

Valorisation alimentaire de la paille par le lapin en croissance

F. LEBAS, A.Y. DJAGO

INRA, Station de Recherches Cunicoles, BP 27 31326 Castanet-Tolosan Cedex, France

Résumé - De la paille de blé a été incorporée à raison de 10% (aliment P10) ou 20% (aliment P20) en substitution à un aliment de base RB contenant 16% de protéines brutes et 17% d'ADF. Chacun de ces 3 aliments a été distribué à volonté à 24 lapins logés en cages individuelles de 31 à 66 jours d'âge. Pour 9 lapins par lot, la cage permettait en outre une collecte des fèces. La teneur en énergie digestible décroît ($P < 0,0001$) avec l'augmentation du taux de paille : 2671, 2429 et 2144 kcal/kg brut pour les aliments RB, P10 et P20 respectivement. La digestibilité des protéines est peu affectée. La vitesse de croissance (46,1 g/jour en moyenne) n'a pas été modifiée par la baisse de la valeur énergétique, en raison du maintien du ratio protéines digestibles / énergie digestible aux environs de 45 g/1000 kcal, pour chacun des 3 aliments. La valeur énergétique de la paille a été estimée à 250 ± 453 kcal/kg pour un taux d'incorporation de 10% et à 34 ± 250 kcal pour une incorporation à 20%, deux valeurs non significativement différentes de zéro.

Abstract - Wheat straw nutritional value for growing rabbits. Wheat straw was introduced in experimental diets at 10% (diet P10) or 20% (diet P20) in substitution of a basic diet (RB) containing crude protein (16%) and ADF (18%). Each of these 3 diets was fed *ad libitum* to 24 weaned rabbits from 31 to 66 days of age. The animals were placed in individual cages. For 9 cages per diet faeces collection was possible. Diet's digestible energy content decreased ($P < 0.0001$) with straw level increasing : 2671, 2429 and 2144 kcal/kg for diets RB, P10 and P20, respectively. Nitrogen digestibility was only slightly reduced. Average daily gain (46.1 g/day) was not affected by straw level, in relation to the digestible proteins / digestible energy ration which was similar for the 3 diets (45 g DP / 1000 kcal DE). Digestible energy content of wheat straw was estimated as 250 ± 453 kcal / kg for an incorporation of 10% , and as 34 ± 250 kcal/ kg for 20% , the two values were not significantly different from zero.

Introduction

Les recommandations récentes en matière de nutrition en relation avec la santé du lapin insistent sur la nécessité d'apporter des fibres en quantité importante dans la ration des lapins en engraissement (Gidenne, 2000). Dans la formulation classique des aliments commerciaux, les fibres végétales sont principalement apportées par la luzerne déshydratée et le tourteau de tournesol non décortiqué, chacune de ces matières premières contenant, entre autres, environ 30 à 32% d'ADF et 42 à 45% de NDF en fonction de son origine. Une des voies possibles pour accroître les apports de fibres est l'emploi de la paille qui contient environ 47% d'ADF et 75% de NDF (Perez *et al.*, 1999).

Quelques travaux plus ou moins anciens ont été publiés sur les conditions d'emploi de cette matière première, mais ils concernaient essentiellement soit l'usage de la paille traitée par des alcalis comme la soude ou l'ammoniac et non la paille en l'état (Lindeman *et al.*, 1982; Payne *et al.*, 1984; Garcia *et al.*, 1996) soit seulement la détermination de la digestibilité de la paille (Lebas et Cheriet, 1981; De Blas *et al.*, 1989). Dans les autres cas, les conditions expérimentales étaient assez éloignées de celles de la production commerciale française actuelle (Franck et Coulmin, 1978; Ben Rayana *et al.*, 1995; Berchiche *et*

al., 1996).

Il nous est donc apparu utile de déterminer la valeur d'usage de la paille de blé dans des conditions très proches de celles de la production commerciale actuelle, en incluant d'une part une estimation de la digestibilité et d'autre part une estimation des performances de croissance.

