

Ingestion restreinte et concentration protéique de l'aliment: impact sur la digestion et les rejets azotés chez le lapin en croissance.

T. GIDENNE¹, S. COMBES¹, C. BRIENS², J. DUPERRAY³, G. REBOURS⁴, J.M. SALAUN⁵,
D. WEISSMANN⁶, L. FORTUN-LAMOTHE¹, Y. COMBE^{1,7}, A. TRAVEL⁷

¹ INRA, UMR1289 TANDEM, BP 52627, F-31326 Castanet Tolosan. ² CCPA, ZA du Bois de Teillay, 35150 Janzé. ³ EVIALIS, BP 234, 56006 Vannes. ⁴ TECHNIA, BP 10, 44220 Couëron. ⁵ CYBELIA, Centre d'affaires l'Odyssée, ZAC Cicé Blossac, 35170 Bruz. ⁶ INZO, BP 50 019, 02407 Chierry. ⁷ ITAVI, INRA, UMT BIRD, BP1, 37380 Nouzilly

Résumé – L'effet de la teneur en protéines de l'aliment "TPA" (T=147 vs HP=180 g MAT/kg) a été étudié sur la digestion et les rejets azotés du lapin, nourri à volonté (AL=100) ou restreint (R=75% de AL) pendant 4 semaines à partir du sevrage (35j.). La restriction améliore la digestibilité de l'énergie (+4 pts) et des fibres (+6 pts pour NDF), tandis que le TPA n'a pas d'effet majeur. La digestibilité des protéines s'améliore avec le TPA, mais plus fortement chez les lapins "AL" (+8 pts) que restreints (+3 pts). A 6 sem. d'âge, l'excrétion fécale d'azote n'est pas modifiée par le TPA, alors que l'excrétion urinaire d'azote augmente de moitié. Entre 35 et 70j. d'âge, le rationnement réduit le rejet fécal d'azote (-25 et -18% resp. pour T et HP). L'excrétion urinaire d'azote, réduite de 20% pour le lot T75 (vs T100), est plus élevée pour le lot HP75 (vs HP100). Le TPA n'affecte pas le rejet fécal d'azote, mais accroît fortement le rejet urinaire (+80 à +100%). Le rationnement réduit le rejet total d'azote, mais interagit avec le TPA: baisse de 22% avec l'aliment T, et de 13% avec HP. Inversement, la hausse du TPA élève le rejet azoté de 18% chez les lapins nourris à volonté, mais de 32% chez les restreints.

Abstract - Restricted intake and dietary protein concentration: effect on digestion and nitrogen excretion. The effect of feed protein content "FPC" (T=147 vs HP=180 g CP/kg) was studied on digestion and nitrogen excretion of rabbits, fed ad libitum (AL=100), or restricted (R = 75% of AL) for 4 weeks after weaning (35d). The restriction improved energy digestibility (+4 pts), and fiber (NDF: +6 pts), while FPC has no major effect. Protein digestibility improved with the FPC, but more significantly in animals fed ad libitum (+8 pts) than for restricted ones (+3 pts). At 6 wk. age, fecal nitrogen excretion was not affected by FPC, whereas urinary excretion of nitrogen increased by half. Between 35 and 70d. old, the restriction reduced the fecal output of nitrogen (-25 and -18% resp. for T and HP). Urinary excretion of nitrogen, reduced by 20% for T75 group (vs. T100) was higher for the group HP75 (vs. HP100). The FPC did not affect the fecal output of nitrogen, but greatly increased the urinary N output (80-100%). Restriction reduced the total nitrogen output, but interacted with the FPC: 22% decrease with T and only 13% with the HP diet. A 22% increase of the FPC raised the nitrogen output by 18% in AL rabbits and by 32% restricted ones.

