouplés aux canes BC d'une même famille de pères F1 pour limiter la variabilité intra-famille de père F1) : ces accouplement ont permis, en 2 lots d'éclosion et toujours sur 2 campagnes successives, la production de 1600 canards mulards et 715 canes mulards (Figure 1).

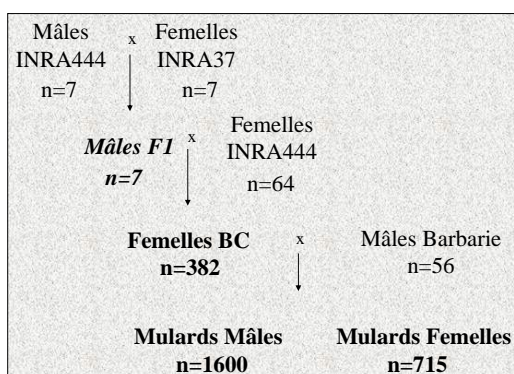


FIGURE 1 : Dispositif expérimental animal

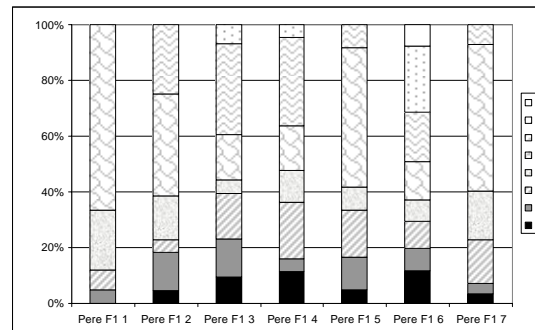
Pour chaque lot d'éclosion et chaque campagne, les mâles mulards ont été mis en gavage en cage collective de 4 à 5 canards, à 80 jours (gaveur 1) et 82 jours (gaveur 2) pour une durée de 12 jours : les pleins frères étaient répartis sur chacune des 2 séries de gavage. L'abattage a eu lieu à 92 et 94 jours d'âge, et l'éviscération a été réalisée à froid.

Afin d'apprécier convenablement l'aptitude au gavage des canes BC via leurs descendants mulards il était nécessaire d'avoir en moyenne 4 mâles mulards par femelle BC. Selon la famille de pères, les canes BC ont entre 1 et 8 mâles mulards (Figure 2) : 85 % des canes ont au moins 3 fils mulards en moyenne.

En terme de structure de population, nous avons atteint notre objectif, qui était de 7 familles de 55

filles BC elles-mêmes testées sur en moyenne 4 mâles mulards. Avec une hétérozygotie moyenne et des caractères d'héritabilités moyennes, ce dispositif de « pleins frères/demi-frères » permettra la détection de QTL expliquant au moins 0,9 écart-type phénotypique.

FIGURE 2 : Pourcentage de mères BC ayant entre



1 et 8 fils mulards, par famille de père F1

Caractères mesurés

Les canes BC et leurs descendants mulards ont fait l'objet d'un grand nombre de mesures phénotypiques de 2005 à 2007, mesures pratiquées par 7 équipes de recherches françaises (UMR INRA-ENSAT Tandem, CIRAD-SEPA, IUT-EMM-IPREM, INRA-URA, INRA-IASP, INRA-UEPFG, INRA-SAGA,): croissance, reproduction, et efficacité alimentaire des canes BC ; croissance, comportement, métabolisme lipidique et aptitude au gavage, qualité des produits des mâles mulards ; résistance au portage de salmonelles des femelles mulards (Tableau 1).

