

## Réponses à la sélection pour deux critères d'efficacité alimentaire chez le lapin. 2. Caractères de carcasse et de qualité de viande.

H. GARREAU<sup>1</sup>, C. MOLETTE<sup>1</sup>, H. GILBERT<sup>1</sup>, C. LARZUL<sup>1</sup>, E. BALMISSE<sup>2</sup>, J. RUESCHE<sup>1</sup>, A. SECUA-TIRCAZES<sup>1</sup>, T. GIDENNE<sup>1</sup>, L. DROUILHET<sup>1</sup>

<sup>1</sup>INRA, UMR1388 INRA / INPT ENSAT / INPT ENVT, Génétique, Physiologie et Systèmes d'Élevage, F-31326 Castanet Tolosan

<sup>2</sup>INRA, UE 1322 PECTOUL PEA Cunicole Toulousain, Auzeville, F-31326 Castanet Tolosan

**Résumé** – Deux caractères ont été sélectionnés afin d'améliorer l'efficacité alimentaire du lapin entre le sevrage et 63 jours i) la consommation résiduelle (CR, lignée ConsoRésiduelle), ii) le gain moyen quotidien en régime alimentaire restreint (GMQ<sub>R</sub>, lignée GMQrestreint). Les caractéristiques de conformation de la carcasse et de qualité de viande des deux lignées sélectionnées en génération 9, et alimentées à volonté ou soumises à une restriction alimentaire ont été comparées à celles d'une lignée témoin G0 issue d'embryons congelés. La lignée GMQrestreint a des proportions d'avant plus élevées et d'arrière plus faibles par rapport aux deux autres lignées. Les lapins ConsoRésiduelle présentent les plus faibles proportions de gras périrénal et interscapulaire par rapport aux deux autres lignées ( $0,68 \pm 0,03\%$ ,  $P < 0,001$  and  $0,22 \pm 0,01\%$ ,  $P < 0,001$  respectivement). La lignée GMQrestreint a une proportion de gras périrénal inférieure à celle de la lignée G0 ( $0,82 \pm 0,04\%$  et  $1,01 \pm 0,03\%$ , respectivement,  $P < 0,001$ ), mais semblable en gras scapulaire ( $0,27\%$ ,  $P > 0,05$ ). La viande des lapins ConsoRésiduelle présente des pertes en eau plus élevées par rapport à celles des deux autres lignées (+9,5% pour les pertes en eau entre J1 et J6 et +5,6% pour les pertes de cuisson,  $P < 0,05$ ). Elle présente également une valeur de pH ultime plus faible. La viande des animaux ConsoRésiduelle est plus claire et plus jaune que celle de la lignée GMQrestreint.

**Abstract – Response to selection for two feed efficiency criteria in rabbit. 1. Growth feed intake and feed efficiency.** Genetic improvement of feed efficiency using two alternate traits compared to feed to gain ratio (FCR) were studied in the growing rabbit: Residual Feed Intake (RFI, ConsoResidual line), and Average Daily Gain under restricted feeding (80% of *ad libitum*) (ADG, ADGrestrict line). To further examine responses to selection, in generation 9 a comparison of carcass and meat quality traits of the two selected lines with the G0 control population (using frozen embryos) under *ad libitum* and restricted feeding was applied to 30 individuals per line and feeding level combination. The ADGrestrict line exhibited higher foreleg proportions and smaller hindleg proportion than the ConsoResidual line. For the perirenal and scapular fat, ConsoResidual rabbits showed the lowest values compared to the 2 other lines of rabbits ( $0.68 \pm 0.03\%$ ,  $P < 0.001$  and  $0.22 \pm 0.01\%$ ,  $P < 0.001$  respectively). The ADGrestrict line exhibited lower perirenal fat than G0 line ( $0.82 \pm 0.04\%$  and  $1.01 \pm 0.03\%$  respectively,  $P < 0.001$ ) but similar scapular fat yield ( $0.27\%$ ,  $P > 0.05$ ). The meat of ConsoResidual rabbits always exhibited higher water losses compared to the one of the 2 other lines (+ 9.5% for drip loss between D1 and D6 and +5.6% for cooking loss,  $P < 0.002$ ). It also has a lower ultimate pH (pHu) value ( $5.47 \pm 0.01$  for ConsoResidual and  $5.53 \pm 0.01$  for G0 and ADGrestrict,  $P < 0.001$ ). The ConsoResidual line had always a lighter (higher L\* values; +2.2pt at D6) and a yellower (b\* value; +0.8% at D6) meat than the ADGrestrict line.