Introduction

Restreindre l'ingestion du lapereau après sevrage est désormais une stratégie courante en France, en raison d'une meilleure résistance aux troubles digestifs (Gidenne *et al.*, 2009a,c), et d'un plus faible coût alimentaire. Ainsi, dès 2003, le GEC (Groupe d'Expérimentation Cunicole) a montré qu'une ingestion restreinte d'au moins 20%, permet de réduire la mortalité post-sevrage par troubles digestifs (Gidenne *et al.*, 2003), en particulier lors d'épisodes d'entérocologie épizootique (Boisot *et al.*, 2003). En termes de rejets environnementaux, ces stratégies auraient un effet favorable. En revanche, elles sont défavorables à la croissance et au rendement d'abattage (Gidenne *et al.*, 2009a,b), qui pourraient être améliorés avec un aliment plus riche en protéines (Hernandez et Dalle Zotte, 2010). Le GEC a donc étudié les effets croisés d'une ingestion limitée et d'un enrichissement protéique de l'aliment (18 vs 15% protéine brute): sur la croissance et la qualité de la carcasse et le rendement d'abattage (Travel *et al.*, 2011), et sur la digestion et les rejets azotés (présente communication).

1. Matériel et méthodes

Un schéma bi factoriel (2x2) a été utilisé, pour différencier l'effet du niveau alimentaire (ad-libitum=100% vs 75% (code 100 et 75), de celui de la teneur en protéines brute de l'aliment (TPA : témoin "T" =147 g/kg vs "HP" = 180 g/kg). Le taux de lysine, de thréonine et d'ADF est similaire entre les 2 aliments (7,7; 6,5 et 186 g/kg resp.).

Tableau 1: Ingrédients des aliments.

%	T	HP
Son de blé	23,92	24,96
Luzerne déshydr. (LP17)	11,80	10,00
Pulpes de betteraves	17,50	13,00
Téguments de soja	3,10	2,00
Pulpes de raisin	6,00	4,40
Tourteau de tournesol	9,00	19,00
Tourteau de colza	3,00	3,00
Tourteau de soja 48	-	6,60
Blé tendre	3,00	5,20
Orge	7,10	3,00
Amyplus®	9,50	3,10
Mélasse de canne	4,00	4,10
Prémix, minéraux, ac.aminés	2,08	1,64

Quatre lots (T100, HP100, HP75, T75) de 12 lapereaux (hybrides PS19 X PS39 Grimaud) ont donc été répartis au sevrage (35j.), dans des cages à métabolisme individuelles (INRA UMR Tandem). Etre 35 et 63j. d'âge, l'allocation quotidienne des 2 lots restreints a été calculée d'après l'ingestion réelle des 2 lots correspondants nourris ad libitum. De 63 à 70j. les 4 lots sont nourris ad libitum. Les rejets totaux (fécaux et urinaires) sont mesurés sur la croissance complète (35-70j), par une collecte totale et individuelle (n=12/lot) des fèces et de l'urine. L'analyse chimique des fèces et de l'urine a été réalisée pour 2 périodes: 42 à 46j., et 63 à 67j. sur les mêmes lapins, à raison de 8/lot, choisis dans la moyenne du groupe de 12. L'analyse statistique des données a été faite par analyse factorielle de variance

(Logiciel SAS) en prenant en compte les effets du rationnement, du taux protéique et leur interaction.

2. Résultats et discussion

La croissance moyenne des lapins, en cages individuelles, est d'un bon niveau (50 g/j, entre 35 et 70j.). Deux lapins du lot HP75 sont décédés par diarrhée (43, 45j. resp.), et 10 lapins ont présenté une diarrhée transitoire dans les 6 jours post-sevrage. L'ingestion réduite de 25% (tabl. 2) pénalise logiquement la croissance, sans interaction avec le TPA, et le poids vif à 70j. est réduit de 3,7% (-97g). L'indice de consommation (35-63j.) est amélioré de 5% par la restriction, tandis que le TPA n'a pas d'effet significatif. Ces données préliminaires seront confirmées sur des effectifs importants d'animaux par une étude multi-site.

Tableau 2: Ingestion et croissance pour des lapins*, nourris ad-libitum ou restreints, avec un aliment témoin (T) ou enrichi en protéine (HP).

