

Efficacité digestive chez le lapereau sevré précocement : méthode de mesure et effets du ratio protéine sur énergie de l'aliment

T. GIDENNE, A. FEUGIER, S. LACROIX

INRA, Station de Recherches Cunicoles, BP 52627, 31326 Castanet-Tolosan Cedex, France

Résumé - Trois groupes de 22 lapereaux, sevrés à 23 jours d'âge, ont été placés en cage à métabolisme jusqu'à 32j. (3 x 11 cages de 2 lapereaux). Les animaux ont été nourris à volonté jusqu'à l'âge de 50 jours, avec un des 3 aliments expérimentaux (MAD1, 2 ou 3) différant par leur taux de protéines (resp. 14,7-17,8-20,5% MAT) mais ayant des valeurs énergétiques similaires. L'application directe de la méthode européenne de référence, chez des lapereaux de 4 semaines, conduit à surestimer la valeur énergétique (+150kcal), sans interaction avec l'aliment. Des valeurs de digestibilité plus cohérentes avec la physiologie du jeune de moins de 35j sont obtenues, en appliquant une correction qui prend en compte les variations d'ingestion et de contenu digestif observées à cet âge. La digestion des protéines ne varie pas entre 4 et 6 semaines d'âge, contrairement à la digestion de l'énergie qui s'accroît de 2,7 unités en moyenne ($P<0,001$). La digestibilité de la matière organique baisse entre les régimes MAD1 et MAD3 (-2,5 unités, $P<0,01$), tandis que la digestion des protéines s'accroît de 2 unités ($P<0,01$).

Abstract - Digestive efficiency of the early-weaned young rabbit: method of measurement and effect of the ratio protein/energy in the diet. Three groups of 22 young rabbits, weaned at 23d of age, were placed in metabolism cages (3 x 11 cages of 2 rab.). Animals were fed *ad libitum* with one of the three experimental diets (MAD1, 2 or 3), differing essentially by their crude protein content (resp. 14,7-17,8-20,5%), but having similar energetic value. Using the "European" referenced method in 4 wks old rabbits, overestimated of the energetic value of the diet (+150 kcal). Digestibility data more consistent with the physiology of the young were obtained by correcting the intake and excretion measured before 35d. of age. The protein digestion did not vary between 4 and 6 wks of age, contrary to the energy digestion that increased by 2.7 units. Digestibility of organic matter decreased from MAD1 to 3 (-2.5 units, $P<0.01$), while the protein digestion improved by 2 units ($P<0.01$).

Introduction

L'emploi d'aliments spécifiques de la période péri-sevrage pose le problème de la mesure de leur valeur nutritive. En effet, la méthode européenne de référence a été validée pour mesurer l'efficacité digestive chez le lapin âgé de 6 à 8 semaines (Perez *et al.*, 1995), dont l'ingestion et l'excrétion fécale sont relativement stables. Or, entre 3 et 6 semaines d'âge, la maturation digestive est très active (Fortun-Lamothe et Gidenne, 2003), et on observe un fort accroissement de l'ingestion d'aliment solide (+ 10 à +40% par jour, pour un sevrage à 35j). En parallèle, le volume digestif augmente fortement, induisant une réduction relative de l'excrétion fécale. Si l'on ne prend pas en compte ces deux éléments, on surestime l'efficacité digestive du lapereau. Ainsi, la littérature rapporte une efficacité digestive plus élevée chez le jeune non sevré que chez l'animal en croissance (Debray *et al.*, 2000).

Tableau 1 : Composition chimique des régimes expérimentaux (% brut)

Régimes	MAD1	MAD2	MAD3
Matière organique	83,5	82,9	82,9
Energie brute (MJ/kg)	17,31	17,10	17,00
Protéines brutes (N x 6,25)	14,7	17,8	20,5
N.D.F.	37,9	37,6	37,5
A.D.F.	18,5	18,5	19,5
A.D.L.	3,8	3,9	4,3

D'autre part, la mise au point d'aliments pour le lapereau nécessite de mieux connaître l'impact des nutriments sur sa digestion. Les apports en protéines sont particulièrement importants pour la croissance du jeune, mais ils restent peu étudiés chez le lapereau sevré précocement (Gutiérrez *et al.*, 2003).