◆ 1. Matériel et Méthodes ◆

1.1. La paille et les aliments expérimentaux

De manière à réduire le volume au transport et faciliter son incorporation dans les aliments du bétail, la paille de blé utilisée pour cette expérimentation a été agglomérée après récolte, sans aucun additif. Sa composition chimique sur brut était la suivante : matière sèche (MS) 90,9% , minéraux totaux 4,2% , protéines brutes 2,9% , cellulose brute 38,8% , NDF 77,6%, ADF 45,2% , lignine 6,1% et énergie brute 4036 kcal/kg.

Une ration de base simple (RB) a été formulée (tableau 1) pour répondre aux besoins nutritionnels de lapins en croissance. A titre préventif, de la bacitracine y a été incorporée au taux de 100 ppm. Deux autres aliments expérimentaux (P10 et P20) ont été fabriqués en remplaçant (dilution) soit 10% soit 20% de la RB par de la paille.

Tableau 1 - Composition centésimale et valeur nutritionnelle calculée pour la ration de base

Composants	%	Nutriments calculés	%
- Blé	28,75	- protéines brutes	16,1
- Tourteau de soja	10,00	- lysine	0,76
- Tour. de tournesol	8,00	- a.a. soufrés	0,58
- Luzerne déshydratée	30,00	- Cellulose Brute	14,0
- Pulpes de betteraves	15,00	- NDF	29,8
- Son de blé	6,50	- ADF	17,3
- Chlorure de Na	0,50	- ADL (lignine)	3,6
- Carbonate de Ca	0,70	- Calcium	1,02
- Oligo. et vitamines	0,50	- Phosphore	0,40
- d/méthionine	0,05	- E. Digest. (kcal/kg)	2600

1.2. Animaux, logement et alimentation

Chacun des 3 aliments expérimentaux a été distribué à volonté à 24 lapins logés en cages individuelles du sevrage à l'âge de 31 jours jusqu'à 66 jours. Ces animaux étaient de génotype commercial (mère INRA 0067 et père Hyplus). La consommation alimentaire et le poids vif des animaux ont été déterminés une fois par semaine pendant 5 semaines consécutives.

Pour chaque aliment, neuf des 24 lapins étaient placés dans des cages permettant la collecte des déjections. Les fèces ont été récoltées pendant 4 jours consécutifs entre 56 et 60 jours de manière à déterminer la digestibilité des aliments conformément au protocole standard européen (Perez *et al.*, 1995). Ces 3 x 9 lapins étaient placés dans un local différent des autres. Sur les aliments et les fèces ont été déterminées les teneurs en MS (24 h, 103°C), en minéraux totaux (8h, 550 °C), en protéines brutes (N x 6,25, méthode de Dumas, appareil Leco) cellulose brute (méthode de Weende) et en énergie brute (calorimètre Parr 1281).

1.3. Analyses statistiques et calculs

Les performances des lots ont été comparées entre elles par analyse de variance selon un schéma factoriel incluant l'effet du lot, et éventuellement celui de la cellule d'élevage et l'interaction entre ces deux facteurs. Le cas échéant, les moyennes ont été comparées par la méthode des contrastes.

La valeur énergétique (énergie digestible) de la paille a été déduite de celle des 3 aliments par la méthode des différences en tenant compte des teneurs en matières sèches des régimes, conformément aux recommandations de Villamide *et al.* (2001). Il en a été de même pour l'écart type des ces estimations.

◆ 2. Résultats ◆

2.1. Les aliments

L'analyse chimique de la ration de base montre que sa composition est globalement conforme aux prévisions. Pour les aliments P10 et P20, la teneur en fibres s'accroît sensiblement avec le taux d'incorporation de la paille (tableau 2), ce qui est la conséquence attendue du mode de substitution utilisé.

Tableau 2 - Composition analytique des 3 aliments expérimentaux.