TABLEAU 1 : Description des principaux caractères mesurés

Canes BC	
Groupes de caractères	Types de mesures
Croissance	8 pesées :
- en élevage :	- à 2, 4, 6, 8, 10 semaines
- en ponte :	- à 22, 28, 40 semaines
Reproduction	- contrôle de la ponte
en pur (IIA/2 sem) et	- fertilité et mortalité embryonnaire
en croisement (soit 2IA/sem, soit IIA/2 sem)	- durée de la fertilité
Efficacité alimentaire	- ingestion individuelle
(en 2 périodes de 7 à 15 jours en début et milieu de ponte)	- pesée des œufs
	- pesée des canes en début et fin de période
Mâles Mulards	
Groupes de caractères	Types de mesures
Croissance	6 pesées :
- en élevage :	- à 12, 28, 42, 70 jours
- en gavage :	- début (81 j) et fin (93 j) de gavage
Comportement	
- en élevage :	Corticostéronémie après stress, test du couloir.
- en gavage (1 ^{er} , 5 ^{ème} et 10 ^{ème} j de gavage):	Ordre et facilité de gavage

<u>Métabolisme énergétique</u> (prélèvements sanguins à 3 h post prandial - 1 ^{er} , 5 ^{ème} et 10 ^{ème} j de gavage)	- glucose - triglycérides - cholestérol
<u>Aptitude au gavage</u> (éviscération à froid)	Pesée de la carcasse ressuée, du foie, de la cuisse, de la peau du magret, du magret sans peau, du gras abdominal
<u>Qualité des produits</u>	- foie : taux de fonte, paramètres de couleur L* a* b*, texture et classement, taux de lipides et de collagène, - magret : pH 20 min et pH ultime, paramètres de couleur L* a* b*, taux de lipides, exsudation sous vide et perte à la cuisson, tendreté.
Femelles mulards	
<u>Groupes de caractères</u>	<u>Types de mesures</u>
<u>Résistance au portage de salmonelles</u>	Suivi de la contamination des caecas (à 28 j) après inoculation à 1 jour.

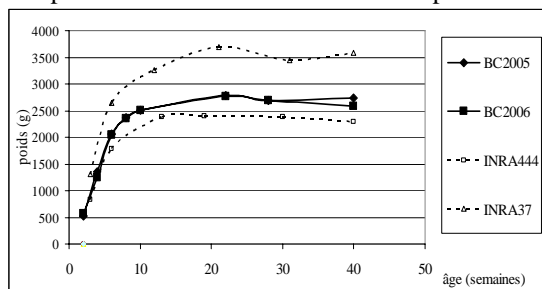
Résultats et discussion

Femelles back-cross

Un total de 581 canes BC a été produit et mis en élevage, et 382 d'entre elles ont été mises en ponte. Ces 382 canes se répartissent dans les 7 familles de pères F1 avec des effectifs variant entre 45 à 64.

La croissance de ces canes BC (croisées 25% INRA37 et 75% INRA444) est conforme aux croissances respectives des souches parentales (Figure 3), avec un poids adulte moyen de 2,7 kg.

FIGURE 3 : Courbe de croissance des canes BC comparée à celle des canes des souches parentales



Ces canes sont entrées en ponte en moyenne à 122 jours d'âge et avaient pondu 198 œufs à 52 semaines. La fertilité moyenne de ces canes (en % d'œufs mis en incubation) est de 38,0% en pur et 24,3 % en croisement dans un rythme d'une IA en 15 jours, avec des éclosabilités respectives de 16,4% et 27,8%. En régime de 2 IA/semaine (production de mulard), cette fertilité est proche de 71% et l'éclosabilité de 53,6%.

Les résultats relatifs à l'efficacité alimentaire de ces canes sont présentés dans l'article de Basso et al. (2008a).

