

LA CROISSANCE ET LA COMPOSITION CORPORELLE DU LAPIN :

INFLUENCE DES FACTEURS ALIMENTAIRES (1)

THE EFFECTS OF FEEDING REGIMES ON GROWTH
AND CARCASS QUALITY IN RABBIT

J. OUHAYOUN, F. LEBAS et Danielle DELMAS

*Laboratoire de recherches sur l'élevage du lapin
INRA, BP 27 - 31326 CASTANET-TOLOSAN Cedex*

(1) Les éléments de cette mise au point sont issus du rapport présenté par F.LEBAS au 3ème colloque international " The Rabbit as a model animal and a breeding object " (Rostock , RDA , 11-13 Sept. 1986) sous le titre LEBAS F., OUHAYOUN J., DELMAS Danielle : The effects of feeding regimes on growth and carcass quality in the rabbit.

RÉSUMÉ

Les effets de la composition du régime alimentaire du lapin , en particulier sur les qualités bouchères , sont passés en revue . Lorsque la vitesse de croissance est améliorée par un aliment distribué plus largement ou présentant un équilibre des nutriments plus favorable , le rendement à l'abattage est accru si les animaux sont comparés au même poids vif ; il est constant ou augmenté si les lapins sont abattus au même âge . Dans la plupart des cas , les variations du rendement à l'abattage résultant de modifications de la vitesse de croissance et obtenus par voie alimentaire , sont expliqués par les lois spécifiques de la croissance relative des tissus et organes . Par conséquent , une amélioration du rendement à l'abattage est généralement accompagnée d'un accroissement de l'adiposité et parfois de la charnure de la carcasse . Lorsque les traitements alimentaires ne modifient pas la vitesse de croissance , ils sont sans effet sur le rendement à l'abattage , même si le taux de fibres varie largement . Un niveau excessif de protéines alimentaires réduit l'adiposité de la carcasse , sans modifier la vitesse de croissance .

SUMMARY

Effects of rabbit's diet composition are reviewed mainly on carcass quality. When growth rate is improved by a more balanced diet, the dressing percentage of rabbits slaughtered at the same live weight, goes up. If the rabbits are slaughtered at the same age, the carcass yield is maintained or improved. Thus, in most cases, the variation of dressing percentage caused by diet-induced modification in growth rate, is due to the specific laws governing the relative growth of tissues. Consequently the improvement of dressing percentage is almost accompanied by an increase in the proportion of adipose and sometimes muscular tissues. When the growth rate is not modified by dietary manipulation, the dressing percentage does not change even if the fiber content varies widely. An excessive amount of protein reduces the carcass's fatness.

INTRODUCTION

Le Lapin se caractérise par une importante variabilité du poids adulte et de la vitesse de croissance. Par exemple, le poids adulte peut varier de 1,25 kg chez le lapin Polonais à plus de 6 kg chez le lapin Géant des Flandres. Entre 28 et 77 jours, dans le même milieu, la vitesse de croissance de ces deux races est de 11 et 40 g/jour, respectivement (OUHAYOUN, 1977). En production de viande, les races les plus utilisées sont de poids adulte moyen : 3,5 à 4,5 kg. Ce sont les plus fréquemment employées en expérimentation.

A l'intérieur de chaque type génétique, on observe une forte variabilité phénotypique des performances productives. Celle-ci résulte des effets combinés du génotype, de l'influence maternelle et des effets de milieu. Par exemple, pour des lapins Néo-zélandais Blanc, la vitesse de croissance, entre le sevrage et l'abattage, peut être comprise entre 10 g/j (KIRTON et al., 1971) et 45 g/j (SEROUX, 1984). Parmi les facteurs de milieu, les équilibres alimentaires ont fait l'objet de nombreux travaux. Le but recherché est, très généralement, une amélioration de la vitesse de croissance et de l'efficacité alimentaire, à partir du sevrage. Parfois, les auteurs se préoccupent de la qualité des carcasses et de la viande, et donc des liaisons entre productivité pondérale et qualité du produit.

L'objet de la présente analyse bibliographique est de préciser la nature et l'intensité de ces liaisons entre croissance et qualités bouchères, en excluant les travaux réalisés strictement dans le but de tester la valeur d'usage de certaines matières premières.

RAPPELS SUR LES LIAISONS ENTRE CROISSANCE ET COMPOSITION CORPORELLE

La composition corporelle évolue au cours de la croissance, d'une part en fonction du poids et d'autre part en fonction du délai mis pour atteindre un poids donné. Il est donc nécessaire, pour interpréter les expérimentations en alimentation, de considérer séparément les essais portant sur des abattages à poids constant, et ceux portant sur des abattages à âge constant. Il nous est apparu utile de rappeler, tout d'abord, l'évolution normale de la composition corporelle au cours de la croissance (OUHAYOUN, 1983) et les liaisons existant entre le poids vif et la composition corporelle chez des lapins abattus à poids fixe (donc à âge variable) ou à âge fixe (donc à poids variable).