Lot :	Ad-libitum		Restreint**		CVr %	Tx.Prot.	Pr> F	
	T100	HP100	T75	HP75			Niveau	TP X NA
<i>Poids vif, g</i>								
35 jours	867	869	874	870	7,7	0,95	0,84	0,88
63 jours	2326 a	2290 a	2010 b	2012 b	6,3	0,68	<0,001	0,65
70 jours	2684 a	2601 a	2537 b	2554 b	6,0	0,49	0,046	0,29
<i>Gain de poids, g/j</i>								
35 à 63 jours	52,4 a	51,4 a	40,7 b	40,9 b	8,8	0,73	<0,001	0,65
35 à 70 jours	52,2 a	49,5 a	47,6 b	48,2 b	8,2	0,40	0,023	0,20
<i>Ingestion, g/j</i>								
35 à 63 jours	140,1	137,7	104,5	102,9	13,4 μ	NC	NC	NC
35 à 70 jours	150,9 b	145,6 b	125,8 a	124,2 a	10,3	0,44	<0,001	0,67
<i>Indice de consommation</i>								
35 à 63 jours	2,67 a	2,66 a	2,53 b	2,52 b	7,0	0,93	0,017	0,99
35 à 70 jours	2,89 a	2,91 a	2,61 b	2,58 b	6,1	0,84	<0,001	0,65

*: n = 12 lapereaux par traitement. ** 75: Restriction à 75% de l'ingestion ad libitum. CVr : Coefficient de variation résiduel, selon l'analyse de variance à 2 facteurs; μ : comparaison des lots T100 et HP100 (P=0,78); NC: non calculable (variance nulle pour les lots en alimentation restreinte); a, b: les moyennes avec une lettre commune sont non différentes au seuil P=0,05.

Tableau 3: Digestibilité fécale chez le lapereau de 6 semaines*, recevant un aliment témoin (T) ou enrichi en protéine (HP), et nourri ad-libitum ou restreint.

Lot:	Ad-libitum		Restreint		CVr %	Pr> F		
	T100	HP100	T75	HP75		Tx.Prot.	Restrict.	TP X Res.
<i>Coefficients de digestibilité</i>								
Mat. organique	59,3 ^b	60,6 ^b	64,3 ^a	64,1 ^a	2,8	0,40	<0,001	0,30
Energie	58,6 ^b	59,8 ^b	63,4 ^a	63,8 ^a	2,8	0,40	<0,001	0,33
Protéine brute	62,6 ^b	71,0 ^a	71,9 ^a	74,7 ^a	3,6	<0,001	<0,001	0,007
NDF	33,1 ^{bc}	29,9 ^c	39,0 ^a	36,2 ^{ab}	9,3	0,018	<0,001	0,84
ADF	12,7 ^b	16,4 ^{ab}	20,3 ^a	21,4 ^a	24,1	<0,01	0,15	0,42
<i>Valeur nutritive</i>								
Energie dig. (kcal/kg)	2276 ^b	2325 ^b	2481 ^a	2480 ^a	2,8	0,34	<0,001	0,33
Protéine dig. (g/kg)	94,2 ^c	127,4 ^a	107,9 ^b	132,7 ^a	3,5	<0,001	<0,001	0,012

* : valeur moyenne, mesurée entre 42 et 46 jours d'âge (8 répétitions par lot). CVr, NC, a, b : cf. tableau 2; μ : comparaison des lots T100 et HP100 : P= 0,40.

Tableau 4: Digestibilité fécale de l'aliment témoin (T) ou enrichi en protéine (HP), chez le lapereau de 9 semaines, nourri ad-libitum.

Lots:	Ad-libitum		Restrreint		CVr %	Pr> F		
	T100	HP100	T75	HP75		Tx.Prot.	Restrict.	TP X Res.
<i>Coefficients de digestibilité</i>								
Mat. organique	57,3 ^b	58,5 ^a	56,9 ^b	57,8 ^{ab}	1,3	<0,001	0,080	0,56
Protéine brute	61,4 ^b	67,0 ^a	58,6 ^b	65,8 ^a	3,0	<0,001	<0,01	0,280
<i>Valeur nutritive</i>								
Protéine dig. (g/kg)	92,3 ^a	120,3 ^a	88,2 ^b	118,1 ^a	2,9	<0,001	<0,01	0,39

*: mesure entre 63 et 67 jours d'âge (8 répétitions par lot), pour des lapereaux nourris librement depuis le sevrage, ou restreints de 35 à 63j puis nourris librement de 63 à 70j d'âge. CVr; a, b: voir tableau 2.

Tableau 5: Excrétion et rétention azotée chez le lapereau de 6 semaines*, recevant un aliment témoin (T) ou enrichi en protéine (HP), et nourri ad-libitum ou restreint.