Cette étude a un double objectif: il s'agit de proposer une procédure pour corriger le calcul de la digestibilité chez le lapereau; et de mesurer l'ingestion et la digestion chez le lapereau sevré précocement, en fonction du ratio protéine/énergie de l'aliment.

1. Matériel et Méthodes

1.1. Animaux et aliments

Soixante six lapereaux issus de 15 portées et sevrés à 23 jours d'âge, ont été placés dans un local clos climatisé ($18^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$) et éclairé de 7h à 19h, en cage à métabolisme à raison de 2 par cages ($n=33$) jusqu'à 32j, puis 1 par cage de 32 à 64j d'âge. Les animaux ont reçu à volonté un des 3 aliments expérimentaux (MAD1, 2 ou 3, cf. tableau 1) jusqu'à l'âge de 50j. Ces 3 aliments différaient surtout par leurs taux de protéines (14,7-17,8-20,5%). Leur valeur énergétique calculée à la formulation était similaire (2390-2380-2365 kcal/kg, resp. pour MAD1 à 3), ainsi le ratio protéine digestible/énergie digestible (PD/ED) augmentait de manière linéaire du régime MAD1 à MAD3 (resp. 42,2-56,3-67,7g PD/Mcal ED). De 50 à 64j, les animaux ont reçu à volonté un aliment commercial (valeurs analytiques, % brut: MAT= 14,2; NDF=30,0; ADF=16,6; ADL=4,4; MG=3,5).

1.2. Mesures de croissance et d'efficacité digestive

L'ingestion et la croissance des animaux ont été contrôlées chaque semaine, ainsi qu'en début et fin de chaque période de mesure d'efficacité digestive. La digestibilité fécale des aliments expérimentaux a été mesurée entre 28 et 32j, et entre 42 et 46j d'âge, en suivant la méthode de référence européenne (Perez *et al.*, 1995). La digestibilité du régime commercial a été mesurée entre 56 et 60j. De plus, l'ingestion a été contrôlée quotidiennement de 27 à 32j, afin de pouvoir corriger les données de consommation pour la première période de mesure de la digestibilité.

1.3. Procédure de correction de la digestibilité fécale "CUDA" chez le lapereau (jusqu'à 35 jours d'âge).

Sachant qu'un aliment est digéré durant son transit (soit ≈ 12 h, Gidenne *et al.*, 2004a), la fraction non digérée de l'aliment est donc excrétée dans les fèces en moyenne 12 heures après l'ingestion. Ceci n'a pas d'incidence sur la mesure du CUDA, si l'animal a une ingestion stable. En revanche, chez le lapereau on observe un fort accroissement de l'ingestion entre 3 et 5 semaines d'âge (+ 10 à +40% par jour). Ainsi, sur une période courte de 4j, l'ingestion mesurée est surestimée par rapport à l'excrété fécal. Pour faire coïncider la quantité d'aliment ingéré avec celle des fèces, nous proposons de calculer l'ingestion sur une période décalée de -12h par rapport à l'excrétion, ce qui revient à retirer de l'ingéré la moitié de l'accroissement d'ingestion observé sur 4 jours. D'autre part, il convient de corriger les valeurs d'excrétion fécale. En effet, entre 3 et 5 semaines d'âge, le système digestif (et son contenu) se développe fortement (Gidenne et Fortun-Lamothe, 2002). Le contenu digestif frais passe ainsi de 10 à 18% du poids vif entre 21 et 32j pour un lapin sevré à 23j (Xiccato *et al.*, 2001). Ainsi, une fraction de l'aliment ingéré demeure dans le tube digestif et n'est pas excrétée. Avec les données de la littérature (Debray 2002, Bennegadi 1999), il est possible d'estimer le taux de MS moyen des digesta ($\approx 19,5\%$ entre 3 et 5 sem.) et donc l'accroissement du contenu digestif sec, qui est en moyenne de 10g de MS entre 28 et 32j. De plus, nous estimons qu'une part de cet accroissement sera digéré (env. 1/3), et qu'une fraction (env. 25%) sera excrétée sous forme de caecotrophes. Ainsi, 50% de cet accroissement aurait

