



**HAL**  
open science

## Recherche de QTL impliqués dans le comportement, la résistance au portage de Salmonelles et la qualité des produits - foie gras et magret - du canard Mulard

Christel Marie Etancelin, Jean Michel J. M. Elsen, Mohamed M. Kileh Wais, Alain Vignal, Katia K. Feve, Florence F. Vignoles, Xavier Fernandez, Hélène H. Manse, Stephane Davail, Karine Gontier, et al.

### ► To cite this version:

Christel Marie Etancelin, Jean Michel J. M. Elsen, Mohamed M. Kileh Wais, Alain Vignal, Katia K. Feve, et al.. Recherche de QTL impliqués dans le comportement, la résistance au portage de Salmonelles et la qualité des produits - foie gras et magret - du canard Mulard. [Rapport de recherche] Inrae. 2011. hal-02806644

**HAL Id: hal-02806644**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02806644>**

Submitted on 6 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.

## Bilan et perspectives du programme « GENEKAN »

### Recherche de QTL impliqués dans le comportement, la résistance au portage de Salmonelles et la qualité des produits - foie gras et magret - du canard Mulard (2007-2010)

Partenaires :

C. MARIE-ETANCELIN, J-M. ELSÉN,  
M. KILEH-WAIS,

A. VIGNAL, K. FEVE, F. VIGNOLES,

X. FERNANDEZ, H. MANSE,

S. DAVAIL, K. GONTIER, J-M. ANDRE,

E. BAEZA, P. CHARTRIN,

D. BASTIANELLI, L. BONNAL,

P. VELGE,

G. GUY,

P. LE LOUP,

J. SCHWEBEL,

*UR631 SAGA, INRA, Castanet*

*UMR 444 LGC, INRA-ENVIT, Castanet*

*UMR 1289 TANDEM, INRA-ENVIT-INPT Castanet*

*UMR 5254 EMM, IPREM-UPPA-CNRS, Mont de Marsan*

*UR 83 URA, INRA, Nouzilly*

*UMR SELMET, INRA-CIRAD-SUP'AGRO, Montpellier*

*UR 1282 IASP, INRA, Nouzilly*

*UE 89 UEFPFG, INRA, Benquet*

*AGENAVI, Paris*

*CIFOG, Paris*

#### Résumé

Le programme de recherches GENEKAN repose sur 1) la production de familles informatives par un croisement entre 2 souches expérimentales d'origines et d'aptitudes différentes (INRA-UEFPFG), 2) la mesure des phénotypes sur les canes back-cross (BC) et leurs descendants mulards (INRA-URA, INP-ENSAT, UPPA-CNRS, INRA-UEFPFG) et mulardes (INRA-IASP), 3) le génotypage des animaux (plateforme de la Génopole toulousaine, INRA-LGC) à l'aide d'un panel de 116 marqueurs informatifs et 4) l'analyse statistique pour détecter les QTL (INRA-SAGA). A partir des performances des males mulards, 65 QTL ont pu être détectés : 13 pour des caractères de croissance, 18 pour des caractères métaboliques et pondéraux durant le gavage, 8 pour des caractères d'aptitude au gavage, 12 pour des caractères de qualité du magret et 14 pour des caractères de qualité du foie gras.

#### Principaux résultats obtenus et applications envisageables

Le dispositif expérimental consiste en une population composée de 7 familles Back-cross (BC) de canes communes, testée sur descendance mularde ; soit un total de 380 canes BC, 1600 mulards et 750 mulardes. Les canes BC ont fait l'objet de mesures relatives à leur poids en élevage et en ponte, leur capacité de reproduction et leur efficacité alimentaire. Les mâles mulards ont été intensivement phénotypés : de leur croissance, au métabolisme hépatique durant le gavage (taux de glucose, de triglycérides et de cholestérol sanguins), à l'aptitude au gavage et à la qualité des produits (taux de fonte, taux de protéines et de collagène pour le foie frais ; pH 20 min *post mortem*, pH ultime, exsudation sous vide et pertes à la cuisson pour le magret ; et pour les 2 produits, paramètres de couleur L\*, a\*, b\* et taux de lipides). Les compositions fines (MS, taux lipides et protéines) du foie gras et des magrets ont été prédites par spectrométrie dans le proche Infrarouge (NIRS). Le comportement des mulards a été appréhendé en élevage (niveau de corticostérone après un stress de 10 minutes de suspension par les pattes) et en gavage (notations de l'ordre d'attrapage des mulards et de la facilité de gavage). Les femelles mulardes ont permis l'étude de la résistance au portage de Salmonelles par un suivi de la contamination des caeca à 28 jours après inoculation à 1 jour. L'ensemble des canes BC et leurs ascendants a été génotypé avec 116 marqueurs microsatellites informatifs, permettant de construire une carte génétique composée de 90 marqueurs répartis en 16 groupes de liaisons. Des développements méthodologiques et de programmation dans le logiciel QTLmap ont été effectués afin de prendre en compte la variabilité de la précision de la moyenne des performances des mulards attribuées à la cane.