### Introduction

L'alimentation représente 60 % des coûts de production de l'élevage du lapin de chair. L'amélioration de l'efficacité alimentaire est donc de plus en plus importante pour assurer la compétitivité de la filière cunicole par rapport aux autres filières viande. Elle doit également permettre la diminution des rejets animaux sans détérioration de la santé digestive en engraissement. Deux critères ont été sélectionnés afin d'améliorer l'efficacité alimentaire du lapin entre le sevrage et 63 jours i) la consommation résiduelle (CR) afin de sélectionner les animaux ayant une consommation *ad libitum* réduite conditionnellement à leurs performances (lignée ConsoRésiduelle), ii) le gain moyen quotidien en régime alimentaire restreint (GMQ<sub>R</sub>) afin de

sélectionner les animaux ayant une croissance élevée à ingéré fixe (lignée GMQrestreint). L'objectif de cette étude était de comparer les caractères de conformation de la carcasse et de qualité de la viande des deux lignées sélectionnées à celles d'une population témoin, issue d'embryons congelés, pour les deux niveaux alimentaires (*ad libitum* et rationné à 80%).

### 1. Matériel et méthodes

#### 1.1 Animaux

La population utilisée est la lignée INRA 1001 actuellement élevée sur le pôle expérimental cunicole Toulousain. Ces animaux sont issus d'une souche lourde de Hypharm.

### 1.2 Création, conduite et sélection des lignées

Dans la lignée GMQrestreint, les reproducteurs sont sélectionnés pour un GMQ élevé de 30 à 63 jours. Dans la lignée ConsoRésiduelle, ils sont sélectionnés sur la CR, c'est-à-dire sur la consommation totale corrigée (par régression linéaire) pour le poids moyen (poids métabolique) et pour le gain de poids de 30 à 63 jours. Le détail de la mesure des critères, du processus de sélection et de la conduite des lignées est donné par Garreau *et al.* (2015) dans ce même congrès.

### 1.3. Dispositif de comparaison des lignées

Une population témoin a été constituée à partir d'embryons congelés en G0, transplantés en G8 et accouplés pour produire des animaux contemporains des deux lignées sélectionnées à la G9. Le plan expérimental comprenait les 3 lignées (G0, ConsoRésiduelle et GMQrestreint) et deux niveaux d'alimentation (*ad libitum* et restreint). Le nombre d'animaux testés pour chacun des six lots est donné dans le tableau 1.

**Tableau 1: Effectif des animaux pour chaque lignée et chaque niveau alimentaire.**

Niveau alimentaire	lignée		
	G0	ConsoRésiduelle	GMQrestreint
<i>ad libitum</i>	28	29	28
restreint	29	26	23

La conduite des animaux était la même que celle pratiquée pendant la sélection (Garreau *et al.*, 2011). Les animaux ont été placés en cage individuelle du sevrage à 30 jours d'âge jusqu'à 63 jours d'âge. Pour les animaux restreints, la quantité d'aliment distribué était ajustée chaque semaine à 80 % de la consommation moyenne réalisée la semaine précédente par des animaux nourris *ad libitum* dans la même cellule. Le même aliment commercial a été distribué (16,5% protéine and 10,6 MJ/kg EM).

### 1.4. Mesure des caractéristiques de la carcasse

Après la pesée à 63 jours, les animaux ont été mis à jeun. Avant l'abattage, le poids vif des animaux à 64 jours a été enregistré. Après l'abattage, les carcasses chaudes, la peau et les viscères ont été pesées. Les carcasses ont ensuite été conservées pendant 24 h à 4°C. Les viscères sont divisés en 4 parties (œsophage, estomac, caecum et intestin) et pesés pleins, puis vides. Après 24 h de ressuyage, les carcasses commerciales sont pesées pour évaluer la perte en eau. La proportion des différents morceaux (avant plus cage thoracique, râble et arrière) a été calculée relativement à la carcasse froide. Les dépôts de gras périrénal et scapulaire ont été pesés. Le rapport muscle sur os a été calculé après dissection de la cuisse.

