



18èmes Journées de la Recherche Cunicole

Nantes 27-28 mai 2019

HERBERT C., SUTEAU M., LENOIR G., 2019. Intérêt de la mesure de la consommation résiduelle en alimentation rationnée pour l'amélioration de l'efficacité alimentaire dans une lignée mâle Hycole. 18^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, 27 – 28 mai 2019, Nantes, France, 69-72

Texte complet

+

Fichier de présentation orale

Intérêt de la mesure de la consommation résiduelle en alimentation rationnée pour l'amélioration de l'efficacité alimentaire dans une lignée mâle Hycole

Herbert C.^{1*}, Suteau M.², Lenoir G.²

¹ HYCOLE, route de Villers-Plouich, 59159 MARCOING, France.

² AXIOM, la Garenne, 37310 AZAY-SUR-INDRE, France.

* correspondant : caroline.herbert@hycole.com

Résumé - Une étude a été menée sur plusieurs critères d'optimisation de l'efficacité alimentaire : la consommation résiduelle (CR) et l'indice de consommation (IC). L'objectif est d'identifier un ou plusieurs critères permettant de sélectionner et d'améliorer l'efficacité alimentaire des animaux. L'étude a porté sur un échantillon de 393 données provenant de mâles de lignée mâle X HYCOLE, de mai 2017 à janvier 2019. Les mesures de consommation alimentaire ont été effectuées sous rationnement temporel afin de correspondre aux réalités du terrain. Les mesures ont été effectuées dans des cages hébergeant deux pleins frères afin de limiter les biais. Les analyses statistiques ont été estimées sous le logiciel R et les paramètres génétiques sous ASReml. Nos résultats ont montré une héritabilité de $0,20 \pm 0,15$ pour la CR et de $0,18 \pm 0,13$ pour l'IC, avec une corrélation phénotypique forte entre ces deux critères (0,71). La CR et l'IC présentent des corrélations phénotypiques faibles ou moyennes avec les critères de croissance, ils influencent donc peu la croissance des animaux. L'analyse des paramètres génétiques ne permet pas d'obtenir des corrélations significatives mais permet de déterminer des tendances intéressantes pour le critère consommation résiduelle.

Abstract - Interest of measuring the residual feed intake in rationed feeding for the improvement of feed efficiency in a Hycole male line. A study was conducted on several criteria for optimizing food efficiency: the residual consumption (RC) and the feed conversion ratio (FCR). The objective is to identify one or more criteria for selecting and improving the feed efficiency of animals. The study involved a sample of 393 data from X HYCOLE line males, from May 2017 to January 2019. Food consumption measurements were performed under hourly feeding to match field realities. The measurements were carried out on cages containing two full brothers in order to limit the biases. Statistical analyzes were estimated under software R and genetic parameters under ASReml. Our results showed a heritability of 0.20 ± 0.15 for RC and 0.18 ± 0.13 for FCR, with a strong phenotypic correlation between these two criteria (0.71). RC and FCR have low or medium phenotypic correlations with growth criteria, so they have little influence on animal growth. Genetic parameters analysis does not allow to obtain significant correlations but makes it possible to determine interesting trends for the residual consumption criterion.

Introduction

Une des demandes de la filière cunicole est de produire des animaux ayant un poids d'abattage constant mais de plus en plus efficaces au niveau alimentaire. En effet, l'alimentation des lapins de chair peut représenter 52 à 59% des coûts de production (Hurand, 2016). La sélection du critère GMQ en alimentation rationnée sous forme de rationnement dit quantitatif est généralement utilisée pour améliorer l'efficacité alimentaire. Cet indicateur est facile à mesurer en routine mais, la sélection par ce critère entraîne une hausse du poids à âge constant, ce qui ne répond plus aux demandes actuelles de la filière. Deux autres indicateurs permettent de mesurer l'efficacité alimentaire des animaux : l'indice de consommation (IC), défini comme le ratio entre la quantité d'aliments consommés (en kg) et le gain de poids des animaux entre le sevrage et l'abattage (Gidenne *et al.*, 2017), et la consommation résiduelle (CR) qui représente la fraction d'aliments ingérés par les animaux et non expliqués par leurs besoins d'entretien et de production (Larzul & De Rochambeau, 2005). Dans une première étape de l'expérience, une comparaison entre un lot standard sous rationnement quantitatif (RQ) et un lot sous rationnement temporel (RT) a été effectuée (résultats non publiés). Cette comparaison a montré l'intérêt du rationnement temporel puisqu'il n'y a pas de différence significative de