Composants (% tel quel)	Aliments		
	RB	P10	P20
- matière sèche	91,5	91,4	91,6
- protéines brutes	16,2	15,1	13,7
- cellulose brute	13,9	15,6	18,4
- matière organique	83,2	83,6	84,2
- énergie brute (kcal/kg)	3940	3950	3980

2.2. Digestibilité des 3 aliments expérimentaux

L'accroissement du taux de paille se traduit par une réduction très significative de la digestibilité de la ration, puisque le CUDa de la matière sèche est réduit de 13,5 points entre RB et P20 (tableau 3). La digestibilité de la cellulose brute est pratiquement divisée par 2, tandis que celle des protéines est beaucoup moins affectée.

La combinaison de l'effet de l'incorporation de paille sur la réduction de l'énergie digestible et son effet sur la dilution des protéines des aliments font que le ratio protéines digestible / énergie digestible est très peu affecté par l'apport de paille (tableau 3).

Tableau 3 - Coefficients d'utilisation digestive mesurés pour les 3 aliments et teneurs en énergie digestibles et protéines digestibles

CUDa ou teneurs	Aliments			CV% résiduel	Probabilité
	RB	P10	PV		
- MS	69,2a	63,3b	55,7c	3,67	<0,0001
- Protéines	71,5	71,4	68,4	4,17	= 0,073
- Cellulose br.	20,9a	13,7b	9,9b	32,4	<0,0001
- Energie	67,8a	61,6b	56,9c	3,72	= 0,0006
- Ener. Diges. kcal/kg	2671a	2429b	2144c	3,72	<0,0001
- Prot.digest. g/kg	116a	108b	93c	4,18	<0,0001
Ratio PD/ED ¹	43,5	44,4	43,6	-	-

a, b, c : P<0,05 entre deux moyennes d'une même ligne
¹ en grammes de protéines digestibles pour 1000 kcal énergie diges.

2.3. Performances de croissance

La vitesse de croissance des lapins au cours des 5 semaines d'expérience a été en moyenne d'un bon niveau (46,1 g/jour) et n'a pas été affectée de manière significative par l'incorporation de paille (tableau 4)

Par contre, la consommation a augmenté très significativement avec l'accroissement du taux de paille. Cet effet observé dès les premières semaines expérimentales (figure 1) est la réponse attendue à la dilution énergétique de l'aliment. On constate d'ailleurs que l'ingestion quotidienne d'énergie digestible a été identique pour les lots RB et P10. Par contre la très faible valeur énergétique de l'aliment P20 n'a pas permis aux animaux d'effectuer une régulation parfaite de leur ingestion. Une situation similaire est observée pour l'ingestion de protéines digestibles.

Tableau 4 - Performances de croissance moyennes des lapins au cours des 5 semaines expérimentales

	Aliments			CV% résiduel	Proba- bilité
	RB	P10	PV		
Pds. vif dép.g	595	598	593	8,01	ns
Pds. vif final g	2221	2241	2172	6,55	ns
GMO g/j	46,4	46,9	45,1	8,19	ns
Conso g/j	108,6a	118,3b	126,2c	7,06	<0,0001
Indice cons.	2,34a	2,52b	2,82c	6,75	<0,0001
cons. ED ¹	290a	287a	271b	6,57	= 0,0031
cons PD ²	12,8a	12,6a	11,8b	6,56	= 0,0009
IC énergie ³	6,26	6,13	6,04	6,22	= 0,103
IC protéines ⁴	0,272	0,272	0,263	6,20	= 0,064

a, b, c : P<0,05 entre deux moyennes d'une même ligne

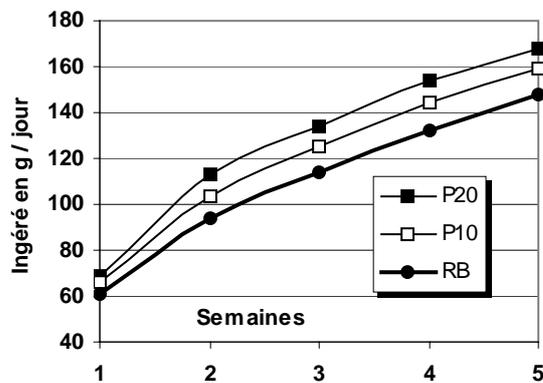
¹ en kcal d'énergie digestible par lapin et par jour