Lot:	Ad-libitum		Restrreint		CVr %	Pr> F		
	T100	HP100	T75	HP75		Tx.Prot.	Restrict.	TP X Res.
<i>Ingestion et excrétion d'azote, g N/j</i>								
Ingestion	2,48 ^a	2,98 ^{ab}	1,88 ^b	2,33 ^b	10,3	<0,001	<0,001	0,97
Excrétion fécale	1,16 ^b	1,04 ^b	0,61 ^a	0,67 ^a	15,2	0,58	<0,001	0,12
Excrétion urinaire	0,33 ^a	0,70 ^b	0,31 ^a	0,62 ^b	29,2	<0,001	0,31	0,57
Excrétion totale	1,49 ^{ab}	1,75 ^a	0,92 ^c	1,29 ^b	15,2	<0,001	<0,001	0,50
<i>Rétention azotée</i>								
Azote retenu (g N/j)	1,27 ^{ab}	1,42 ^a	1,01 ^c	1,05 ^{bc}	14,5	0,14	<0,001	0,40
Coeff. rétention (CUP), %	45,8 ^a	45,3 ^a	52,3 ^b	45,0 ^a	11,3	0,052	0,12	0,092
Az-ret./Az-dig., %	51,9 ^b	58,1 ^a	62,1 ^a	61,2 ^a	6,4	0,055	<0,001	0,014

Tableau 6: Excrétion et rétention azotée chez le lapereau de 9 semaines, recevant un aliment témoin (T) ou enrichi en protéine (HP), et nourri ad-libitum.

Lots:	Ad-libitum		Restrreint		CVr %	Pr> F		
	T100	HP100	T75	HP75		Tx.Prot.	Restrict.	TP X Res.
<i>Ingestion et excrétion d'azote, g/j</i>								
Ingestion	4,07 ^b	4,49 ^b	4,43 ^b	5,34 ^a	6,6	<0,001	<0,001	0,38
Excrétion fécale	1,78 ^b	1,69 ^b	2,14 ^a	2,04 ^a	7,9	0,076	<0,001	0,96
Excrétion urinaire	0,94 ^b	1,49 ^a	0,70 ^b	1,47 ^a	16,5	<0,001	0,079	0,13
Excrétion totale	2,72 ^c	3,17 ^{ab}	2,82 ^{bc}	3,51 ^a	9,1	<0,001	0,045	0,26
<i>Rétention azotée</i>								
Azote retenu (g/j)	1,38 ^a	1,42 ^a	1,80 ^b	1,78 ^b	13,6	0,92	<0,001	0,72
Coeff. rétention (CUP), %	33,8 ^{ab}	30,7 ^b	39,0 ^a	33,7 ^{ab}	12,2	0,011	0,013	0,49
Az-ret./Az-dig., %	59,7 ^b	48,5 ^c	71,9 ^a	54,8 ^{bc}	11,2	<0,01	<0,001	0,23

Tableau 7: Rejets azotés urinaires et fécaux sur la période complète de croissance (35-70j)*, selon le taux protéique de l'aliment, et le niveau d'ingestion.

Lot:	Ad-libitum		Restrreint		CVr %	Pr> F		
	T100	HP100	T75	HP75		Tx.Prot.	Restrict.	TP X Res.
Rejet fécal, g	44,9 ^a	43,9 ^a	34,3 ^a	36,1 ^b	7,4	0,68	<0,001	0,17
Rejet urinaire, g	16,4 ^b	28,2 ^a	13,2 ^c	26,8 ^a	5,9	<0,001	<0,001	0,044
Rejet total, g	61,2 ^b	72,1 ^c	47,5 ^a	62,9 ^b	5,0	<0,001	<0,001	0,034

* : valeur moyenne, calculée entre 35 et 70 jours d'âge (8 répétitions par lot).

La restriction améliore la digestibilité de l'énergie (+4 pts) et des fibres (+6 pts pour NDF), tandis que la hausse du TPA n'a pas d'effet majeur. Une meilleure digestion (MO ou énergie) durant la restriction a été déjà observée (Gidenne *et al.*, 2009b). Ainsi, le lapin restreint s'adapterait en augmentant sa capacité de digestion, et sa croissance est moins affectée qu'attendu (Gidenne *et al.*, 2011).