La détection de QTL sur les performances du mulard a mis à jour un grand nombre de QTL (significatifs aux seuils de 5% et 1% au niveau du chromosome). Pour les caractères de croissance, 13 QTL de poids et GMQ sont mis en évidence : 2 zones majeures de co-localisation sur les groupes de liaisons (GL) 2b et 3 apparaissent. 3 autres QTL plus isolés sont significatifs sur les GL 7, 13 et 27. Chez le poulet de chair, les chromosomes 2, 3 et 7 portent des QTL de poids vifs à 35 jours. 18 QTL plus originaux car relatifs au métabolisme durant le gavage, se répartissent sur 12 GL, avec des co-localisations (GL 13, 19, 20 et 27) et 5 QTL isolés (GL 2b, 2c, 3, 6 et Z). La bibliographie poulet relate aussi plusieurs découvertes de QTL sur le chromosome 27 concernant le niveau de glucose et de triglycérides sanguins. Nadaf et al. (2009) rapportent des QTL relatifs au taux de glucose sanguin très significatifs sur les chromosomes 6, 3 et 13. Pour les caractères d'aptitude au gavage et de qualité des produits, 34 QTL ont pu être mis en évidence : 8

liés aux poids de la carcasse et de ses différents éléments, dont 3 au poids du foie gras significatifs à 1% (GL 2c, 9 et 20) et 2 au poids du muscle du magret (GL2b et GL19). Pour la qualité des magrets, les 4 QTL significatifs à 1% au niveau du chromosome correspondent au taux de lipides intramusculaires, aux pertes à la cuisson (tous 2 sur GL 2b) et au pH 20 min *post mortem* (GL 4). Avec une significativité plus faible, nous observons 4 QTL ayant un effet sur le pH de la viande (GL 2c, 6, 7 et Z). Enfin, pour les aspects de couleur du muscle, l'indice de rouge (a\*) semble être modulé par une zone de GL 7 tandis que l'indice de jaune (b\*) est lié à une zone de GL 2b. Pour le foie gras, se dégagent 2 groupes de co-localisation de QTL, qui pour certains dépassent le seuil de 1% de signification au niveau du chromosome : 5 QTL associés aux taux de lipides, de protéines et de collagène des foies, à leur indice de jaune et leur taux de fonte (GL 2c) et 4 QTL associés à l'indice de rouge, les taux de lipides, de protéines et de fonte (GL9). Du fait de la spécificité du gavage, ces QTL d'aptitude au gavage et de poids de foie sont difficilement comparables à ceux obtenus sur animaux non gavés que ce soit sur le poulet ou sur le canard. Néanmoins, pour les aspects muscle, Huang et al. (2007) retrouvent un QTL de perte à la cuisson du muscle sur le chromosome 6, mais indique 2 QTL d'exsudation de la viande que nous ne détectons pas. Chez le poulet, les principaux QTL liés au pH 15 min se positionnent sur les chromosomes 1 et 2, ce que nous ne retrouvons pas. Enfin, n'ayant pas de marqueur positionné sur GL 11, nous ne sommes pas en mesure de tester le QTL majeur de la couleur de la viande trouvé chez le poulet (Nadaf et al., 2007). Aucun QTL relatif au portage de salmonelles chez la canette mularde n'a été mis en évidence dans le dispositif.

La détection de QTL pour les caractères du mulard se poursuit par une approche multi caractères afin d'identifier les QTL liés et les QTL pléiotropiques influençant plusieurs caractères.

## Perspectives

La poursuite de ce programme de recherche va se faire selon 2 voies. D'une part, après densification en marqueurs de la carte génétique, notamment dans les zones où ont été repérés des QTL, de nouvelles séries de détection de QTL auront lieu. En effet, le programme Pyresavi (Pitel et al., 2009) en cours a déjà mis en évidence plus de 6 000 marqueurs SNP dans des EST de canards, et plus de 2 millions de lectures de séquences canard (qui sont une représentation réduite du génome – environ 5%) viennent d'être produites, et qui donneront lieu à l'identification de nombres de SNP. D'autre part, des candidats fonctionnels découverts chez le poulet seront testés sur ce dispositif : si un polymorphisme est découvert, seront réalisés des tests d'association entre polymorphisme et phénotypes. En cas de résultats positifs, une densification en marqueurs de la zone supposée du gène et une approche QTL d'expression seront réalisées.