dû être excrété sous forme de crottes dures, et est donc ajouté à l'excrété sec de la période. C'est à partir de cette double correction que sont calculées les valeurs "corrigées" de digestibilité mesurées entre 28 et 32 jours d'âge. Les mesures effectuées ultérieurement ne sont pas corrigées, puisque l'âge des animaux est compatible avec la méthode de référence.

1.4. Analyses statistiques

Les variables d'ingestion et de gain de poids, ont fait l'objet d'une analyse de variance monofactorielle (effet aliment), selon la procédure GLM de SAS. Les variables de digestibilité ont fait l'objet d'une analyse de variance à 2 effets (aliment et âge, ou aliment et méthode), avec test des interactions.

2. Résultats et discussion

2.1 Méthode de mesure de l'efficacité digestive chez le lapereau.

Deux corrections ont été appliquées pour calculer la digestibilité fécale avant sevrage (cf. 2.3). D'une part, l'ingestion mesurée pour chaque cage de 2 lapereaux a été réduite de la moitié de l'accroissement observé sur la période 28 et 32 jours. Cet accroissement d'ingestion est en moyenne de 8% par jour, sans interaction significative avec le type d'aliment, soit en moyenne +11 g par lapin sur la période de 4j. D'autre part, la correction appliquée à l'excrété fécal correspond en moyenne à ajouter 10g de MS (pour la période 28-32j, avec 2 lapereaux par cage).

La procédure de correction des coefficients de digestibilité chez le lapereau n'interagit pas avec la nature du régime (tableau 2). Cette procédure conduit à réduire significativement la valeur du CUDA, de 4 unités pour l'énergie (soit un écart d' ≈ 150 kcal, tableau 3), de 2,8 unités pour les protéines, mais de plus de 9 unités pour les fibres (NDF ou ADF). En comparant ces valeurs corrigées aux valeurs obtenues chez des lapereaux de 6 semaines (tableau 3), on observe une hausse de l'efficacité digestive avec l'âge (et non une baisse). Ceci est plus cohérent avec le phénomène de maturation digestive chez le jeune, que ce soit chez le lapin ou d'autres mammifères monogastriques comme le porcelet (Bach Knudsen et Jorgensen, 2001). En conséquence, nous retiendrons par la suite les valeurs "corrigées" en ce qui concerne l'efficacité digestive du lapereau avant 35 jours d'âge.

Tableau 2 : Impact de la méthode de calcul sur la valeur des coefficients de digestibilité des nutriments, chez le lapereau entre 28-32 jours d'âge.

	Méthode de calcul		CVr (%)	Pr > F		
	"Europe"	"Lapereau*"		Méthode	Régime	M x R
CUDA, %						
Matière organique	61,7	56,6	3,7	<0,001	0,044	NS
Energie	62,0	57,9	2,2	<0,001	<0,001	NS
Protéines brutes	78,3	75,5	2,6	<0,001	0,015	NS
NDF	29,9	20,6	15,9	<0,001	NS	NS
ADF	19,2	8,6	29,2	<0,001	0,011	NS

CVr : coefficient de variation résiduel; NS : $P > 0,20$; CUDA= coefficient d'utilisation digestive apparente.

*: valeurs prenant en compte une correction de l'ingestion et de l'excrétion.