Lorsque les lapins préalablement restreints sont nourris librement (63-70j.), nous pourrions penser que leur digestibilité serait surestimée (tabl. 4), du fait que leur ingestion s'accroîtrait (+35% entre 63 & 67j.) plus rapidement que leur excrétion. Cependant, cette

hausse d'ingestion est sans doute progressive, du fait de la faible capacité d'ingestion instantanée du lapin. Cette surestimation est donc probablement minime, car la digestibilité de la MO tend même à être inférieure à celle des lapins T100 et HP100 (P=0,08), et cet écart est significatif pour la digestion des protéines. Ainsi, la digestion du lapin restreint s'adapterait très vite à l'ingestion libre.

Durant la restriction, la digestion des protéines de l'aliment HP est plus forte chez le lot nourri librement (+9 pts, T100 vs HP100, tabl. 3) que chez le lot restreint (+3 pts, T75 vs HP75). D'où une interaction significative (p=0,012), qui n'est plus détectée à 9

semaines d'âge (tabl. 4), bien que la digestion des protéines de l'aliment HP demeure supérieure au témoin. La relation positive entre digestion des protéines et TPA dépend de la qualité des sources protéiques (De Blas *et al.*, 1981; Gidenne *et al.*, 2002). Ici, la hausse observée serait liée à la bonne digestibilité des protéines de soja présentes dans l'aliment HP, sachant que la concentration en protéines digestibles est proche de celle prévue par formulation (100 et 130 g/kg resp. pour T et HP).

A 6 semaines d'âge, l'excrétion fécale azotée n'est pas modifiée par le TPA (tabl.5), contrairement à l'excrétion urinaire qui augmente de moitié. L'excrétion urinaire d'azote équivaut au 1/3 de l'excrétion fécale pour le lot T100, mais atteint 2/3 pour HP100. Cette proportion d'azote excrété par la voie urinaire est amplifiée par le rationnement: elle est similaire à l'excrétion fécale pour le lot HP75, et atteint 50% pour T75. Ainsi, l'excrétion totale azotée est réduite de 30% avec une restriction de 25%, tandis qu'une hausse de 22% du TPA l'accroît d'environ 20% (sans interaction). La restriction améliore donc le coefficient d'utilisation pratique de l'azote (CUPN), et aussi le ratio N retenu/N digestible, mais seulement pour le régime témoin (resp. +6,5 et +9,2 pts T100 vs T75), d'où une interaction ($P=0,014$). La proportion d'azote excrétée dans les urines, par rapport aux fèces s'accroît (tabl. 6), et le CUPN se réduit sensiblement (<40%). Néanmoins, les lapins préalablement restreints présentent encore un CUPN supérieur aux témoins. D'autre part, la hausse du TPA réduit le CUPN (-4 pts). Cette baisse de l'efficacité de rétention azotée avec l'accroissement du TPA avait été observée par Maertens *et al.* (1997) avec la technique des abattages différentiels. Sur la période complète de croissance (35-70j), une ingestion réduite de 25% de 35 à 63j. permet de baisser le rejet fécal azoté de 25% avec l'aliment T (tabl. 7), et de 18% avec HP. A l'inverse, l'excrétion urinaire totale est réduite de 20% pour le lot T75 (vs T100), et est plus élevée pour le lot HP 75 (vs HP100). Cette interaction reste à expliquer. Le TPA n'affecte pas le rejet fécal azoté, mais accroît fortement le rejet urinaire (+80 à +100%). Ainsi, le rationnement réduit le rejet total d'azote, mais interagit avec le TPA: baisse de 22% avec l'aliment T, et de 13% avec HP. Inversement, l'accroissement de 22% du taux protéique élève le rejet azoté de 18% chez les lapins nourris librement, et de 32% chez les restreints. Avec l'hypothèse que les muscles contiennent environ 20% de protéines, le bilan azoté permet d'expliquer classiquement environ 90% du gain de poids, entre 63 et 70j., ce que l'on observe pour les lots T100 & HP100. En revanche, pour les lots T75 et HP75 on n'expliquerait que 74% et 71% du gain de poids. Cet écart peut provenir d'une sous-estimation du bilan azoté, mais plus probablement d'une hausse du contenu digestif, corroboré par la baisse du rendement d'abattage (Travel *et al.*, 2011).