croissance entre les deux lots mais, des différences significatives de consommation alimentaire et d'IC. Les lapins du lot RT ont consommé en moyenne 735 g d'aliment en moins (4,852 kg contre 5,587 kg), soit 13,2 % de moins, pour une croissance équivalente. La différence entre les lots RQ et RT est de 13,4% pour l'IC moyen, aussi à l'avantage du lot RT (2,53 contre 2,92). Ce rationnement a montré un intérêt dans l'amélioration de l'efficacité alimentaire des animaux et la suite du protocole a été effectuée sous rationnement temporel. L'objectif de l'étude est d'identifier un ou plusieurs critères permettant de sélectionner et d'améliorer l'efficacité alimentaire des animaux dans des conditions de rationnement temporel tout en étant facilement mesurables en routine.

1. Matériel et méthodes

1.1. Données

Les mesures ont été réalisées entre mai 2017 et janvier 2019 à la station de sélection Hycole sur des mâles de la lignée mâle X. Cette lignée est actuellement sélectionnée, à l'aide d'une évaluation BLUP sur les critères suivants : la viabilité en engraissement, la surface de râble mesurée par échographie et le GMQ sous alimentation rationnée. Le rationnement est quantitatif. Le protocole a été mené sur 12 puis 24 cages par bande, logeant chacune un couple

de lapins mâles frères, de poids équivalent, afin de permettre une analyse génétique des données. Les lapins ont été mis en duo et non en cage individuelle du fait des contraintes matérielles de l'élevage. A chaque bande sevrée, 24 à 48 mâles ont été placés entre 32 et 66 jours d'âge dans des cages spécifiques, sous rationnement temporel. Ils ont tous été élevés dans une même salle d'un bâtiment fermé à ambiance contrôlée.

Dans chaque cage se trouvait une mangeoire équipée d'une trappe afin de permettre ou d'empêcher l'accès à l'aliment. Les animaux ont eu un accès libre à l'eau et un accès à l'aliment limité à 15 heures par jour excepté le week-end afin de concorder avec les horaires des animaliers. Les animaux ont eu accès à l'aliment pendant 15h00 entre le vendredi soir et le samedi matin et 24h00 entre le dimanche et le lundi matin.

Chaque semaine, le jeudi, la mangeoire était pesée avant et après remplissage, afin d'évaluer la consommation d'aliment hebdomadaire. Les couples de lapins ont aussi été pesés. Les données étudiées correspondent aux mesures effectuées sur les couples de lapins. Six mesures ont ainsi été obtenues pour chaque variable et chaque duo d'animaux. La valeur moyenne des deux animaux a été prise en compte dans les calculs de cette étude, afin de faciliter l'interprétation et la comparaison avec d'autres études. Dans le cas où un des deux lapins mourrait, le calcul du gain de poids entre deux pesées prenait en compte le poids moyen de la dernière pesée en tant que poids de l'animal mort.

Les variables analysées sont pour chaque couple de frères : le poids au sevrage (Psev), la consommation alimentaire totale (CTot), le poids à 66 jours (P66), le poids métabolique moyen (PMM) qui correspond au poids moyen des animaux à la puissance 0,75, l'IC, la CR, le gain de poids entre deux pesées, le gain de poids entre 32 et 66 jours et le GMQ.

27 bandes ont été étudiées, soit un échantillon de 393 données de couples et d'animaux seuls en cage.

1.2. Méthodes

La consommation résiduelle est obtenue grâce à une régression linéaire multiple représentée sous la forme : $CTot = \mu + b1 * PMM + b2 * Gain\ de\ poids + CR$

CTot étant la prise alimentaire de l'animal entre 32 et 66 jours, μ la prise alimentaire moyenne et b1 et b2, les coefficients partiels de régression.