### 1.6. Mesure de la qualité de viande

Les pertes en eau ont été évaluées sur le muscle *Longissimus dorsi*. Les échantillons ont été prélevés

24 h après l'abattage (J1) et stockés pendant 5 jours à 4°C dans un bac en polystyrène couvert par un film standard perméable à l'air. Les échantillons ont été pesés à J1, J3 et J6 après l'abattage. Les pertes en eau ont été exprimées en pourcentage du poids à J1 (Honikel, 1998). Pour les pertes à la cuisson, les échantillons de muscle *Longissimus dorsi* ont été cuits en sachet étanche pendant 20 minutes dans un bain d'eau à 85°C, puis refroidis à température ambiante, séchés avec une serviette en papier et pesés. La perte à la cuisson a été estimée par différence entre le poids de l'échantillon avant et après cuisson (Honikel, 1998). La couleur a été mesurée sur une coupe fraîche du muscle à J1, J3 et J6 en utilisant un Chromamètre Minolta CR 300.

### 1.5. Analyse statistique

Les données ont été analysées à l'aide d'un modèle linéaire (procédure GLM, SAS, 2008). Les effets retenus dans le modèle étaient : la lignée (3 niveaux), le niveau alimentaire (2 niveaux), le sexe (2 niveaux) et les interactions entre les 3 effets. Les moyennes des moindres carrés des caractères des trois lignées ont été comparées en utilisant un test-t de Student pour mettre en évidence les effets significatifs ( $P < 0,05$ ).

## 2. Résultats et discussion

L'effet du niveau alimentaire était significatif pour tous les caractères à l'exception de la proportion de la peau, la proportion de partie avant de la carcasse, la valeur du rouge de la viande ( $a^*$ ) et les pertes en eau à la cuisson (résultats non présentés). L'interaction lignée x niveau alimentaire n'était significative que pour le poids à 64 jours et le gras scapulaire ( $P = 0,04$ ). La lignée ConsoRésiduelle perd davantage de poids entre 63 jours et 64 jours d'âge que les deux autres lignées (5,11 % contre 4,20 %). L'interaction niveau alimentaire x sexe n'était significative que pour le rendement de carcasse ( $P = 0,04$ ), pour le rendement de râble ( $P = 0,04$ ), la luminance  $L^*$  ( $P = 0,01$ ) et les pertes en eau entre J3 et J1 ( $P = 0,001$ ).

### 2.1. Caractères pondéraux

Pour les trois lignées le poids à 64 jours était inférieur au poids à 63 jours (tableau 2). La lignée GMQrestreint était significativement plus lourde que les deux autres lignées à 63 et à 64 jours (+ 100 g environ). Ces résultats sont discutés par Garreau *et al.* (2015) dans ce même congrès. La sélection pour chacun de ces critères a permis de réduire l'indice de consommation des deux lignées sélectionnées dans les mêmes proportions par rapport à la lignée G0 (-0,2) mais les réponses corrélées sur la croissance sont différentes. À l'âge d'abattage fixe, la sélection pour le GMQ en alimentation restreinte conduit à des animaux plus lourds sans réduction des quantités d'aliment ingéré tandis que la sélection pour la CR se traduit par une diminution des quantités d'aliment ingéré sans augmentation du poids des animaux.

La lignée ConsoRésiduelle a perdu plus de poids entre 64 et 63 jours que les lignées GMQrestreint et G0 (5,11 % contre 4,21 % et 4,18 %, respectivement,  $P < 0,001$ ). Les animaux de cette lignée semblent donc moins adaptés au retrait de l'aliment pour la mise à jeun. Ceci est peut-être dû au mode de distribution à volonté de l'aliment dans cette lignée pendant le processus de sélection, la lignée GMQrestreint étant

rationnée. Il n'y avait en revanche aucune différence entre les lignées pour le poids du tractus digestif et la proportion des différents organes. Boddicker *et al.* (2011) ont pourtant observé des poids de viscères plus faibles dans une lignée de porc sélectionnée sur la CR en comparaison avec une lignée témoin non sélectionnée.