## Publications issues des travaux soutenus dans le cadre du projet ANR

### Articles (relecture)

Marie-Etancelin C., Basso B., Davail S., Gontier K., Fernandez X., Vitezica Z.G., Bastianelli D., Baéza E., Bernadet M.D., Guy G., Brun J.M., Legarra A., 2010. Genetic parameters of product's quality and hepatic metabolism in fattened mule ducks. *J. Anim. Sci.* 89:669-679.

Vitezica Z.G., Marie-Etancelin C., Bernadet M.D., Fernandez X., Robert-Granié C., 2010. Comparison of non linear and spline regressive models for describing mule duck growth curves. *Poult. Sci.*, 89, 1778-1784.

### Communications (conférences)

Basso B., Dubos F., Bordas A., Marie-Etancelin C., 2007. Etude des relations phénotypiques entre les composantes de l'ingestion alimentaire des canes communes. 7èmes Journées de la Recherche Avicole, Tours, France, 28-29 mars 2007, 431-435.

Basso B., Dubos F., Bordas A., Marie-Etancelin C., 2008. Paramètres génétiques de l'efficacité alimentaire des canes Pékin du programme "GENECAN" en période de ponte. 8èmes Journées de la Recherche sur les Palmipèdes à Foie Gras, Arcachon, France, 30-31 octobre 2008, 21-24.

Basso B., Bordas A., Dubos F., Morganx P., Marie-Etancelin C. 2010. Feed efficiency in laying duck: measurements and genetic parameters, XIIIth European Poultry Conference, Tours, France, 23-27/08/10 4p.

Bastianelli D., Bonnal L., Chartrin P., Bernadet M. D., Marie-Etancelin C., Baéza E., 2008. Prédiction de la teneur en lipides des magrets de canard par spectrométrie dans le proche infrarouge (SPIR). 8èmes Journées de la Recherche sur les Palmipèdes à Foie Gras, Arcachon, France, 30-31 octobre 2008, 161-164.

Bastianelli D., Bonnal L., Chartrin P., Bernadet M.D., Marie-Etancelin C., Baéza E. 2009. Near-infrared reflectance spectroscopy for predicting lipid content in duck breast meat. XIXth European Symposium on the Quality of Poultry Meat, Turku, Finland, 22-24/06/09 4p.

Bastianelli D., Fernandez X., Bernadet M.D., Manse H., Bonnal L., Marie-Etancelin C., 2011. Comparison of two spectra acquisition conditions for the evaluation of genetic parameters of duck fatty liver quality. 15th International Conference on Near Infrared Spectroscopy, 13-20 may 2011, Cap Town, South Africa.