² en g de protéines digestibles par lapin et par jour

³ kcal d'ED par gramme de gain de poids vif

⁴ grammes de protéines digestibles par gramme de gain de poids vif

Figure 1 - Évolution de la consommation alimentaire au cours de l'expérimentation



2.4. Valeur énergétique de la paille

La différence de valeur énergétique des aliments RB et P10 conduit à une estimation de la teneur en énergie digestible de la paille de 250 ± 453 kcal par kg. Le même calcul utilisant les différences de valeur énergétique entre les aliments RB et P20 conduit à une teneur en ED de 34 ± 225 kcal pour la paille. Ainsi ces deux calculs conduisent à une valeur énergétique de la paille non significativement différente de zéro.

◆ 3. Discussion ◆

3.1. Valeur nutritive de la paille

A la lumière de cette expérimentation, la paille apparaît comme un simple lest énergétique. Toutefois, l'intervalle de confiance de la valeur trouvée pour un taux d'incorporation de 10% inclut les valeurs de 650 à 750 kcal publiées soit à la suite de travaux antérieurs (Lebas et Cheriet, 1981; de Blas *et al.*, 1989), soit à l'occasion de synthèses bibliographiques (Perez *et al.*, 1999).

Nous n'avons pas beaucoup d'hypothèses à proposer pour tenter d'expliquer la valeur moyenne quasi nulle

trouvée ici pour la paille alors que les travaux antérieurs indiquaient une certaine valorisation énergétique de cette matière première fibreuse. Le seul élément qu'il nous paraît utile de souligner est que dans notre cas, la paille avait été agglomérée puis broyée avant son incorporation dans le mélange alimentaire, alors que dans les autres travaux publiés la paille avait été simplement broyée avant son incorporation. Or l'agglomération est un traitement technologique qui modifie les fibres au plan de la simple taille des particules (Lebas et Lamboley, 1999) mais surtout au niveau de la structure de la cellulose (Muller et Bergner, 1976) en relation avec l'échauffement et les très fortes pressions rencontrées lors du passage dans les filières. On peut alors faire l'hypothèse que ces modifications ont réduit les possibilités de dégradation des fibres par la microflore digestive des lapins et entraîné l'absence de valorisation énergétique. Toutefois, nous n'avons pas de faits concrets à apporter à l'appui de cette hypothèse. Mais en tout état de cause, il nous semble important de souligner que si de la paille doit être utilisée dans une usine d'aliments composés, dans la grande majorité des cas elle sera préalablement agglomérée pour des raisons de transport et de manutention automatisée au sein de l'usine.

Le nombre de niveaux d'incorporation utilisés dans notre étude (0% - 10% et 20%) est trop faible pour que puisse être tentée une analyse sérieuse de l'influence du taux d'incorporation de la paille sur sa valorisation énergétique. Toutefois la faible réduction numérique des valeurs moyenne et les écart-types obtenus avec l'aliment P10 (250 ± 453 kcal/kg) et avec l'aliment P20 (34 ± 225 kcal/kg) est cohérente avec l'absence d'influence du taux d'incorporation sur la valeur énergétique de la paille déjà mentionnée par De Blas *et al.* (1989). Comme ces auteurs, et en accord avec les calculs théoriques présentés par Villamide *et al.* (2001), nous observons une amélioration de la précision de l'estimation avec l'accroissement du taux d'incorporation: l'écart type de l'estimation est pratiquement divisé par deux.

3.2. Effet de la dilution énergétique

Comme nous l'avons montré il y a déjà 26 ans (Lebas, 1975), tant que la dilution énergétique n'est pas trop forte, les lapins en engraissement s'avèrent capables de réguler leur ingestion d'énergie digestible, du moins lorsque cette dilution est la conséquence d'un accroissement de l'apport de fibres. Ce maintien de la vitesse de croissance, certes au prix d'une élévation très significative de l'indice de consommation, n'est possible qu'en raison du maintien de l'apport de protéines digestibles par rapport à l'énergie (Maertens, 1992) ce qui a bien été le cas dans notre expérimentation.