Tableau 3 : Efficacité digestive du lapereau en fonction de l'âge et de l'apport protéique alimentaire.

	Régime			Age (période en jours)		CVr (%)	Pr > F		
	MAD1	MAD2	MAD3	28-32	42-46		Age	Régime	A x R
CUDA, %									
Matière organique	60,1 ^a	58,3 ^{ab}	57,7 ^b	56,6	60,7	4,1	<0,001	<0,01	NS
Energie	61,7	59,6	58,5	57,9	62,0	2,3	<0,001	<0,001	0,026
Protéines brutes	74,7 ^a	75,6 ^{ab}	77,1 ^b	75,5	76,2	2,7	NS	<0,01	NS
NDF	26,6	24,4	24,0	20,6	29,3	18,4	<0,001	0,13	0,14
ADF	13,0	11,5	15,2	8,5	17,8	40,0	<0,001	0,10	NS

CVr : coefficient de variation résiduel; NS : P > 0,20

2.2 Efficacité digestive du lapereau en fonction de l'apport protéique alimentaire.

Tableau 4 : Valeur nutritive mesurée des régimes, en fonction de la méthode de calcul et de l'âge.

	Régimes		
	MAD1	MAD2	MAD3
<u>De 28 à 32 jours, méthode "Europe"</u>			
Energie digestible, kcal/kg	2682	2591	2492
Protéines digestibles, g/kg	111	136	162
Ratio PD/ED, g/Mcal	41,4	52,4	65,0
<u>De 28 à 32 jours, méthode "corrigée"</u>			
Energie digestible, kcal/kg	2526	2450	2330
Protéines digestibles, g/kg	109	135	156
Ratio PD/ED, g/Mcal	43,1	55,1	66,6
<u>De 42 à 46 jours, méthode "Europe"</u>			
Energie digestible, kcal/kg	2639	2486	2500
Protéines digestibles, g/kg	110	134	160
Ratio PD/ED, g/Mcal	41,7	53,9	64,0

Nous n'observons pas d'interaction significative entre le type de régime et l'âge (4 vs 6 sem.) pour les valeurs de CUDA, excepté pour l'énergie où on observe une valeur relativement faible à 6 sem. d'âge pour le régime MAD2, comparativement aux autres régimes. Ainsi, l'efficacité digestive générale (MO ou énergie) baisse faiblement mais significativement entre les régimes MAD1 et MAD3 (-2,5 unités), tandis que la digestion des protéines (MAT) s'accroît de plus de 2 unités (P<0,01). Cette hausse provient probablement de la substitution, entre MAD1 et 3, de protéines provenant de la luzerne et de l'orge au profit

des protéines plus digestibles fournies par le soja. Ainsi, les teneurs en protéines et énergie digestible, mesurées pour ces 3 régimes à 6 semaines, sont proches des valeurs théoriques calculées lors de la formulation. De 4 à 6 sem. d'âge, on observe une hausse de valeur énergétique (en moyenne +100 kcal, tableau 4), tandis que la teneur en protéines digestibles varie peu. Par ailleurs, la digestion des fibres diffère peu entre les régimes. La digestion de l'aliment commercial " finition " (à 8 sem. d'âge: CUDA MO = 62,5% ; CUD MAT=70,6%) ne varie pas en fonction du régime distribué auparavant.

2.3. Croissance et ingestion du lapereau en fonction de l'âge et de l'apport protéique alimentaire.

L'accroissement du taux de protéines digestibles (de MAD1 à MAD3) conduit à une plus forte ingestion (+15%) et à une plus forte croissance (+20%), entre 23 et 32 jours d'âge (tableau 5). Cet accroissement semble plus important entre le régime MAD1 et 2. Entre 32 et 50 jours d'âge ce phénomène est maintenu (tableau 6), et à 50j, l'écart de poids vif entre les groupes "MAD1 et "MAD2" atteint 180g. Cette relation positive entre la concentration en protéines digestibles et la croissance du lapereau avait déjà été remarquée (Maertens *et al.*, 1998; Gidenne *et al.*, 2004b). En revanche, après 50 jours d'âge, on observe une croissance "compensatrice" chez les lapereaux du groupe MAD1. Ainsi, sur la période totale (23-64j), les vitesses de croissance ne diffèrent plus entre les 3 lots, l'indice de consommation tendrait même à être inférieur pour le groupe MAD1. Accroître l'apport de protéines ne serait donc que peu efficace pour améliorer les performances de croissance.