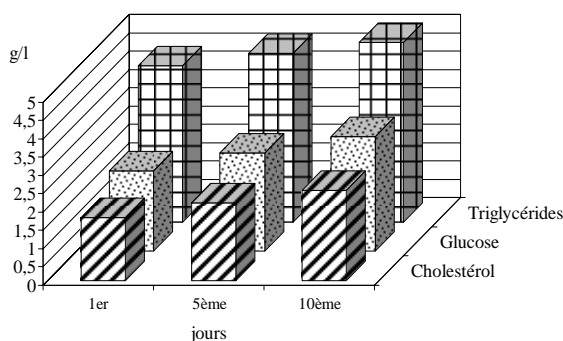
Mulards issus de back cross

Les 1600 mâles mulards éclos sont fils de 343 canes back cross (parmi les 382 mises en reproduction). Durant la phase d'élevage, 1508 étaient présents à chacune des pesées de croissance : conformément aux résultats obtenus sur leurs mères, leur croissance est intermédiaire entre celles de mulards issus de canes INRA444 et celles de mulards issus de canes INRA37, et plus proche des mulards de INRA444.

Le niveau plasmatique basal de corticostérone est de $9,7 \pm 10,3$ ng/ml et de $55,0 \pm 42,5$ ng/ml après un stress de suspension par les pattes de 10 minutes : ces valeurs sont très proches des valeurs moyennes obtenues par Guémené et al. (2004) et Basso et al. (2008b) sur des mulards d'origines génétiques différentes. Le taux de corticostérone après stress semble moins variable qu'avant stress (coefficient de variation de 77% versus 107%).

Le comportement des 1501 mulards entrés en gavage a été apprécié par leur facilité de gavage (4 classes) et l'ordre d'attrapage (4 classes) en début, milieu et fin de gavage. Ces caractères apparaissent très peu répétables. Néanmoins, le pourcentage de canards « faciles à gaver » passe de 47% (1^{er} jour) à 74% (5^{ème} jour) pour atteindre 81% en fin de gavage. L'adaptation des animaux au gavage semble se faire très rapidement dès les 1ers jours. Aucune corrélation significative n'a pu être mise en évidence entre les 2 critères de comportement en gavage et les niveaux de corticostéronémie avant gavage.

FIGURE 4 : Paramètres sanguins durant le gavage



L'étude des cinétiques des concentrations plasmatiques en glucose, cholestérol total et triglycérides confirment une augmentation de ces paramètres avec le stade de gavage (Figure 4). Le glucose et le cholestérol augmentent d'environ 40% entre le 1^{er} et 10^{ème} jour de gavage. Le taux de triglycérides, avec une augmentation de 15%, est plus stable car a sa valeur maximale 3 heures après le repas. Pour ces 3 paramètres sanguins, l'avancée

du stade de gavage se traduit aussi par un accroissement de la variabilité des mesures (coefficient de variation passant de 16% à 28% en moyenne).

Malgré un poids de carcasse ressuée moyen de 4,9 kg, lié au gabarit des mères BC, les animaux ont produit un foie d'environ 570 g (Tableau 2), un magret de 408 g (dont 37% du poids correspond à la peau), une cuisse de 482 g et 175 g de gras abdominal. Les corrélations brutes entre ces composants et le poids de carcasse ressuée varient entre +0,44 (poids de foie) et + 0,63 (poids de la cuisse). Une corrélation apparaît entre le poids de gras abdominal et le poids de la peau du magret (+0,54).

En terme de qualité du foie, le taux de fonte du foie, en moyenne de 38,7%, présente une variabilité particulièrement élevée de 32%. Nous confirmons le lien connu entre poids de foie et taux de fonte, mais avec une valeur de +0,67 plus faible que celles de la littérature (+0,97 Babilé et al., 1987, +0,89 Poujardieu et al., 1994).

TABLEAU 2 : Performance de gavage et qualité des produits.