Par ailleurs, il nous paraît important de souligner qu'il est possible d'obtenir des vitesses de croissance élevées, de plus de 45 g/jour, avec des aliments riches

en fibres (plus de 18% de cellulose brute et 39% de NDF), à la simple condition que soit maintenue la proportion de protéines de qualité (digestibles et équilibrées) par rapport à l'énergie digestible.

Références

- BEN RAYANA A., BERGAOUI R., KAYOULI C., BEN HAMOUDA M., 1995. Effets de l'utilisation de paille d'orge sur la digestibilité, les performances zootechniques et le rendement à l'abattage des lapereaux. *World Rabbit Sci.*, **3**, 147-155.
- BERCHICHE M., LEBAS F., LOUNAOUCI G., KADI S. A., 1996. Feeding of local population rabbits : effect of straw addition to low fiber pelleted diets, on digestibility, growth performance and slaughter yield. *Proc. 6th World Rabbit Congress, Toulouse, France, 9-12/07/1996*, vol. 1, 89-92, AFC ed., Lempdes.
- DE BLAS J. C., VILLAMIDE M. J., CARABANO R., 1989. Nutritive value of cereal by-products for rabbits. 1. Wheat straw. *J. Appl. Rabbit Res.*, **12**, 148-151.
- FRANCK Y., COULMIN J. P., 1978. Utilisation de la paille de blé broyée comme source de cellulose dans les aliments lapins à l'engraissement : comparaison de deux taux de cellulose. *2ème journée de la recherche cunicole en France*, Toulouse, 4-5/04/1978, ASFC Editeur, communication n°10.
- GARCIA J., VILLAMIDE M. J., DE BLAS J. C., 1996. Energy, protein and fibre digestibility of sunflower hulls, olives leaves and NaOH-treated barley straw for rabbits. *World Rabbit Sci.*, **4**, 205-209
- GIDENNE T., 2000. Recent advances in rabbit nutrition - Emphasis on fibre requirements. *World Rabbit Science*, **8**, 23-32.
- LEBAS F., 1975. Influence de la teneur en énergie de l'aliment sur les performances de croissance chez le lapin. *Ann. Zootech.*, **24**, 281-288.
- LEBAS F., LAMBOLEY B., 1999. Méthode de détermination par tamisage en phase liquide de la taille des particules contenues dans un aliment granulé pour lapins. *World Rabbit Science*, **7**, 229-235.
- LEBAS F., CHERIET S., 1981. Utilisation digestive de 3 sources de lest chez le lapin en croissance. *Cuniculture*, **40**, 190-193.
- LEBAS F., COLIN M., MERCIER P., TREMOLIERES E., 1978. Utilisation de la paille traitée par la soude dans l'alimentation des lapins. *2èmes journées de la Recherche Cunicole en France*, Toulouse, 4-5 avril 1978 ASFC Éditeur. Communication n° 11.
- LINDEMAN M. A., BRIGSTOCKE T. D. A., WILSON P. N., 1982. A note on the response of growing rabbits to varying levels of sodium hydroxide-treated straw. *Anim. Prod.*, **34**, 107-110
- MAERTENS L., 1992. Rabbit nutrition and feeding : a review of some recent developments. *J. Appl. Rabbit Res.*, **15**, 889-913.
- MULLER J., BERGNER H., 1976. The characteristics of straw pellets. 1) Changes in straw cellulose during pelleting. *Archiv Tierernahr.*, **26**, 707-715.
- PAYNE M., OWEN E., CAPPER B. S., WOOD J. F., 1984. Sodium hydroxide and ammonia treated wheat straw in diets for growing rabbits. *Tropic. Anim. Prod.*, **9**, 264-270.
- 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., CARABANO 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 Sci.*, **3**, 41-43.
- PEREZ J. M., MAERTENS L., VILLAMIDE M. J., DE BLAS C., 1999. Matières premières : de nouvelles tables. *Cuniculture*, **145**, 9-12.
- VILLAMIDE M. J., MAERTENS L., CERVERA C., PEREZ J. M., XICCATO G., 2001. A critical approach of the calculation procedures to be used in digestibility determination of feed ingredients for rabbits. *World Rabbit Science*, **9**, 19-25.