

DIGESTIBILITÉ COMPARÉE CHEZ LE LAPIN : EFFETS DE L'ÂGE, DE L'ÉTAT ET DU STADE PHYSIOLOGIQUES

Read T.^{1,2}, Gidenne T.¹, Combes S.¹, Labatut D.³, Bricard D.²,
Bébin K.⁴, Fortun-Lamothe L.¹

¹ GenPhySE, Université de Toulouse, INRA, INPT, INP-ENVIT, F-31326 Castanet-Tolosan, France

² Terrena, La Noëlle - BP 20199, F-44150 Ancenis, France

³ UE PECTOUL, INRA, F-31326 Castanet-Tolosan, France

⁴ CCPA, ZA du Bois de Teillay, F-35150 Janzé, France.

Correspondant : Laurence.Lamothe@inra.fr

Résumé – Cette étude avait pour objectif de déterminer l'influence de l'âge, de l'état et du stade physiologiques des animaux sur la digestibilité des nutriments d'un aliment. Nous avons utilisé un seul aliment expérimental distribué à volonté à 18 lapins en croissance et 26 femelles reproductrices réparties en 3 groupes : gestantes et allaitantes (groupe GA, n = 8), gestantes non-allaitantes (groupe GnA, n = 10), non gestantes et allaitantes (groupe nGA, n = 8). Chez les femelles gestantes la digestibilité a été mesurée durant la 1^{ère} période : P1) et la 3^{ème} (2^{ème} période : P2) semaine de gestation, qu'elles soient allaitantes ou non. Chez les femelles allaitantes mais non gestantes la digestibilité a été mesurée pendant la 3^{ème} semaine de lactation (contemporaine à P1). La digestibilité de la matière organique (+10,0 pts), de l'énergie brute (+10,6 pts), de l'NDF (+18,7 pts), de l'ADF (+22,3 pts) a été plus élevée chez les lapines GA comparées aux lapines nGA, GnA et aux lapins en croissance (P < 0,001). La teneur en énergie digestible était la plus faible dans le groupe GnA par rapport aux trois autres groupes (10,4 contre 12,4, 12,9 et 13,4 MJ / kg pour les lapins en croissance, nGA et GA, respectivement, P < 0,001). La gestation augmente la digestibilité de tous les éléments nutritifs de la ration (+3,7 à +9,5 pts chez les femelles GA comparativement aux femelles nGA, en fonction des éléments nutritifs, P < 0,05). Nos résultats suggèrent que l'extrapolation des mesures de digestibilité obtenues chez les lapins en croissance sous-estime les valeurs nutritionnelles des aliments pour femelles reproductrices, en particulier dans le cas des femelles allaitantes. Le stade de lactation s'est avéré avoir un effet plus prononcé sur la digestibilité des nutriments que le stade de la gestation.

Abstract – Nutrient digestibility in growing rabbits and reproductive does: comparing physiological state and stage. This study aimed determine the influence of age, condition and physiological stage on nutrient digestibility. One experimental diet was offered ad libitum to 18 growing rabbits and 26 breeding females divided in 3 groups: lactating and pregnant does (LP group, n=8), non-lactating and pregnant does (NLP group, n=10) and lactating non-pregnant does (LNP group, n=8), reared in individual cages. Pregnant does were studied during the 1st week (1st period: P1) and the 3rd week (2nd period: P2) of pregnancy, whether lactating or not. The females that were lactating, but not pregnant were studied during the 3rd week of lactation (contemporary with P1). The apparent digestibility of organic matter (+10.0 pts), gross energy (+10.6 pts), NDF (+18.7 pts) and ADF (+22.3 pts) was higher in LP rabbits compared to LNP, PNL and growing rabbits (P < 0.001). The digestible energy content was lowest in the NLP group compared with the other three groups (10.4 versus 12.4, 12.9 and 13.4 MJ / kg for growing rabbits, LNP and LP, respectively, P < 0.001). Gestation increased the digestibility of all nutrients in the diet (+3.7 to +9.5 pts in LP compared to NPL, depending on nutrient, P < 0.05). Our results suggested that the extrapolation of the digestibility measurements obtained in growing rabbits underestimated the nutritional values of diet for reproductive females, especially in lactating ones. The lactation stage was found to have a more pronounced effect on nutrient digestibility than the stage of gestation.

