

# Sélection divergente pour la longévité de la lapine en reproduction. Réponse indirecte sur le bilan énergétique et les réserves adipeuses

H. GARREAU<sup>1</sup>, V. DUCROCQ<sup>2</sup>, L. FORTUN-LAMOTHE<sup>3</sup>, J. RUESCHE<sup>1</sup>, F. TUDELA<sup>4</sup>, G. SALEIL<sup>1,5</sup>, H. JUIN<sup>6</sup>, A. DEBRUSSE<sup>1,5</sup>, E. LAMOTHE<sup>6</sup>, V. SCAPIN<sup>4</sup>, R. DUZERT<sup>1</sup>, C. LARZUL<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INRA, UR 631 SAGA Chemin de Borde Rouge, 31326, Castanet-Tolosan, France

<sup>2</sup>INRA, UMR 1313 GABI, Domaine de Vilvert, 78352, Jouy en Josas, France

<sup>3</sup>INRA, UMR 1289 TANDEM Chemin de Borde Rouge, 31326, Castanet-Tolosan, France

<sup>4</sup>INRA, UE 617 Station Expérimentale Lapins, 31326, Castanet-Tolosan, France

<sup>5</sup>INRA, IE 631 SAGA, de Borde Rouge, 31326, Castanet-Tolosan, France

<sup>6</sup>INRA, UE 1206 EASM, Le Magneraud, Saint-Pierre-d'Amilly, 17700, Surgères, France

**Résumé :** le bilan énergétique et l'évolution des réserves adipeuses ont été analysés pour les 2 premiers cycles de reproduction de lapines issues d'une sélection divergente sur la longévité. Le bilan énergétique du 11<sup>ème</sup> au 21<sup>ème</sup> jour de lactation est calculé par la différence entre les apports énergétiques - d'origine alimentaire - et les besoins énergétiques de lactation et d'entretien évalués à partir d'équations de prédiction. Pour étudier l'évolution des réserves adipeuses, une mesure de conductivité corporelle (TOBEC), permettant de déduire une teneur en énergie totale de l'animal, a été réalisée au moment des mises bas (1<sup>ère</sup>, 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup>) des inséminations (2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup>) et du sevrage (1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup>). Une teneur en énergie corporelle plus élevée chez les femelles à forte longévité au début de la carrière de reproduction semblait indiquer une meilleure aptitude à constituer des réserves corporelles. Toutefois, un bilan énergétique plus favorable n'a été montré que pour le premier cycle de reproduction de ces femelles et dans un seul des deux sites expérimentaux utilisés.

**Title and abstract: Divergent selection for longevity in breeding does: Indirect response for energy balance and fat stores.** Energy balance and evolution of fat stores were analysed during the first two reproduction cycles of does resulting from a divergent selection experiment for longevity. Energy balance from the 11<sup>th</sup> to the 21<sup>st</sup> day of lactation was calculated from the difference between the energy supply from the food and the energy requirements for lactation and maintenance estimated by prediction equations. The evolution of body stores was studied using TOBEC measurements, during kindling (1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup>), inseminations (2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup>) and weaning (1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup>). A larger total body energy of high longevity does in early career seemed to indicate a better ability for body storage. Nevertheless, a more favourable energy balance was found only for the first parity of these does and only in one of the 2 experimental facilities used.

## Introduction

La fonte du cheptel des lapines reproductrices résulte de la mortalité et de la réforme des femelles. L'amélioration de la longévité des femelles présente un intérêt tant sur le plan économique que sur le plan du bien être animal. Dans bon nombre de cas, les femelles mortes ou réformées présentent un état corporel dégradé, souvent associé à un déficit nutritionnel (Fortun-Lamothe, 2006). Un déficit énergétique se traduit en effet fréquemment par une mauvaise fertilité, une diminution des défenses immunitaires et, dans les cas les plus extrêmes, par une rupture de l'homéostasie conduisant à la mort de l'animal. L'objectif de cette étude est de comparer le bilan énergétique et l'évolution des réserves adipeuses de lapines sélectionnées de façon divergente sur la longévité (Garreau *et al.*, 2007).