L'IC est obtenu par le ratio consommation totale sur gain de poids entre 32 et 66 jours.

Une première analyse descriptive des données a été réalisée à partir du logiciel R (R Core Team, 2017). Les corrélations phénotypiques ont été estimées à l'aide de la méthode de Pearson.

Les composantes de variances et covariances ont ensuite été analysés en utilisant la méthode du maximum de vraisemblance restreint (REML) avec le logiciel ASReml

(Gilmour *et al*, 2009). Dans un premier temps, une analyse unicaractère ayant pour but de tester la significativité des effets fixes a été réalisée. Un seul effet fixe a été retenu : la bande de naissance. En plus de l'effet bande, un facteur à effets aléatoires a été pris en compte dans le modèle: l'effet génétique additif de l'individu. Les caractères ont été analysés individuellement dans un premier temps puis deux à deux afin d'estimer les corrélations génétiques.

2. Résultats et discussion

2.1. Résultats phénotypiques

Le tableau 1 présente les moyennes pour les différents caractères étudiés. L'estimation de la consommation résiduelle pour un lapin a été obtenue à partir de l'équation suivante :

$$CR = 0,8 + Consommation\ totale - 2,3 * PMM - 1,2 * Gain\ de\ poids$$

Tableau 1. Moyenne des caractères (N=393)

	Moyenne ± écart-type
Poids individuel au sevrage (kg)	0,819 ± 0,130
Poids individuel à 66 jours (kg)	2,775 ± 0,319
Gain de poids total (kg)	1,908 ± 0,306
Consommation totale (kg)	4,956 ± 0,844
GMQ (g/j)	55,8 ± 8,3
Indice de consommation	2,78 ± 0,2
Taux de mortalité (%)	10,2 ± 9,5

Les distributions des valeurs calculées pour les indices de consommation et la consommation résiduelle montrent que les deux critères sont tous deux proches de la normalité. Les consommations résiduelles varient entre -1,582kg et 2,000kg. La distribution des IC est moins variable que celle des résidus de consommation. La CR est donc plus intéressante sur ce point puisqu'elle va permettre de mieux différencier les très bons animaux des autres individus. Les corrélations phénotypiques entre les différents caractères sont présentées dans le tableau 2.

Les corrélations phénotypiques montrent des valeurs positives et fortes entre la CTot et tous les autres critères de croissance, ainsi qu'avec les deux critères d'efficacité alimentaire étudiés. La CTot influence fortement la croissance des animaux, ce qui est cohérent. Les corrélations phénotypiques sont aussi fortes et positives entre le GMQ et les critères P66 et CTot. Ces résultats sont cohérents puisque le GMQ est calculé à partir du gain de poids entre le sevrage et 66 jours.

L'IC et la CR ont une corrélation phénotypique forte et favorable ($r = 0,71$). Ainsi, la diminution de la consommation résiduelle des animaux va entraîner une diminution de leur IC.

Tableau 2 : Corrélations phénotypiques (au-dessus de la diagonale \pm erreur standard), **génétiques** (au-dessous de la diagonale \pm erreur standard) **et héritabilités (h^2)** (\pm erreur standard) **des caractères mesurés en phase d'engraissement.**

	PMM	Psev	P66	CTot	GMQ	CR	IC	h^2
PMM		0,67 \pm 0,06	0,79 \pm 0,04	0,69 \pm 0,06	0,73 \pm 0,06	0,13 \pm 0,10	0,24 \pm 0,09	
Psev			0,54 \pm 0,08	0,31 \pm 0,09	0,15 \pm 0,10	0,07 \pm 0,10	0,34 \pm 0,09	0,43 \pm 0,15
P66		-		0,81 \pm 0,04	0,84 \pm 0,03	0,33 \pm 0,09	0,13 \pm 0,10	0,19 \pm 0,13
CTot		0,84 \pm 0,23	-		0,82 \pm 0,04	0,70 \pm 0,05	0,53 \pm 0,08	0,33 \pm 0,16
GMQ		0,54 \pm 0,44	0,69 \pm 0,32	0,93 \pm 0,17		0,27 \pm 0,10	0,02 \pm 0,10	0,09 \pm 0,13
CR		0,59 \pm 0,57	0,86 \pm 0,65	0,81 \pm 0,26	0,76 \pm 0,68		0,71 \pm 0,05	0,20 \pm 0,15
IC		0,16 \pm 1,54	0,10 \pm 0,62	0,18 \pm 0,48	0,75 \pm 0,77	0,59 \pm 0,35		0,18 \pm 0,13

L'IC et la CR ont une corrélation phénotypique forte et favorable ($r = 0,71$). Ainsi, la diminution de la consommation résiduelle des animaux va entraîner une diminution de leur IC.