**Tableau 2: Effets de la lignée et moyennes de moindres carrés sur les poids et la conformation de la carcasse.**

Caractère pondéraux	P	Lignée		
		GMQrestreint	ConsoRésiduelle	G0
Poids 63J (g)	***	2198 ± 23 <sup>a</sup>	2095 ± 22 <sup>b</sup>	2097 ± 22 <sup>b</sup>
Poids 64J (g)	***	2099 ± 23 <sup>a</sup>	1988 ± 22 <sup>b</sup>	2005 ± 22 <sup>b</sup>
Rapport Poids 64J /Poids 63J (%)	***	95,79 ± 0,31 <sup>a</sup>	94,89 ± 0,30 <sup>b</sup>	95,82 ± 0,30 <sup>a</sup>
Rendement de carcasse (%)	ns	58,87 ± 0,69	59,13 ± 0,67	59,88 ± 0,65
<b>Conformation (% du poids de carcasse)</b>				
Partie avant (%)	*	35,36 ± 0,15 <sup>a</sup>	34,89 ± 0,15 <sup>b</sup>	34,87 ± 0,14 <sup>b</sup>
Râble (%)	ns	15,37 ± 0,16	15,56 ± 0,16	15,88 ± 0,15
Partie arrière (%)	***	32,97 ± 0,11 <sup>b</sup>	33,42 ± 0,10 <sup>a</sup>	32,79 ± 0,10 <sup>b</sup>
Gras périrénal (%)	***	0,82 ± 0,04 <sup>b</sup>	0,68 ± 0,03 <sup>c</sup>	1,01 ± 0,03 <sup>a</sup>
Gras scapulaire (%)	***	0,28 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,22 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,27 ± 0,01 <sup>b</sup>
Ratio muscle/os (%)	ns	4,91 ± 0,07	5,09 ± 0,07	4,90 ± 0,07

\*:  $P < 0,05$ ; \*\*:  $P < 0,01$ ; \*\*\*:  $P < 0,001$ . Les lettres <sup>a</sup>, <sup>b</sup> ou <sup>c</sup> signifient des différences de moyennes significatives ( $p < 0,05$ ).

### 2.2 Caractères de conformation de la carcasse

Il n'y avait aucune différence de rendement de carcasse entre les trois lignées (59,3 ± 5,1% en moyenne) (tableau 2). Chez le porc, la sélection pour réduire la CR s'est traduite par des réponses corrélées contradictoires sur le rendement de carcasse avec, d'une part des rendements plus élevés que ceux de la lignée témoin (Faure *et al.*, 2013), d'autre part l'absence de différence entre lignées (Boddicker *et al.*, 2011). La lignée GMQrestreint présentait une plus forte proportion de partie avant et une plus faible proportion de partie arrière que la lignée ConsoRésiduelle. La proportion du râble n'était pas significativement différente entre les lignées (15,68 %). La lignée G0 avait une proportion de partie avant plus faible que la lignée GMQrestreint et une proportion de partie arrière plus faible que la lignée ConsoRésiduelle. Les lapins ConsoRésiduelle présentent les plus faibles proportions de gras périrénal et interscapulaire par rapport aux deux autres lignées (0,68 ± 0,03%,  $P < 0,001$  et 0,22 ± 0,01%,  $P < 0,001$  respectivement). Ces différences

(32 % et 22 % respectivement) sont plus élevées que la différence d'ingéré entre la lignée ConsoRésiduelle et les deux autres lignées (-11 %). La lignée GMQrestreint a une proportion de gras périrénal inférieure à celle de la lignée G0 (0,82 ± 0,04 % et 1,01 ± 0,03 %, respectivement,  $P < 0,001$ ), mais semblable en gras scapulaire (0,27 %,  $P > 0,05$ ). Chez le porc, Lefaucheur *et al.* (2011), puis Faure *et al.* (2013) après trois générations de sélection supplémentaires, rapportent des proportions de longe et de viande maigre plus élevées chez les animaux à faible CR.

### 2.3 Caractères de qualité de viande

La teneur en matière sèche et en lipide n'était pas significativement différente entre les lignées (23,3 ± 1,09% et 2,31 ± 0,78% respectivement). Cependant la capacité de rétention en eau (perte au ressuyage et pertes à la cuisson) différait significativement entre les lignées (Tableau 3).