## 1. Matériel et méthodes

### 1.1 Animaux

Les mesures ont été réalisées sur des femelles résultant d'une expérience de sélection divergente sur la longévité précédemment décrite par Garreau *et al.* (2007). A l'issue d'une génération de sélection, 2 bandes de 240 femelles, composées pour moitié de la

lignée à forte longévité (lignée +) et pour moitié de la lignée à faible longévité (lignée -) ont été produites à la SELAP puis transférées à l'unité expérimentale EASM (Magneraud), pour la première bande, et à l'installation expérimentale de la SAGA (Auzeville) pour la seconde bande (Garreau *et al.*, 2007). Les femelles des 2 bandes ont été mises à la reproduction à l'âge de 19 semaines puis inséminées toutes les 6 semaines pendant 7 séries d'insémination (IA) sans aucune réforme. Les résultats présentés dans cette étude ne concernent que les femelles qui ont effectivement réalisé une mise bas pour chacune des 3 premières inséminations soit 89 femelles à l'EASM et 61 femelles à la SAGA.

### 1.2 Les variables

#### 1.2.1 Caractères de reproduction

La fertilité, le nombre de lapereaux nés totaux, nés vivants et sevrés par portée ont été enregistrés pour chacune des 3 premières mises bas des femelles.

#### 1.2.2 Caractères pondéraux

Les lapines ont été pesées à la seconde et à la troisième IA ainsi qu'au premier et au second sevrage. Les premières et secondes portées ont été pesées à la naissance (J0; lapereaux laissés au nid sans égalisation des portées) et à 21 jours de lactation

(J21). Les quantités d'aliment consommées individuellement par les lapines de J11 à J21 ont été calculées par différence entre les quantités totales d'aliment distribuées et les refus.

### 1.2.3 Evaluation du bilan énergétique

Le bilan énergétique des femelles au cours de la période J11-J21 a été estimé pour chacun des deux premiers cycles de reproduction. Le bilan énergétique était calculé pour chaque femelle par la différence entre les apports énergétiques - d'origine alimentaire - et les multiples besoins énergétiques sur la période étudiée : lactation, gestation et entretien (Fortun-Lamothe, 2006). Les apports d'énergie sont obtenus par le produit entre la quantité d'aliment ingérée et sa teneur en énergie digestible. En élevage sur cage grillagée et en bâtiment avec ambiance contrôlée, les besoins pour la thermorégulation et l'activité physique peuvent être négligés. De même, les besoins pour la croissance fœtale ne deviennent significatifs que pendant la dernière semaine de gestation. En conséquence, nous avons calculé les besoins des femelles en additionnant les besoins énergétiques d'entretien et de lactation (Fortun-Lamothe, 2006). Les besoins de lactation pour la période J11-J21 ont été évalués selon l'équation donnée par Fortun-Lamothe et Sabater (2003). Les besoins d'entretien sont évalués à partir du poids métabolique des femelles et des besoins d'entretien journaliers moyens pour des femelles gestantes et allaitantes (470 j / g de poids métabolique ; (Parigi-Bini et Xiccato, 1998)).

### 1.2.4 Evaluation de la teneur en énergie corporelle par la méthode du TOBEC

La méthode TOBEC (Total Body Electrical Conductivity) couple une mesure de conductivité corporelle et le poids des animaux pour estimer leur composition corporelle (Fortun-Lamothe *et al.*, 2002). Cette technique se révèle précise pour estimer *in vivo* la teneur en énergie des animaux ( $R^2=0,89$ ,  $CV=11,5\%$ ). Une mesure TOBEC a été réalisée au moment des mises bas (1<sup>ère</sup> sauf pour les femelles élevées à la SAGA, 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup>) des inséminations (2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup>) et du sevrage (1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup>).

### 1.3. Analyse statistique

Les données ont été exploitées par analyse de variance à l'aide de la procédure GLM du logiciel SAS®. Les analyses ont été réalisées séparément pour chaque site en incluant l'effet de la lignée (2 niveaux) pour chacun des caractères étudiés.