2.2. Héritabilité

Les valeurs d'héritabilités sont comprises entre $0,09 \pm 0,13$ et $0,43 \pm 0,15$ (tableau 2). Les héritabilités présentées sont à prendre avec un certain recul du fait de la faible précision des estimations mais permettent de dégager des tendances. Le caractère GMQ possède une héritabilité faible ($0,09 \pm 0,13$). Elle est plus faible que celle calculée sur l'ensemble des données de la lignée X par HYCOLE ($h^2 = 0,17 \pm 0,01 - 57\ 519$ mesures). Cette différence peut s'expliquer par la faible taille de l'échantillon et des conditions de mesures différentes.

Les héritabilités de l'IC et de la CR sont du même ordre de grandeur. L'héritabilité obtenue pour l'IC est plus faible que celles obtenues par Larzul & De Rochambeau ($0,27$; 2005) et Drouilhet *et al.* ($0,22$; 2013) sur des protocoles d'alimentation à volonté. Ces différences de protocole d'alimentation, notre échantillon de petite taille, ainsi que les lignées différentes peuvent expliquer ces différences.

L'héritabilité de la CR est aussi plus faible que celle obtenue par Larzul & De Rochambeau (2005) qui avaient travaillé sur une seule génération ($0,45$), comme dans notre cas, mais avec un programme d'alimentation à volonté. Elle est par contre, un peu plus élevée que celle calculée par Drouilhet *et al.* ($0,16$; 2013). Les mêmes raisons que pour l'IC peuvent expliquer ces différences.

2.3 Corrélations génétiques

Les corrélations génétiques entre les différents caractères sont représentées dans le tableau 2. Certaines corrélations génétiques n'ont pu être estimées pour des raisons calculatoires, l'absence de convergence du modèle.

Nous avons estimé une corrélation de $0,75 \pm 0,77$ entre l'IC et le GMQ, différente de ce que l'on trouve dans la bibliographie. En effet, l'IC possède des corrélations génétiques négatives de moyenne à forte avec le GMQ pour Piles *et al.* ($-0,47$; 2004) et Moura *et al.* ($-0,82$; 1997) alors qu'ici, elle semble moyenne et défavorable. La moindre indépendance du critère GMQ dans les références bibliographiques est probablement en partie due au mode de distribution de l'aliment, différent dans cette étude par

rapport aux autres études. L'aliment a été distribué *ad libitum* dans ces premières. La CR et le GMQ possèdent aussi une corrélation moyenne et défavorable. Toutes ces différences dans les corrélations génétiques sont à relativiser du fait des intervalles d'erreur parfois très élevés, comme entre l'IC et le GMQ qui empêche actuellement d'exclure une corrélation nulle ou négative entre ces deux critères.

Les corrélations entre P66 et les critères de sélection testés semblent fortes et positives avec une erreur standard aussi très importante qui les rend non significatives. Larzul & De Rochambeau (2005) ont estimé une corrélation génétique forte et positive entre le poids au sevrage et la consommation résiduelle ($0,63 \pm 0,46$), comme dans notre cas. La corrélation entre le poids final et la consommation résiduelle ($0,19 \pm 0,19$) est par contre moyenne et très différente de celle estimée ici. Les différences peuvent être expliquées par le protocole et la lignée différents entre ces deux essais.

La corrélation entre l'IC et CTot présente encore une erreur standard trop importante pour être significative. La CR possède par contre, une corrélation forte et positive avec CTot, en accord avec les résultats obtenus pour les corrélations phénotypiques entre la CR et CTot. Une sélection sur la CR tendrait donc à sélectionner des animaux qui consomment moins d'aliment pour un même poids final.