Tableau 5: Performances de consommation et de croissance, du sevrage à 32j d'âge.

	Régime			CVr %	Pr > F
	MAD1	MAD2	MAD3		
	n=22	n=22	n=22		
Poids vif, g					
23 jours (sevrage)	446	448	447	9,3	NS
28 jours	605	650	638	11,3	0,11*
32 jours	798 ^a	862 ^{ab}	871 ^b	11,1	0,025
Période 23-32j					
Gain de poids (g/j)	39,0 ^a	45,9 ^b	46,8 ^b	17,6	<0,01
Ingestion (g/j)	53,1 ^a	59,5 ^{ab}	62,2 ^b	12,8	0,026
Indice de consommation	1,36	1,30	1,29	7,9	0,27

*: le contraste MAD1 vs (MAD2 + MAD3) a une probabilité de P=0,04.

Tableau 6: Performances de consommation et de croissance, de 32 à 64 jours d'âge.

	Régime			CVr %	Pr >F
	MAD1	MAD2	MAD3		
	n=11	n=11	n=11		
<i>Poids vif, g</i>					
50 jours (changement aliment)	1753 ^a	1921 ^b	1848 ^{ab}	7,9	0,04
64 jours	2429	2536	2415	8,4	NS
<i>Période 32-50j</i>					
Gain de poids (g/j)	50,7	56,7	53,3	10,9	0,07
Ingestion (g/j)	116,9 ^a	137,5 ^b	133,8 ^b	10,3	<0,01
Indice de consommation	2,34	2,43	2,53	10,4	NS
<i>Période 50-64j</i>					
Gain de poids (g/j)	45,9	43,8	38,9	22,8	NS
Ingestion (g/j)	161,1	163,9	150,8	10,3	<0,01
Indice de consommation	3,55	3,83	4,19	20,5	0,25
<i>Période 32-64j</i>					
Gain de poids (g/j)	49,9	51,1	46,8	11,8	NS
Ingestion (g/j)	137,6	148,5	141,3	8,8	0,19
Indice de consommation	2,78	2,92	3,05	9,7	0,14

Conclusion

L'utilisation de la méthode européenne de référence, pour des lapereaux de moins de 5 semaines, surestime assez fortement la valeur énergétique d'un aliment, mais affecte peu sa valeur "protéique". La mesure de la valeur énergétique d'un aliment destinée au lapereau, nécessite d'appliquer une correction pour tenir compte du développement digestif et de l'accroissement de l'ingestion, à cet âge.

La digestion des protéines varie peu entre 4 et 6 semaines d'âge, contrairement à la valeur énergétique qui s'accroît de 100 kcal en moyenne (+4,4%). Un accroissement de la concentration protéique de l'aliment favorise la vitesse de croissance seulement en période post-sevrage. Sur l'ensemble de la période de croissance, l'utilisation d'un régime plus riche en protéine n'a pas amélioré la croissance ou l'efficacité alimentaire. Il ne semble donc pas nécessaire d'accroître le taux de protéines digestibles au-delà de 110 à 120g/kg pour un aliment périsévrage. Rappelons néanmoins que ces données de croissance obtenues en cages à métabolisme doivent être validées sur un plus grand effectif d'animaux.

Remerciements

Les auteurs remercient l'ensemble de l'équipe technique de l'unité (P. Aymard, C. Bannelier, J & J De Dapper, A. Lapanouse, M. Ségura, V. Tartié).