## 2. Résultats

### 2.1 Caractères de reproduction

**Tableau 1.** Performances de fertilité et de prolificité pour les 3 premières mises bas selon la lignée.

	Lignée +	Lignée -	P
Fertilité (%)	74,7	75,4	NS
Nés Totaux / IA	9,3	9,2	NS
Nés Vivants / IA	8,5	8,1	NS
Sevrés / IA	6,9	6,3	NS

NS : Non significatif

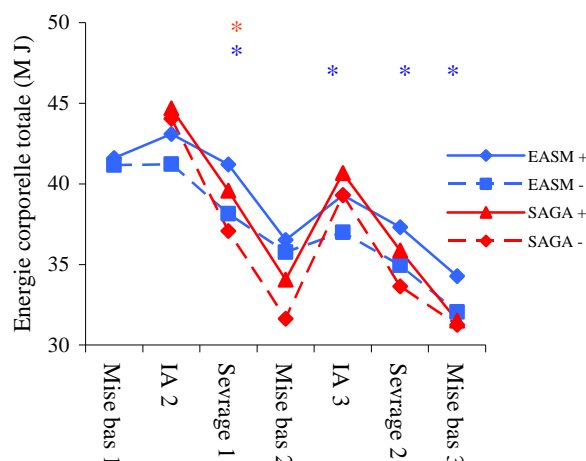
Les résultats de fertilité et de prolificité sont donnés dans le tableau 1. Il n'y a eu aucune différence significative entre les 2 lignées pour ces caractères.

### 2.2 Evaluation du bilan énergétique

Le bilan énergétique des femelles au cours des 2 cycles de reproduction était négatif car les besoins étaient supérieurs aux apports énergétiques (Tableau 2). Globalement pour les 2 lignées, le déficit était plus important durant le premier cycle (-7,10 MJ à l'EASM et -7,4 MJ à la SAGA) que le second (-4,0 MJ à l'EASM et -5,1 MJ à la SAGA). Il n'y a pas eu de différence significative entre les 2 lignées pour l'ensemble des composantes individuelles du bilan énergétique. Seul, à l'EASM, le bilan énergétique des femelles de la lignée - était inférieur à celui des femelles de la lignée + (-6,10 MJ contre -8,10 MJ,  $P<0,05$ ) au cours du premier cycle.

### 2.3 Evaluation de la teneur en énergie corporelle par la méthode du TOBEC

**Figure 1.** Teneur en énergie corporelle des femelles estimée à l'aide de la méthode du TOBEC selon la lignée et le site expérimental pour les 2 premiers cycles de reproduction. (\* :  $P<0,05$ )



Les teneurs en énergie corporelle des femelles sont données dans la figure 1. Globalement pour les 2 lignées et les 2 élevages expérimentaux, la valeur d'énergie corporelle des femelles a diminué entre la seconde IA et la 3<sup>ème</sup> mise bas (-11 MJ en moyenne). Pour chacun des cycles étudiés, la teneur en énergie corporelle a augmenté entre la mise bas et l'IA suivante (de J0 à J11) puis a diminué entre l'IA et la mise bas suivante (de J11 à J42). Pour les femelles élevées à l'EASM la valeur d'énergie corporelle de la lignée + était significativement supérieure à celle de la lignée - au moment des premiers et seconds sevrages (respectivement 41,2 MJ contre 38,2 MJ et 37,3 MJ contre 35,0 MJ), à la troisième IA (39,3 MJ contre 37,0 MJ) ainsi qu'à la troisième mise bas (34,3 MJ contre 32,0 MJ). Si la même tendance est observée pour les femelles élevées à la SAGA, cette différence n'est significative qu'au moment du premier sevrage (39,6 contre 37,0 MJ). Les différences les plus faibles entre les 2 lignées sont observées globalement au moment des mises bas.

**Tableau 2.** Bilan énergétique des femelles entre le 11<sup>ème</sup> et le 21<sup>ème</sup> jour de lactation et ses composantes selon la lignée, le site expérimental et le cycle de reproduction.