Conclusion

La sélection de l'efficacité alimentaire par le critère de la consommation résiduelle peut répondre aux attentes actuelles de la filière cunicole sur ce sujet : la variabilité importante de la consommation alimentaire des animaux, en plus de celle nécessaire à la couverture du besoin d'entretien, permet une augmentation du différentiel de sélection entre la valeur des candidats retenus et la moyenne de la population. Les deux critères possèdent une héritabilité équivalente. Les corrélations phénotypiques sont plus fortes entre la CR et les critères de croissance par rapport à l'IC avec ces mêmes critères. Les estimations des corrélations génétiques obtenues sont peu pertinentes du fait de la taille du jeu de données. Il est tout de même à noter que l'IC est un ratio : l'amélioration de l'efficacité alimentaire sera plus lente avec l'utilisation du critère IC plutôt que du critère CR (Willems *et al.*, 2013).

L'essai montre donc l'intérêt des deux critères pour la sélection sur l'efficacité alimentaire, avec une tendance intéressante pour la CR. Cet essai est donc prolongé afin d'obtenir des estimations plus précises et confirmer les tendances sur les deux critères étudiés.

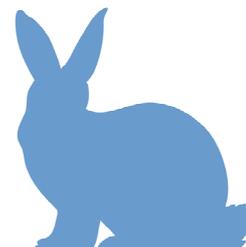
Références

- 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.* 91, pp 3121-3128.
- Gilmour, A.R., Gogel, B.J., Cullis, B.R., Thompson, R., 2009. ASReml User Guide Release 3.0 [logiciel]. VSN International Ltd, Hemel Hempstead, HP1 1ES, UK.
- Hurand, J., 2016. L'élevage de lapins de chair en France, Résultats technico-économiques 2015. *ITAVI*, n°40.
- Larzul, C. & De Rochambeau, H., 2005. Selection for residual feed consumption in the rabbit. *Livestock Production Science* 95 (1-2), 67-72.
- Moura, A.S., Kaps, M., Vogt, D.W., Lamberson, W.R., 1997. Two-way selection for daily gain and feed conversion in a composite rabbit population. *J Anim Sci.*,75 (9), 2344-2349.
- Piles, M., Gomez, E.A., Rafel, O., Ramon, J., Blasco, A., 2004. Elliptical selection experiment for the estimation of genetic parameters of the growth rate and feed conversion ratio in rabbits. *J Anim Sci.* , 82, 654-660.
- R Core Team, 2017. R: A Language and Environment for Statistical Computing (version 3.4.0) [logiciel]. *R Foundation for Statistical Computing*, Vienne, Autriche. Disponible sur <https://www.R-project.org/>
- Willems, O.W., Miller, S.P., Wood, B.J., 2013. Aspects of selection for feed efficiency in meat producing poultry. *World Poult. Sci. J.*, 69, 77-87

INTÉRÊT DE LA MESURE DE LA CONSOMMATION
RÉSIDUELLE EN ALIMENTATION RATIONNÉE POUR
L'AMÉLIORATION DE L'EFFICACITÉ ALIMENTAIRE
DANS UNE LIGNÉE MÂLE HYCOLE

C. Herbert, G. Lenoir, M. Suteau

JRC NANTES – 27 et 28 Mai 2019



L'efficacité alimentaire : introduction

- Demande des abattoirs : **poids d'abattage constant**
- Demande des éleveurs : **animaux de plus en plus efficaces au niveau alimentaire**
 - Aliment : 52 à 59% des coûts de production (Hurand, 2016)
- Critère le plus utilisé en sélection : **GMQ en alimentation rationnée sous rationnement quantitatif**
 - Facile à mesurer en routine
 - Entraîne une **augmentation du poids à l'abattage**



L'efficacité alimentaire : introduction

- Deux autres critères de sélection possibles :

→ **l'indice de consommation (IC)** : quantité d'aliments consommés / gain de poids entre le sevrage et l'abattage

→ **la consommation résiduelle (CR)** : fraction d'aliment ingérée par les animaux et non expliquée par leurs besoins d'entretien et de production (Larzul & De Rochambeau, 2005)