Introduction

Avec un rythme de reproduction semi-intensif, dans lequel l'insémination a lieu 11 jours après la mise bas, les femelles sont simultanément gestantes et allaitantes durant la majeure partie du cycle reproductif. Afin d'assurer ces deux fonctions physiologiques, les animaux doivent avoir un niveau d'ingestion et accès à un aliment qui permettent de couvrir leurs besoins nutritionnels très élevés. La formulation des aliments est généralement basée sur

une programmation linéaire et considère certaines hypothèses sous-jacentes telles que l'additivité, c'est-à-dire que la valeur nutritionnelle d'un aliment composé est la somme des contributions nutritives de chaque ingrédient. En formulation cunicole, les valeurs des tables ont généralement été obtenues en utilisant la méthode standardisée européenne de mesure de digestibilité adaptée au lapin en croissance (Perez et al., 1995). Ces valeurs nutritives sont utilisées pour formuler des aliments pour des lapins de différents états physiologiques (croissance,

lactation, périsévrage...). Mais cette extrapolation n'a pas toujours été validée et reste une question débattue. En effet, la digestibilité des éléments nutritifs d'un aliment peut être influencée par de nombreux facteurs, tels que la composition chimique de l'alimentation ou la stratégie d'alimentation, mais aussi par des facteurs liés aux animaux eux-mêmes, notamment leur poids, leur génotype et leur statut physiologique (Le Goff et Noblet, 2001).

Les objectifs de cette étude étaient de déterminer l'influence i) du stade de développement des animaux en comparant les jeunes lapins et les femelles adultes, ii) de la gestation et / ou la lactation et iii) du stade de gestation chez des femelles allaitantes sur la digestibilité des nutriments.

1. Matériel et méthodes

1.1. Schéma expérimental

Un seul aliment a été utilisé pour l'expérimentation. Sa composition est décrite dans le tableau 1. Nous avons utilisé 18 lapins en croissance (LC ; poids vif moyen=1184±12g) sevrés à 35 jours d'âge et élevés en 6 cages de 3 animaux et 30 femelles (INRA 1777 x 2266; poids vif moyen=4597±31g) qui avaient eu au moins une portée précédente (parité moyenne: 1,6±0,1). Vingt femelles étaient allaitantes (10±1 nés vivants) au début de l'expérience (jour de la mise-bas = J0) et 10 n'étaient pas allaitantes. Les femelles ont été inséminées à J11. Les femelles non fertilisées ainsi que quelques femelles ayant eu des problèmes de santé ont été éliminées. Au final, nous avons pu comparer 3 groupes de femelles : gestantes et non allaitantes (GnA, n=10), gestantes et allaitantes (GA, n=8) et non gestantes et allaitantes (nGA, n=8).

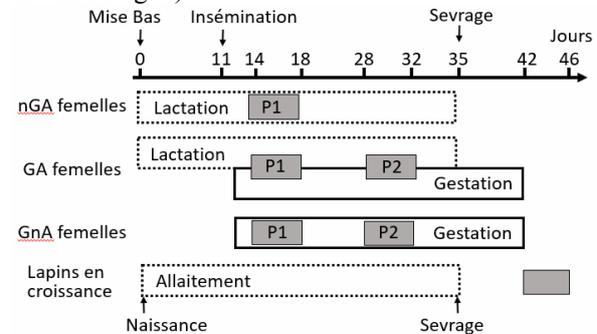
Tableau 1: Composition chimique de l'aliment.

	%
Blé	5
Orge	13
Son et remoulage de blé	25
Tourteau de colza	9
Tourteau de tournesol	23
Mélasse	2
Pulpe de fruits	6
Pulpe de betterave	10
Luzerne déshydratée	2
Coques de tournesol	3
Carbonate de calcium	1,5
Sel	0,2
Minéraux et vitamines	0,2
Acides aminés	0,1

Pour les lapins en croissance et les femelles, la digestibilité a été mesurée à l'aide de la méthode européenne standardisée décrite par Perez et al. (1995). Ainsi, les animaux ont été alimentés à volonté et, après une période d'adaptation de 7 jours au moins, la totalité des fèces excrétées a été collectée pendant 4 jours et conservée à -18°C jusqu'à analyse. La période de collecte a eu lieu entre 3 et 7 j (P1 :

période 1) ou entre 17 et 21 j (P2 : période 2) de gestation chez les femelles (pour nGA femelles, P1 correspond aux jours 14 à 18 de la lactation) et 42 et 46 j d'âge chez les lapereaux selon la méthode standardisée.