	Variable	N	Ecart-type	Lignée +	Lignée -	Différence	P
EASM Cycle 1	Aliment Consommé (g)	91	454	3416	3268	148	NS
	Apport énergétique (MJ)		5,00	37,65	36,02	1,63	NS
	Gain Poids Portée (g)		332	1878	1903	-25	NS
	Besoin entretien (MJ)		0,72	14,01	14,10	-0,09	NS
	Besoin lactation (MJ)		3,63	29,74	30,01	-0,28	NS
	<b>Bilan énergétique (MJ)</b>		<b>3,93</b>	<b>-6,10</b>	<b>-8,10</b>	<b>2,00</b>	<b>**</b>
EASM Cycle2	Aliment Consommé (g)	89	505	4193	4162	31	NS
	Apport (MJ)		5,57	46,22	45,88	0,35	NS
	Gain Poids Portée (g)		520	2463	2383	80	NS
	Besoin entretien (MJ)		0,78	14,33	14,47	-0,14	NS
	Besoin lactation (MJ)		5,68	36,13	35,25	0,88	NS
	<b>Bilan énergétique (MJ)</b>		<b>3,41</b>	<b>-4,34</b>	<b>-3,69</b>	<b>-0,65</b>	<b>NS</b>
SAGA Cycle1	Aliment Consommé (g)	65	460	3454	3442	12	NS
	Apport (MJ)		5,07	38,07	37,94	0,13	NS
	Gain Poids Portée (g)		385	2013	1954	59	NS
	Besoin entretien (MJ)		0,85	14,42	14,54	-0,13	NS
	Besoin lactation (MJ)		4,21	31,21	30,57	0,64	NS
	<b>Bilan Énergétique (MJ)</b>		<b>3,34</b>	<b>-7,50</b>	<b>-7,26</b>	<b>-0,25</b>	<b>NS</b>
SAGA Cycle 2	Aliment Consommé (g)	61	516	3917	4052	-135	NS
	Apport (MJ)		5,68	43,17	44,66	-1,49	NS
	Gain poids Portée (g)		509	2282	2384	-102	NS
	Besoin entretien (MJ)		0,83	14,57	14,61	-0,04	NS
	Besoin lactation (MJ)		5,56	34,15	35,26	-1,11	NS
	<b>Bilan Énergétique (MJ)</b>		<b>3,50</b>	<b>-5,44</b>	<b>-4,83</b>	<b>-0,61</b>	<b>NS</b>

NS :Non significatif, \*\* : P<0,01

### 3 Discussion

L'absence de différence significative entre les deux lignées pour les caractères de reproduction sur les 3 premiers cycles des femelles de cette étude a été précédemment montrée sur une période plus longue (8 cycles) et sur l'ensemble des femelles issues de la sélection divergente (Garreau *et al.*, 2007). Il ressort que la sélection pour la longévité n'a pas eu d'influence sur les caractères de reproduction de la population expérimentale.

Les valeurs négatives du bilan énergétique que nous avons obtenues sont en accord avec celles obtenues par Fortun-Lamothe (2006) bien qu'inférieures à celle rapportée par l'auteur pour la première lactation (-12,3 MJ en moyenne). L'ingestion d'aliment des femelles augmente considérablement au cours de la lactation. Mais le déficit énergétique observé montre que cette augmentation est insuffisante pour couvrir les besoins d'entretien et de lactation qui augmentent également sur cette période avec un pic compris entre J11 et J21. Il en résulte une mobilisation corporelle lipidique importante (Parigi-Bini *et al.*, 1990).

Le gain de poids de portée entre la mise bas et le 21<sup>ème</sup> jour de lactation, et donc les besoins énergétiques pour la lactation, sont similaires dans les 2 lignées. Par ailleurs, le poids des femelles, et donc les besoins d'entretien, sont similaires entre les 2 lignées. En conséquence, la sélection divergente sur la longévité n'a pas eu d'influence sur les besoins énergétiques

des femelles sur la période J11-J21. Le bilan énergétique significativement plus favorable (déficit énergétique plus faible) pour les femelles de l'EASM au cours du premier cycle peut s'expliquer par la conjonction de besoins énergétiques de lactation légèrement plus faible (-0,28 MJ soit - 13 % d'écart type du caractère) et d'un apport énergétique plus élevé (+ 1,63 MJ soit + 33 % d'écart type du caractère). Toutefois, ces composantes ne sont pas significativement différentes entre les 2 lignées lorsqu'elles sont analysées individuellement.