	Moyenne	Ecart-type
P. carcasse (g)	4902	329
P. foie (g)	568	115
P. gras abdominal (g)	175	29
P. muscle magret (g)	256	24
P. peau magret (g)	152	20
P. cuisse (g)	482	45
Taux fonte (%)	38,7	12,4
pH 20 min	6,0	0,18
pH ultime	5,7	0,14
Exsudat au froid (%)	1,6	0,8
Pertes à la cuisson (%)	22,1	3,8
F. cisaillement (N/cm ²)	42,5	7,6
Energie cisaillement	149,6	40,2
Luminance foie (L*)	72,4	2,4
Indice de rouge foie (a*)	9,2	1,8
Indice de jaune foie (b*)	31,2	2,9
Luminance mag (L*)	47,3	3,4
Indice de rouge mag (a*)	20,4	2,5
Indice de jaune mag (b*)	7,6	1,5

En terme de qualité du magret, le pH ultime de 5,7 est proche de celui obtenu sur de la viande de volailles (Debut et al., 2005), mais la valeur du pH 20 minutes post-mortem de 6,0 est basse, signant une chute rapide du pH de la viande de canard. Les pertes en eau après conservation à +4°C sont faibles (1,6%) et équivalentes à celles obtenue chez le poulet (Debut et al., 2005). La force de cisaillement et dans une moindre mesure les pertes à la cuisson, sont plus élevées que celles obtenues par Larzul et al. (2002) sur des mulards de canes INRA444 (42,5 N/cm² versus 23,4 N/cm² et 22,1% versus 19,4%

respectivement): la tendreté des magrets des mulards de BC semble s'apparenter plutôt à celle des magrets de Barbarie. Une corrélation faible et négative (-0,31) relie les pertes à la cuisson et le pH ultime. Enfin, les caractères chromatiques les plus variables sont l'indice de rouge du foie et l'indice de jaune du magret. Pour le foie, la luminance et l'indice de rouge sont liés avec le taux de fonte (corrélations respectives de +0,40 et -0,30) alors que pour le magret, ces deux critères de couleur sont en lien avec les pertes à la cuisson (+0,38 et -0,43 respectivement).

Aucune performance autre que le portage de salmonelles n'a été enregistrée sur les femelles mulards issus de back-cross (Sellier et al., 2008).

Conclusion

Les éléments zootechniques décrits présentent des moyennes conformes à celles observées sur des canards communs et des canards mulards gavés de génotypes comparables, avec généralement une variabilité accrue. Une première valorisation de ces travaux va être faite par l'estimation des paramètres génétiques de ces variables pour lesquelles peu d'éléments bibliographiques existent chez le canard (Marie-Etancelin et al., 2008). Début 2009, les génotypes devraient être terminés et la détection de QTL devrait pouvoir être initiée.

Remerciements

Les auteurs remercient l'ANR Genanimal, AGENAVI/CIFOG et l'InterRégion Midi-Pyrénées Aquitaine pour le financement de ce programme de détection de QTL.

Références bibliographiques

- Babilé R., Matheron G., Poujardieu B., 1987. Ann. Zootech., 44 (4) 219-232.
- Basso B. et al., 2008a. 8^{ème} JRPFPG, 30 et 31 octobre 2008, Arcachon, France.
- Basso B. et al., 2008b. 8^{ème} JRPFPG, 30 et 31 octobre 2008, Arcachon, France.
- Bastianelli D. et al., 2008. 8^{ème} JRPFPG, 30 et 31 octobre 2008, Arcachon, France.
- Debut M. et al., 2005. 6^{ème} JRA, 30 et 31 mars 2005, Saint Malo, France.
- Fève K. et al., 2008. 8^{ème} JRPFPG, 30 et 31 octobre 2008, Arcachon, France.
- Genet C. et al., 2003. 5^e JRA, p 395-398.
- Guémené D. et al., 2004. 6^{ème} JRPFPG, 7 et 8 octobre 2004, Arcachon, France.
- Larzul, C., Imbert B., Bernadet M.D., Guy G., Remignon H., 2006. Animal Research 55: 1-11.
- Marie-Etancelin C. et al., 2008. 8^{ème} JRPFPG, 30 et 31 octobre 2008, Arcachon, France.
- Poujardieu B., Guichard F., Laventure P., 1994. Genet. Sel. Evol 26, 463-472.
- Sellier N. et al., 2008. 8^{ème} JRPFPG, 30 et 31 octobre 2008, Arcachon, France.