- Bastianelli D., Fernandez X., Davrieux F., Vitezica Z., Robert-Granié C., Marie-Etancelin C., 2011. Use of NIRS for the genetic study of duck fatty liver quality. 15th International Conference on Near Infrared Spectroscopy, 13-20 may 2011, Cap Town, South Africa.
- Beaumont C., Sellier N., Velge P., Ménanteau P., Dubos F., Chapuis H., Marie-Etancelin C., 2009. Resistance of mule ducks to salmonella carrier-state. 6th European Poultry Genetic Symposium, Będlewo, Poland, 30 September – 2 October 2009, 4p.
- Fève K., Genet C., Cardinet G., Vignoles F., Vignal A., Marie-Etancelin C., 2006. Les marqueurs microsatellites du canard. 7èmes Journées de la Recherche sur les Palmipèdes à Foie Gras, Arcachon, France, 18-19 octobre 2006, 13-16.
- Fève K., Bounet M., Leroux S., Bardes S., Vignal A., Marie-Etancelin C., 2008. Elaboration de la carte génétique du canard commun dans le cadre du programme de recherche "GENECAN". 8èmes Journées de la Recherche sur les Palmipèdes à Foie Gras, Arcachon, France, 30-31 octobre 2008, 25-28.
- Fève K., Bounet M., Vignoles F., Leroux S., Bardes S., Vignal A., Marie-Etancelin C., 2009. Elaboration de la carte génétique du canard commun dans le cadre du programme de recherche "Genecan". 8èmes Journées de la Recherche Avicole, St Malo, France, 25-26 mars 2009, 599-603.
- Marie-Etancelin M., Fève K., Genet C., Cardinet G., Vignoles F., Pitel F., Vignal A., 2006. Microsatellite DNA markers for duck (*Anas platyrhynchos* and *Cairina moschata*). Symposium Scientific Cooperation in Agriculture between COA (Tainan) and INRA (France) Taiwan, 6-10 novembre 2006, 165-168.
- Kileh-Wais M., Elsen J.M., Fève K., Vignoles F., Fernandez X., Baéza E., Davail S., Bastianelli D., Bernadet M.D., Dubos F., Basso B., Vignal A., Marie-Etancelin C., 2010. Primo-localisation de QTL d'aptitude au gavage et de qualité des produits du canard. 9èmes Journées de la Recherche sur les Palmipèdes à Foie Gras, Bordeaux, France, 7-8 octobre 2010, 4p.
- Marie-Etancelin C., Vignal A., Fernandez X., Davail S., Baéza E., Velge P., Guy G., Leloup P., Schwebel J., 2007. Etat d'avancement du projet GENECAN « Recherche de QTL impliqués dans le comportement, la résistance au portage de Salmonelles et la qualité des produits - foie gras et magret - du canard Mulard », Séminaire GENANIMAL 2007, Dourdan, France, 15-16 octobre 2007, 1p.
- Marie-Etancelin C., Vignal A., Fernandez X., Davail S., Baéza E., Velge P., Guy G., Leloup P., Schwebel J., 2008. Etat d'avancement du projet GENECAN « Recherche de QTL impliqués dans le comportement, la résistance au portage de Salmonelles et la qualité des produits - foie gras et magret - du canard Mulard », Séminaire GENANIMAL 2008, La Rochelle, France, 20-21 octobre 2008, 3p.
- Marie-Etancelin M., André J. M., Baéza E., Basso B., Bastianelli D., Bernadet M. D., Brun J. M., Davail S., Dubos F., Fernandez X., Gontier K., Guémené D., Guy G., Manse H., Mialon M. M., Larzul C., 2008a. Dispositif de détection de QTL chez le canard commun. 8èmes Journées de la Recherche sur les Palmipèdes à Foie Gras, Arcachon, France, 30-31 octobre 2008, 17-20.
- Marie-Etancelin C., André J. M., Baéza E., Basso B., Bastianelli D., Bernadet M. D., Brun J. M., Davail S., Dubos F., Fernandez X., Guémené D., Gontier K., Guy G., Legarra A., 2008b. Paramètres génétiques d'indicateurs du métabolisme hépatique durant le gavage, de la qualité des produits et du taux de corticostérone chez le canard, estimés dans le cadre du programme "GENECAN". 8èmes Journées de la Recherche sur les Palmipèdes à Foie Gras, Arcachon, France, 30-31 octobre 2008, 33-36.
- Marie-Etancelin C., Fernandez X., Davail S., André J.M., Bastianelli D., Baéza E., Bernadet M.D., Guy G., Legarra A., Brun J.M., 2009. Genetic parameters of mule ducks' meat and fatty liver performances simultaneously estimated in both parental lines. XIXth European Symposium on the Quality of Poultry Meat, Turku, Finland, 22-24/06/09 4p.
- Marie-Etancelin C., Fernandez X., Baéza E., Bonnal L., Bernadet M.D., Manse H., Chartrin P., Bastianelli D., 2010. Genetic parameters of fatty liver and breast muscle composition predicted by near-infrared spectroscopy, 9<sup>th</sup> World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Leipzig, Germany, 1-6 august 2010, 4p.
- Marie-Etancelin C., Vignal A., Fernandez X., Davail S., Baéza E., Velge P., Guy G., Leloup P., Schwebel J., 2009. Etat d'avancement du projet GENECAN « Recherche de QTL impliqués dans le comportement, la résistance au portage de Salmonelles et la qualité des produits - foie gras et magret - du canard Mulard », Séminaire GENANIMAL 2009, Tours, France, 21-22 octobre 2009, 3p.
- Marie-Etancelin C., Fernandez X., Baéza E., Bonnal L., Manse H., Chartrin P., Bernadet M.D., Bastianelli D., 2010. Déterminisme génétique de la composition du foie gras et des magrets obtenue par spectrophotométrie dans le proche infrarouge. 9èmes Journées de la Recherche sur les Palmipèdes à Foie Gras, Bordeaux, France, 7-8 octobre 2010, 4p.
- Marie-Etancelin C., Vignal A., Fernandez X., Davail S., Baéza E., Velge P., Guy G., Leloup P., Schwebel J., 2010. Etat d'avancement du projet GENECAN « Recherche de QTL impliqués dans le comportement, la résistance au portage de Salmonelles et la qualité des produits - foie gras et magret - du canard mulard », Séminaire GENANIMAL 2010, Bordeaux, France, 8-9 novembre 2010, 3p.
- Sellier N., Velge P., Beaumont C., Ménanteau P., Dubos F., Basso B., Marie-Etancelin C., 2008. Sensibilité au portage asymptomatique de Salmonella enteritidis chez le canard mulard : modèle d'infection expérimentale et paramètres génétiques. 8èmes Journées de la Recherche sur les Palmipèdes à Foie Gras, Arcachon, France, 30-31 octobre 2008, 49-52.