Références

BACH KNUDSEN K.E., JORGENSEN H., 2001. Intestinal degradation of dietary carbohydrates - from birth to maturity. In: (Ed), *Digestive physiology in pigs. Proceedings of the 8th Symposium, Swedish University of Agricultural Sciences*, 20-22 June 2000, Uppsala, Sweden chapt. 26, 109-120.

BENNEGADI N., 2002. Les entéropathies non spécifiques du lapin en croissance. Impact des facteurs microbiens et nutritionnels. Thèse de doctorat ENSAR, Université de Rennes, pp161.

DEBRAY L., 2002. Nutrition du lapereau en période de sevrage ; interaction avec les besoins nutritionnels de la femelle. *Thèse de doctorat*. Inst. Nat. Polytech. Toulouse, pp125.

DEBRAY L., GIDENNE T., FORTUN-LAMOTHE L., ARVEUX P., 2000. Digestive efficiency before and after weaning, according to the dietary starch/fibre ratio. In: A. Blasco (Ed), *7th World Rabbit Congress*, 5-7 July 2000, Valence, Spain *World Rabbit Sci.*, 8, suppl.1, vol. C, 167-174.

FORTUN-LAMOTHE L., GIDENNE T., 2003. Besoins nutritionnels du lapereau et stratégies d'alimentation autour du sevrage. *INRA Prod. Anim.*, 16, 39-47.

GIDENNE T., FORTUN-LAMOTHE L., 2002. Feeding strategy for young rabbit around weaning: a review of digestive capacity and nutritional needs. *Anim. Sci.*, 75, 169-184.

GIDENNE T., JEHL N., LAPANOUSE A., SEGURA M., 2004a. Inter-relationship of microbial activity, digestion and gut health in the rabbit: effect of substituting fibre by starch in diets having a high proportion of rapidly fermentable polysaccharides. *Brit. J. Nutr.*, 92, 95-104.

GIDENNE T., LAPANOUSE A., FORTUN-LAMOTHE L., 2004b. Feeding strategy for the early weaned rabbit: interest of a high energy and protein starter diet on growth and health status. In: C. Becerril and A. Pro (Ed), *8th World Rabbit Congress*, 7-10 September, Puebla, Mexico, 853-860.

GUTIÉRREZ I., ESPINOSA A., GARCIA J., CARABANO R., DE BLAS C., 2003. Effect of protein source on digestion and growth performance of early-weaned rabbits. *Anim. Res.*, 52, 461-471.

MAERTENS L., CAVANI C., LUZI F., CAPOZZI F., 1998. Influence du rapport protéines/énergie et de la source énergétique de l'aliment sur les performances, l'excrétion azotée et les caractéristiques de la viande des lapins en finition. In: J.M. Perez (Ed), *7èmes Journ. Rech. Cunicole*, 13-14 mai, Lyon, France, p163-166.

PEREZ J.M., LEBAS F., GIDENNE T., MAERTENS L., XICCATO G., PARIGI-BINI R., DALLE ZOTTE A., COSSU M.E., CARAZZOLO A., VILLAMIDE M.J., CARABAÑO R., FRAGA M.J., RAMOS M.A., CERVERA C., BLAS E., FERNANDEZ CARMONA J., FALCAO E CUNHA L., BENGALA FREIRE J., 1995. European reference method for in-vivo determination of diet digestibility in rabbits. *World Rabbit Sci.*, 3, 41-43.

XICCATO G., TROCINO A., SARTORI A., QUEAQUE P.I., 2001. Influence de l'âge, du sevrage précoce et de l'aliment sur le développement des organes digestifs et des fermentations caecales chez le jeune lapin. In: Bolet G. (Ed), *9èmes J. Rech. Cunicole*, 28-29 novembre, Paris, p199-202. ITAVI publ. (Paris)