Figure 1: Schéma expérimental (périodes de collecte en gris)



1.2. Analyses statistiques

Toutes les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide de la version R 3.0.3 (R Development Core Team, 2013). Des analyses de variance ont été utilisées pour étudier l'effet i) du stade de développement (2 niveaux: lapins en croissance (LC) vs femelles adultes), ii) du statut physiologique des animaux (4 niveaux: LC, nGA, GnA, GA), iii) de la gestation (2 niveaux: nGA vs GA) chez les femelles allaitantes au cours de P1, iv) de la lactation (2 niveaux: GnA et GA) chez les femelles en gestation au cours de P1 et v) de la semaine de gestation (2 niveaux: 1^{ère} ou 3^{ème} semaine, c'est-à-dire P1 ou P2) chez les femelles allaitantes ou non (2 niveaux: GnA et GA) dans un schéma factoriel 2 x 2.

2. Résultats et discussion

2.1. Effet du stade de développement : jeunes vs femelles adultes

Les femelles étaient plus lourdes que les lapins en croissance au début et à la fin de la période de collecte (Tableau 2; $P < 0,001$). L'ingestion étant corrélée au poids vif (Xiccato and Trocino, 2010), celle-ci a été 58% plus faible chez les lapins en croissance que chez les femelles adultes ($P < 0,001$).

Les résultats concernant les effets du stade de développement sur la digestibilité fécale des nutriments conduisent à des résultats contradictoires. Xiccato et al. (1992) et De Blas et al. (1995) n'ont observé aucune différence entre des jeunes lapins et des femelles adultes sur la digestibilité de la matière sèche et des protéines brutes. Cependant, Perez et al. (1996) ont rapporté une digestibilité inférieure chez les femelles reproductrices que chez les lapins en croissance principalement pour les protéines brutes (69,5% vs 72,4%, respectivement). Nos résultats montrent que la digestibilité fécale de tous les éléments nutritifs, à l'exception des hémicelluloses, était similaire chez les femelles et chez les LC (Tableau 2, $P > 0,05$). Cependant, ce résultat global

cache une grande disparité au sein des groupes de femelles, pour lesquelles l'état physiologique, c'est-à-dire la gestation ou la lactation, influence grandement la consommation d'aliments et la digestibilité fécale

(voir ci-dessous). La digestibilité des hémicelluloses était de 34,0 points de pourcentage plus élevée chez les femelles adultes par rapport aux LC.

Tableau 2: Effets du stade physiologique sur la digestibilité fécale et la valeur nutritive d'un aliment.

	Groupes				s.e.m.	P value			
	LC ¹	nGA	GnA	GA		Etat physiol. ²	Stade de développ. ³	Gestation ⁴	Lactation ⁵
n	18	8	10	8					
Poids vif initial, g	1184 ^c	4804 ^a	4360 ^b	4667 ^a	262	<0,001	<0,001	0,168	0,004
Poids vif final, g	1408 ^c	4750 ^a	4460 ^b	4661 ^a	246	<0,001	<0,001	0,195	0,010
Ingestion, g/j	131 ^c	352 ^a	183 ^b	385 ^a	20	<0,001	<0,001	0,219	<0,001
Digestibilité fécale apparente (%)									
MO	68.2 ^c	76.5 ^b	65.8 ^c	80.2 ^a	1,2	<0,001	0,075	0,024	<0,001
PB	74.1 ^b	78.9 ^a	67.7 ^c	82.1 ^a	1,2	<0,001	0,618	0,037	<0,001
Energie	66.9 ^c	74.9 ^b	63.4 ^c	79.0 ^a	1,3	<0,001	0,132	0,025	<0,001
NDF	41.9 ^c	56.0 ^b	37.1 ^c	63.7 ^a	2,2	<0,001	0,091	0,015	<0,001
ADF	31.5 ^c	49.4 ^b	27.6 ^c	58.5 ^a	2,7	<0,001	0,052	0,021	<0,001
Hémicelluloses	27.8 ^c	65.0 ^a	49.9 ^b	70.7 ^a	3,1	<0,001	<0,001	0,019	<0,001
Valeurs nutritives									
PD, g/kg	143,0 ^a	143,4 ^a	117,4 ^b	146,7 ^a	2,5	<0,001	0,618	0,037	<0,001
ED, MJ/kg	12,4 ^a	12,9 ^a	10,4 ^b	13,4 ^a	0,2	<0,001	0,132	0,025	<0,001

a, b, c : les colonnes avec différentes lettres diffèrent au seuil de P<0,05; ¹LC : lapins en croissance, six cages collectives de 3 animaux/cage; ² Comparaison de tous les groupes (période 1 pour les femelles); ³ Lapins en croissance vs femelles (nGA + GnA + GA) en période 1; ⁴Femelles nGA vs femelles GA en période 1; ⁵Femelles GnA vs femelles GA en période 1

Tableau 3: Effets de la lactation et de la période de mesure pendant la gestation sur la digestibilité fécale et la valeur nutritive d'un aliment.