**Tableau 3. Effet de la lignée sur les pertes en eau au ressuyage et à la cuisson**

	P	ConsoRésiduelle	GMQrestreint	G0
Pertes en eau J1-J3 (%)	***	1,92 ± 0,57 <sup>b</sup>	1,45 ± 0,56 <sup>a</sup>	1,63 ± 0,61 <sup>a</sup>
Pertes en eau J1-J6 (%)	**	2,35 ± 0,44 <sup>b</sup>	2,05 ± 0,39 <sup>a</sup>	2,29 ± 0,82 <sup>a</sup>
Pertes à la cuisson (%)	**	27,9 ± 3,0 <sup>b</sup>	26,1 ± 2,8 <sup>a</sup>	26,7 ± 2,3 <sup>a</sup>

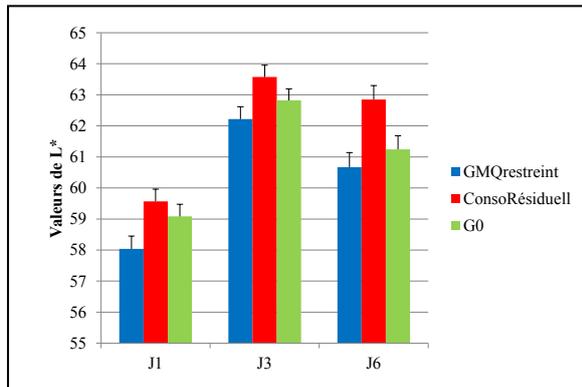
\*:  $P < 0,05$ ; \*\*:  $P < 0,01$ ; \*\*\*:  $P < 0,001$ . Les lettres <sup>a</sup>, <sup>b</sup> ou <sup>c</sup> signifient des différences de moyennes significatives ( $p < 0,05$ ).

La viande des lapins de la lignée ConsoRésiduelle présente des pertes en eau plus élevées par rapport à celles des deux autres lignées (+9,5% pour les pertes en eau entre J1 et J6 et +5,6% pour les pertes de cuisson,  $P < 0,05$ ). Elle présente également une plus

faible valeur de pH ultime (5,47 ± 0,01 pour ConsoRésiduelle, 5,53 ± 0,01 pour G0 et GMQrestreint,  $P < 0,001$ ). La couleur de la viande a également été évaluée au cours des 6 jours de stockage. Quelle que soit la durée du stockage, il n'y

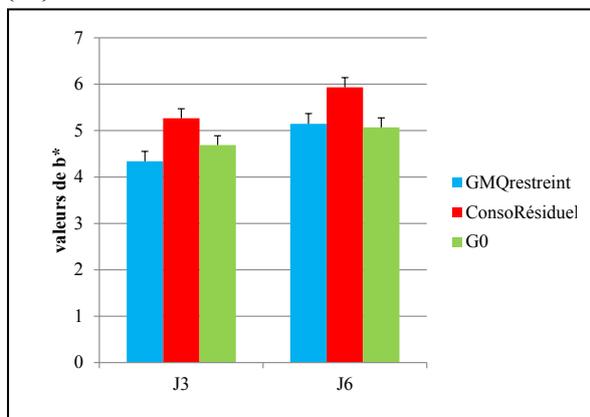
avait pas de différence de la valeur du rouge ( $a^*$ ) entre les trois lignées. Au contraire la luminance ( $L^*$ ) était significativement différente entre les lignées à chaque période de contrôle. La viande de la lignée ConsoRésiduelle était toujours plus claire (valeurs de  $L^*$  la plus forte; +2,2 pt à J6) et plus jaune (valeur de  $b^*$ ; +0,8% à J6) que celle de la lignée GMQ restreint (figures 1 et 2).

**Figure 1. Effet de la lignée sur les valeurs de luminance ( $L^*$ ) de la viande**



À J1 et J3, la luminance de la viande de la lignée GMQrestreint était significativement plus faible que celle de la lignée G0. Cependant à J6, il n'y avait pas de différence entre ces deux lignées pour les valeurs de  $L^*$  et  $b^*$ .