Conclusion

La limitation de l'ingestion post sevrage améliore la digestion du lapin, et conduit à une baisse très sensible des rejets fécaux et urinaires. Les rejets azotés sont fortement accrus par l'enrichissement en protéine de l'aliment.

Remerciements

Nous remercions MM. Aymard et Richard (UMR Tandem) pour leur aide technique et les soins aux animaux.

Références

- BOISOT P., LICOIS D., GIDENNE T., 2003. Feed restriction reduces the sanitary impact of an experimental reproduction of Epizootic Rabbit Enteropathy syndrome (ERE), in the growing rabbit. In: G. Bolet (Ed), 10ème J. Rech. Cunicoles Fr., 19-20 nov., Paris, France, 267-270.
- DE BLAS J.C., PEREZ E., FRAGA M.J., RODRIGUEZ M., GALVEZ J.F., 1981. Effect of diet on feed intake and growth of rabbits from weaning to slaughter at different ages and weights. *Journal of Animal Science* 52, 1225-1232.
- GIDENNE T., LAPANOUSE A., SEGURA M., BANNELIER C., TARTIÉ V., 2002. Effect of the dietary ratio "digestible fibre/ crude protein" on rabbit nitrogen balance and health status. In: C. Boiti, T. Gidenne and E. Sabbiani (Eds), Europ. Meeting COST848, Joint Workshop on Reproduction and Nutrition, 24-25 oct. Varese, Italy, pp28.
- GIDENNE T., FEUGIER A., JEHL N., ARVEUX P., BOISOT P., BRIENS C., CORRENT E., FORTUNE H., MONTESSUY S., VERDELHAN S., 2003. Un rationnement alimentaire quantitatif post-sevrage permet de réduire la fréquence des diarrhées, sans dégradation importante des performances de croissance : résultats d'une étude multi-site. In: G. Bolet (Ed), 10ème J. Rech. Cunicoles, Paris, France 19-20 nov., pp29-32.
- GIDENNE T., COMBES S., FEUGIER A., JEHL N., ARVEUX P., BOISOT P., BRIENS C., CORRENT E., FORTUNE H., MONTESSUY S., VERDELHAN S., 2009a. Feed restriction strategy in the growing rabbit. 2. Impact on digestive health, growth and carcass characteristics. *Animal*, 3, 509-515.
- GIDENNE T., TRAVEL A., MURR S., OLIVEIRA H., CORRENT E., FOUBERT C., BEBIN K., MEVEL L., REBOURS G., RENOUF B., GIGAUD V., 2009b. Ingestion restreinte et mode de distribution de la ration. Conséquences sur le comportement alimentaire, la digestion et la qualité de la carcasse. In: G. Bolet (Ed), 13ème J. Rech. Cunicoles, 17 & 18 nov. 2009, Le Mans, France, 43-46.
- GIDENNE T., MURR S., TRAVEL A., CORRENT E., FOUBERT C., BEBIN K., MEVEL L., REBOURS G., RENOUF B., 2009c. Effets du niveau de rationnement et du mode de distribution de l'aliment sur les performances et les troubles digestifs post-sevrage du lapereau. Premiers résultats d'une étude concertée du réseau GEC. *Cunicult. Magazine* 36, 65-72.
- GIDENNE T., FORTUN-LAMOTHE L., COMBES S., 2011. Feed restriction strategies, implications on physiology, growth and health of the growing rabbit. In: M. Petracci (Ed), *Giorn. Coniglic. ASIC 8-9 april 2011 Forli, Italie*, p1-19.
- Hernandez P., Zotte A.D., 2010. Influence of diet on rabbit meat quality. in: *Nutrition of the rabbit. C. De Blas and J. Wiseman Eds. CABI*, pp: 163-178.
- MAERTENS L., LUZI F., DE GROOTE G., 1997. Effect of dietary protein and amino acids on the performance, carcass composition and N-excretion of growing rabbits. *Annales de Zootechnie*, 46, 255-268.
- Travel L., Briens C., Duperray J., Mevel L., Rebours G., Salaun JM, Weissman D., Combe Y, Gidenne T., 2011. Ingestion restreinte et concentration protéique de l'aliment : Impact sur le rendement carcasse et la qualité de la viande de lapin. In: G. Bolet (Ed), 14ème J. Rech. Cunicoles, 22-23 nov., Le Mans, France.