Lactation ¹	GnA		GA		s.e.m.	P value		
	P1 ²	P2 ³	P1 ²	P2 ³		Lactation	Période	Lactation x période
n	10	10	8	8				
Poids vif initial, g	4360	4646	4667	4597	41	0,094	0,096	0,024
Poids vif final, g	4460	4697	4661	4395	34	0,386	0,817	<0,001
Ingestion, g/j	183 ^c	156 ^c	385 ^a	285 ^b	16	<0,001	<0,001	0,010
Digestibilité fécale apparente (%)								
MO	65.8 ^b	65.4 ^b	80.2 ^a	67.6 ^b	1,2	<0,001	<0,001	<0,001
PB	67.7 ^b	66.6 ^b	82.1 ^a	71.2 ^b	1,2	<0,001	<0,001	<0,001
Energie	63.4 ^b	62.2 ^b	79.0 ^a	65.6 ^b	1,3	<0,001	<0,001	<0,001
NDF	37.1 ^b	33.8 ^b	63.7 ^a	40.8 ^b	2,2	<0,001	<0,001	<0,001
ADF	27.6 ^b	23.9 ^b	58.5 ^a	31.0 ^b	2,6	<0,001	<0,001	<0,001
Hémicelluloses	49.9 ^b	47.5 ^b	70.7 ^a	54.2 ^b	1,8	<0,001	0,001	0,003
Valeurs nutritives								
ED, MJ/kg	10,4 ^b	10,2 ^b	13,4 ^a	10,8 ^b	0,2	<0,001	<0,001	<0,001
PD, g/kg	117,4 ^b	115,5 ^b	146,7 ^a	123,5 ^b	2,3	<0,001	<0,001	<0,001

a, b, c : les colonnes avec différentes lettres diffèrent au seuil de P<0,05; ¹GnA : femelles gestantes non allaitantes, GA : femelles gestantes et allaitantes; ² P1 (période 1) : 3-7 jours de gestation pour les femelles GnA et GA qui est aussi 14-18 jours de lactation pour les femelles GA; ³ P2 (période 2) : 17-21 jours de gestation pour les femelles GnA et GA qui est aussi 28-32 jours de lactation pour les femelles GA

2.2. Effets de l'état physiologique des animaux

L'ingestion d'aliment a été 65% plus faible chez les lapins en croissance que chez les femelles allaitantes, qu'elles soient gestantes ou non, et 28% plus faible que chez les femelles non allaitantes (P<0,001), avec les données de P1.

La digestibilité de la matière organique (MO), de l'énergie brute (EB), du NDF et de l'ADF a été plus élevée dans le groupe GA que dans les 3 autres groupes (P<0,001; Tableau 2). La digestibilité des protéines brutes (PB) et des hémicelluloses (80,5 et 67,9%, respectivement) a été similaire chez les femelles nGA et GA. La digestibilité de MO, EB, NDF et ADF était similaire chez LC et GnA, ces deux groupes ayant eu une digestibilité significativement

inférieure à celle des groupes nGA et GA (P<0,001). Au contraire, la digestibilité fécale de PB était plus faible chez les femelles GnA que chez LC (P<0,05; Tableau 2). Enfin, nous avons estimé que la teneur en énergie digestible (10,4 vs 12,9 MJ ED / kg) et en protéines digestibles (117,4 vs 144,4 g PD / kg) était inférieure lorsque l'aliment est utilisé par des femelles GnA comparées aux autres groupes (P<0,001).

2.3. Effets de la gestation et/ou de la lactation

La gestation n'a pas affecté l'ingestion (P=0,219; Tableau 2) chez les femelles allaitantes. À l'inverse, la lactation a augmenté fortement la consommation d'aliments chez les femelles gestantes (+ 110% chez GA vs GnA; P<0,001).

La gestation ($P < 0,05$) et la lactation ($P < 0,001$) ont influencé la digestibilité fécale apparente des nutriments (Tableau 2), mais la lactation a eu un impact plus fort que la gestation. Les effets de la gestation et de l'allaitement semblent être partiellement additifs car le groupe GA présente la plus grande digestibilité fécale pour tous les éléments nutritifs, bien que dans le cas des hémicelluloses et des protéines brutes les différences ne sont pas significatives par rapport au groupe nGA. A l'inverse, Xiccato et al. (1992) n'ont observé aucune différence de digestion chez les lapines, gestantes ou non.