**Figure 2. Effet de la lignée sur les valeurs de jaune ( $b^*$ ) de la viande**



Des résultats comparables à ceux de la lignée ConsoRésiduelle ont été obtenus chez le porc : la viande de la lignée à faible CR avait un pH ultime plus faible, des pertes en eau plus élevées et une couleur plus claire que celle de la lignée à forte CR (Faure *et al.*, 2013; Lefaucheur *et al.*, 2011), en relation avec une teneur en glycogène plus élevée dans les fibres glycolytiques. Cependant, les qualités sensorielles n'étaient pas significativement affectées (Faure *et al.*, 2013). La qualité de la viande de la lignée ConsoRésiduelle semble donc être dégradée tandis que celle de la lignée GMQrestreint était équivalente à celle de la lignée témoin.

## Conclusions

Deux critères de sélection ont permis d'améliorer l'indice de consommation avec le même progrès mais les réponses corrélées sur la conformation de la carcasse et la qualité de la viande sont différentes. La lignée sélectionnée sur le GMQ a des proportions d'avant plus élevées et d'arrière plus faibles par rapport à la lignée ConsoRésiduelle. La viande de la lignée sélectionnée pour la consommation résiduelle a une moins bonne rétention d'eau, est plus jaune et plus claire. Il reste à savoir si ces différences seront perceptibles par le consommateur.

## Remerciements

Les auteurs remercient l'ensemble du personnel de l'unité expérimentale PECTOUL de l'INRA. Réalisé avec le soutien financier du CASDAR (n°9023, CUNIPALM).

## Références

- BODDICKER, GABLER N., N. K., SPURLOCK M. E., NETTLETON D., DEKKERS J. C., 2011. Effects of ad libitum and restricted feeding on early production performance and body composition of Yorkshire pigs selected for reduced residual feed intake. *Animal* 5(9): 1344-1353.
- CAI, W., CASEY D. S., DEKKERS J. C., 2008. Selection response and genetic parameters for residual feed intake in Yorkshire swine. *J. Anim. Sci.* 86(2): 287-298.
- CARTUCHE L., PASCUAL M., GÓMEZ E.A, BLASCO A., 2014. Economic weights in rabbit meat production, *World Rabbit Sci.*, 22, 165-177
- DROUILHET, L., GILBERT H., BALMISSE E., RUESCHE J., TIRCAZES A., LARZUL C., GARREAU H., 2013. Genetic parameters for two selection criteria for feed efficiency in rabbits. *J. Anim. Sci.* 913121-3128.
- FAURE, J., LEFAUCHEUR L., BONHOMME N., ECOLAN P., METEAU K., COUSTARD S. M., KOUBA M., GILBERT H., LEBRET B., 2013. Consequences of divergent selection for residual feed intake in pigs on muscle energy metabolism and meat quality. *Meat Sci.* 93(1): 37-45.
- GARREAU, H., DROUILHET, L., TUDELA, F., RUESCHE, J., SCAPIN, V., BAILLOT, C., GIDENNE, T., LARZUL, C., 2011. Déterminisme génétique de l'efficacité alimentaire. Analyse d'une expérience de sélection pour deux critères d'efficacité alimentaire. 14èmes Journées de la recherche Cunicole (2011-11-22-2011-11-23) Le Mans (FRA). Paris (FRA) : ITAVI - Institut Technique de l'Aviculture 2011.
- GILBERT, H., DEKKERS J. C., 2013. Improvement of feed efficiency: lessons from residual feed intake studies in pigs. In: EAAP meeting, Nantes - France. p 589 book of abstracts, invited talk.
- LEFAUCHEUR, L., LEBRET B., ECOLAN P., LOUVEAU I., DAMON M., PRUNIER A., BILLON Y., SELLIER P., GILBERT H., 2011. Muscle characteristics and meat quality traits are affected by divergent selection on residual feed intake in pigs. *J. Anim. Sci.* 89(4): 996-1010.
- MONTEVILLE, R., MOLETTE C., LAGÜE M., CORNEUZ A., CANARIO L., RICARD E., GILBERT H., DROUILHET L., soumis. Effects of residual feed intake selection on mule ducks feeding behavioral responses. *J. Anim. Sci.*
- HONIKEL, K. O. 1998. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Sci* 49(4): 447-457.
- SAS. 2008. SAS Inst. Inc., Cary, NC, v9