La diminution de la teneur en énergie corporelle entre l'IA et la mise-bas pour les 2 cycles de reproduction est tout à fait conforme aux résultats moyens donnés par Fortun-Lamothe (2006) avec la même méthode. L'auteur décrit en effet une mobilisation moyenne de 22 % de l'énergie corporelle totale au cours de la première lactation. Theilgaard *et al.* (2007) ont évalué les réserves corporelles de lapines appartenant à 2 lignées espagnoles (V et LP) à partir de l'épaisseur du gras péri rénal mesuré par ultra son. Les auteurs rapportent une diminution de l'épaisseur du gras péri rénal entre le 10<sup>ème</sup> et le 25<sup>ème</sup> jour de lactation qui peut également être interprétée comme une mobilisation des réserves corporelles. La phase de reconstitution des réserves énergétiques des femelles de notre étude observée entre la mise bas et l'IA suivante, soit de J0 à J11 pour chaque lactation, est également conforme aux résultats obtenus par Theilgaard *et al.* (2007) qui notent une augmentation

de l'épaisseur du gras péri rénal entre la mise bas et le 10<sup>ème</sup> jour de lactation. Cette phase de reconstitution des réserves n'a toutefois pas été observée par Fortun-Lamothe (2003) avec la méthode du TOBEC.

Un bilan énergétique négatif se traduit par une mobilisation des réserves énergétiques des animaux que nous avons pu mesurer entre l'IA (J11) et le sevrage (J28) : -4,3 MJ pour le premier cycle et de -3,6 MJ pour le second cycle. Cette évolution négative reflète bien une fonte des réserves lipidiques en réponse à ce déficit, avec une amplitude plus importante pour le premier cycle. De même le déficit énergétique plus faible des femelles de la lignée + élevées à l'EASM pour le cycle 1, est cohérent avec une plus faible diminution des valeurs d'énergie corporelle de ces femelles en comparaison avec la lignée - (-1,9 MJ contre -3,0 MJ). En revanche la supériorité des valeurs d'énergie corporelle des femelles de la lignée + pour le second cycle et plus particulièrement pour la période de lactation, n'est pas confirmée par un bilan nutritionnel plus favorable.

### Conclusion

Cette étude a permis de mieux comprendre l'influence d'une sélection pour la longévité sur l'aptitude des femelles à répondre aux besoins de reproduction. Une teneur en énergie corporelle plus élevée chez les femelles de la lignée + au début de la carrière de reproduction, illustre une meilleure aptitude à constituer des réserves corporelles, qui pourrait expliquer leur plus forte longévité. Toutefois, un bilan énergétique plus favorable n'a été montré que pour le premier cycle de reproduction de ces femelles et dans un seul des deux sites expérimentaux utilisés.

### Remerciements

Nous remercions le personnel informatique de la SAGA et l'ensemble des personnels des élevages expérimentaux de la SELAP, de la SAGA et de l'EASM. Ce projet a reçu le soutien financier du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, dans le cadre d'une action innovante d'acronyme SELONG financée par le bureau de la génétique animale de la DGPEI. (Direction générale des politiques économique, européenne et internationale)

### Références

- FORTUN-LAMOTHE, L. 2006. Energy balance and reproductive performance in rabbit does. *Anim. Reprod. Sci.* 93, 1-15.
- FORTUN-LAMOTHE L., LAMBOLEY-GAÛZERE B., BANNELIER C. 2002. Prediction of body composition in rabbit females using Total Body Electrical Conductivity (TOBEC). *Livest. Prod. Sci.* 78(2):133-142.
- GARREAU H., DUCROCQ V., TUDELA F., SALEIL G., ESPARBIÉ J., JUIN H., LAMOTHE E., SORDELLO J.J., LARZUL C., 2007. Sélection divergente pour la longévité de la lapine en reproduction. *12<sup>e</sup> Journ. Rech. Cun.*, Le Mans, 27-28/11/2007, 129-132.
- PARIGI-BINI R., XICCATO G., 1998. Energy metabolism and requirements, in: De Blas JC and Wiseman J (Eds), *The Nutrition of the rabbit*, CABI publishing, CABInt., Wallingford, Oxon OX10 8DE, UK, pp.103-131.
- PARIGI-BINI R., XICCATO G., CINETTO M., 1990. Répartition de l'énergie alimentaire chez la lapine non gestante pendant la première lactation. *5<sup>èmes Journ. Rech Cun.</sup>*, Paris, 12-13/12/1990, 2, comm. n°47.
- Theilgaard P., Sánchez J.P., Pascual J.J., Berg P., Friggens N., Baselga M., 2007. Late reproductive senescence in a rabbit line hyper selected for reproductive longevity, and its association with body reserves. *Genet. Sel. Evol.* 39, 207-223.