- Précédent essai montrant l'intérêt d'un rationnement temporel :

→ pas de différences significatives de croissance

→ différences significatives de consommation alimentaire et d'IC



Matériel et méthodes

- **Protocole**

- ✓ **Sous rationnement horaire**

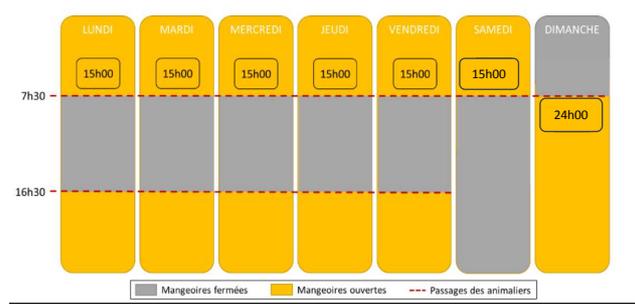
- 12 à 24 cages
- 2 pleins frères
- 32 à 66 jours
- Même site d'élevage
- Pesées hebdomadaires

- ✓ **Critères étudiés :**

- **la consommation résiduelle**

→ Sélection à âge et poids fixe, mais avec la consommation la plus basse

- **l'indice de consommation**



Matériel et méthodes

• Données

- ✓ 27 bandes
- ✓ 393 données de couples et d'animaux seuls en cage de lignée mâle X entre 2017 et 2019

• Traitement

- ✓ Estimation corrélations phénotypiques : méthode de Pearson
- ✓ Estimation de la CR : $CT_{\text{Tot}} = \mu + b_1 * PMM + b_2 * \text{Gain de poids} + CR$
- ✓ Estimation paramètres génétiques : méthode REML / modèle animal
 - Effet fixe : Bande
 - Effet aléatoire : VG animal



Résultats : Descriptifs

• Descriptifs :

	Moyenne
Poids individuel à 66 jours (kg)	2,775
Gain de poids total (kg)	1,908
Consommation totale (kg)	4,956
Indice de consommation	2,78 ± 0,2

- ✓ Estimation de la CR : $CR = 0,8 + \text{Consommation totale} - 2,3 * PMM - 1,2 * \text{Gain de poids}$

Mini CR (kg)	Maxi CR (kg)
-1,582	2,000

- ✓ Distribution plus variable de la CR



Résultats : Phénotypiques et héritabilités

•Phénotypiques :

- ✓ Corrélations fortes et positives entre la consommation totale et les deux critères étudiés
- ✓ Corrélation forte et favorable entre IC et CR (0,71) → **diminution de la consommation résiduelle des animaux va entraîner une diminution de leur IC.**
- ✓ CR : **corrélations plus fortes** avec les critères de croissance que l'IC

•Héritabilités :

	h^2
CR	0,20 ($\pm 0,15$)
IC	0,18 ($\pm 0,13$)

- ✓ Héritabilités du **même ordre de grandeur** pour les deux critères
- ✓ **Mais faible précision** → échantillon de petite taille



Résultats : Paramètres génétiques

•Corrélations génétiques :

	P66	CTot	CR	IC
P66				
CR	0,86	0,81		
IC	0,10	0,18	0,59	

- ✓ CR tendrait à sélectionner des animaux qui consomment moins d'aliment pour un même poids final ?
- ✓ Intervalles d'erreur élevés ($\pm 0,17$ à $\pm 1,54$) → **corrélations non significatives**





Conclusion

- ✓ Héritabilités faibles des deux critères
- ✓ Héritabilités du même ordre de grandeur mais **faible précision**
- ✓ CR : critère plus variable que l'IC → **meilleure différenciation des très bons animaux des autres individus.**
- ✓ CR : **corrélations phénotypiques plus fortes** avec les critères de croissance que l'IC
- ✓ Corrélations génétiques peu pertinentes pour le moment
- ✓ IC : ratio → amélioration de l'efficacité alimentaire **plus lente**

- Possibilité de sélection :

- ✓ La consommation résiduelle

- Perspectives :

- ✓ Poursuivre l'essai
- ✓ Ré-estimer les corrélations génétiques



**MERCI DE VOTRE
ATTENTION**