La valeur nutritive de l'aliment est également affectée par l'état physiologique des femelles ($P < 0,001$). Les teneurs en énergie et en protéines digestibles ont été les plus faibles dans le groupe GnA par rapport aux deux autres groupes de femelles ($P < 0,001$). La lactation a eu un effet important sur l'énergie et les protéines digestibles (+28% et +25% chez GA vs GnA ; $P < 0,001$), alors que l'effet de la gestation est plus faible (+3,9% et +2,3% ; $P < 0,05$).

Nos résultats montrent un effet marqué du stade physiologique des animaux sur la digestibilité des nutriments. Celui-ci peut être expliqué par une adaptation des animaux, qui développent une capacité digestive plus importante lorsque leurs besoins nutritionnels sont plus élevés. Mais ce résultat pourrait également résulter d'un biais dû à un déséquilibre entre l'ingestion et l'excrétion des animaux. Ainsi, on sait que la mesure de digestibilité est délicate chez les très jeunes lapereaux car leur réservoir digestif est en phase de remplissage (excrétion < ingestion), ce qui entraîne une surestimation de la digestibilité. Nos résultats montrent aussi que l'ingestion (voir précédemment) et l'excrétion (données non montrées) varient fortement au cours de la gestation mais surtout de la lactation. Un déséquilibre de dynamique entre ingestion et excrétion entraîne un biais, qui pourrait être compensé par une période de mesure plus longue.

2.3. Effets du stade de gestation-lactation

L'ingestion d'aliment augmente au cours de la lactation ($P < 0,001$; Tableau 3). Chez les femelles GA, celle-ci était plus élevée de 35% entre P1, qui correspond à la production laitière la plus élevée (14-18 jours de lactation) et P2, qui correspond à la fin de l'allaitement (28-32 jours de lactation). A l'inverse, chez les femelles non-allaitantes (GnA), l'ingestion était similaire lors de la troisième semaine (P2) et de la première semaine de la gestation (P1; $P > 0,05$).

La digestibilité fécale des lapines gestantes a été fortement affectée par la lactation et le stade de gestation pour tous les constituants de la ration, et les

deux effets ont eu une forte interaction ($P < 0,01$; Tableau 3). Les femelles du groupe GnA en P1 et P2 et les femelles GA en P2 ont une digestibilité plus faible pour tous les constituants de la ration que les femelles du groupe GA en P1 ($P < 0,001$).

Les teneurs en énergie et en protéines digestibles sont plus élevées lorsque l'aliment est offert aux femelles GA en P1 comparativement aux femelles GA en P2 ou aux femelles GnA pendant les deux périodes (+28% et +23% ; $P < 0,001$; Tableau 3).

Conclusion

Nos résultats suggèrent que l'extrapolation, à des femelles reproductrices, de coefficients de digestibilité d'un aliment obtenus chez les lapins en croissance pourrait conduire à une sous-estimation, notamment pour les femelles allaitantes. Par conséquent, les études portant sur la stratégie d'alimentation des femelles reproductrices devraient inclure une valeur nutritive des aliments mesurée sur les femelles elles-mêmes. Mais une adaptation de la méthode de mesure pour les femelles, notamment la durée de collecte, est à envisager.

Remerciements

Les auteurs remercient C. Bannelier, M. Segura et B. Santacruz (INRA, UMR 1388 GenPhySE) ainsi que le personnel de l'UE PECTOUL pour leur aide précieuse.

Références

- De Blas, J.C., Taboada, E., Mateos, G.G., Nicodemus, N., Mendez, J., 1995. Effect of substitution of starch for fiber and fat in isoenergetic diets on nutrient digestibility and reproductive performance of rabbits. *J. Anim. Sci.*, 73, 1131 – 1137
- Le Goff, G., Noblet, J., 2001. Comparative total tract digestibility of dietary energy and nutrients in growing pigs and adult sows. *J. Anim. Sci.*, 79, 2418 – 2427.
- 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 J., Falcao E Cunha L., Bengala Freire J., 1995. European reference method for in vivo determination of diet digestibility in rabbits. *World Rabbit Science*, 3, 41-43.
- Perez, J.M., Fortun-Lamothe, L., Lebas, F., 1996. Comparative digestibility of nutrients in growing rabbits and breeding does. Proc.: 6th World Rabbit Congress, 9 – 12 July, 1996, Toulouse, France, 267 – 270.
- Xiccato, G., Trocino, A., 2010. Energy and protein metabolism and requirements, in: de Blas, C., Wiseman, J. (Eds.), *Nutrition of the Rabbit*, CAB International, Oxfordshire, UK, 83-118.
- Xiccato, G., Cinetto, M., Dalle Zotte, A., 1992. Effect of feeding level and rabbit class on digestibility and nitrogen balance. *Zoot. Nutr. Anim.*, 18, 35 – 43.