Allométrie de croissance

La croissance pondérale globale de l'organisme résulte de la croissance particulière de ses différents composants. Ceux-ci ne se développent pas tous au même rythme. Tout se passe comme si, pour rester fonctionnel, l'organisme ne pouvait, en grandissant, rester géométriquement semblable.

L'ensemble constitué par l'appareil digestif et la peau représente un pourcentage de plus en plus faible de l'organisme. Effectivement, le coefficient d'allométrie de la peau ($a = 0,86$) et surtout celui du tractus digestif ($a = 0,46$) sont minorants au-delà du poids vif de 1 kg, d'après CANTIER et al. (1969). Complémentairement, l'importance relative de la carcasse augmente, le rendement à l'abattage progresse. Ainsi, dans la race Blanc de Termonde, entre les poids vifs de 2,00 et 2,50 kg, VAREWYCK et BOUQUET (1982) observent une augmentation du rendement à l'abattage de 56,6 à 58,3 %.

INTRODUCTION

Rabbits show a remarkable variability in adult weight and growth rate. For example, adult weights can vary between 1.25 kg for Polish rabbits and 6 kg for Flemish Giant rabbits. The growth rates for these two races are 11 and 40 g/day, respectively, when rabbits are between the ages of 28 and 77 days old and are bred in the same environment (OUHAYOUN, 1977). Rabbits of an average adult weight (3.5 to 4.5 kg) are the ones most often used for meat production. These are the most frequently used for experimentation.

A great phenotypic variability in productive performance is observed within each genetic type. It results from the combined effects of genotype, maternal influence and environment. For example, the growth rate of New Zealand White rabbits between weaning and slaughter can range from 10 g/day (KIRTON et al., 1971) to 45 g/day (SEROUX, 1984). Among the environmental factors, nutritional balance has been the subject of numerous studies. Usually, the aim has been a better growth rate and an improved feed efficiency from weaning on. Authors sometimes give their attention to carcass and meat quality, and therefore to the relationships between meat productivity and quality of the product.

The purpose of the present bibliographical analysis is to describe the nature and intensity of these relationships between growth and carcass quality, excluding those studies whose only aim is to test the utility of certain feedstuffs.

REMINDERS ON THE RELATIONSHIPS BETWEEN GROWTH AND BODY COMPOSITION

Body composition changes during growth, on the one hand according to weight, and on the other hand according to the time taken to reach a given weight. Therefore, in order to interpret nutritional experiments, it is necessary to look separately at tests focusing on slaughter at a fixed weight and at those focusing on slaughter at a fixed age. It appears useful first to recall the normal evolution of the body composition with growth (OUHAYOUN, 1983) and the relationships between live weight and body composition among rabbits slaughtered at a fixed weight (therefore, varying in age) or at a fixed age (therefore, varying in weight).

Growth allometry

The organism's global weight growth results from the specific growth of its various components. These components do not all develop at the same speed. It is as if, in order for the organism to remain functional, its geometric structure had to change during growth.

The digestive tract and the skin as a whole represent a decreasing percentage of the organism.

According to CANTIER et al. (1969), beyond 1 kg live weight, the skin's allometry coefficient ($a = 0.86$) and mostly that of the digestive tract ($a = 0.46$) show a reduction in these organs' growth rate. At the same time, the relative size of the carcass increases, and the dressing percentage improves. Thus, in the Blanc de Termonde race, VAREWYCK and BOUQUET (1982) observed an increase in dressing percentage from 56.6 % to 58.3 % among live weights between 2.00 and 2.50 kg.

The equilibrium between the various tissues of the carcass evolves during growth (CANTIER et al., 1969). Bone proportion diminishes ($a = 0.55$ beyond 1 kg live weight), whereas the proportion of muscular tissue increases ($a = 1.20$). Beyond 2.60 kg, allometry of the muscular tissue shows a reducing growth rate ($a = 0.50$), so the muscle/bone ratio decreases. From 1.00 kg to 2.25 kg live weight, the adipose tissue grows faster than the organism ($a = 1.87$). Beyond 2.25 kg, the relative growth of the adipose tissue is even quicker ($a = 3.21$). It is due in particular to the late growth of kidney fat. The liver grows faster than the total organism ($a = 1.25$) until live weight reaches 1.8 kg ; afterwards the growth rate of the liver is markedly slower ($a = 0.47$).

The evolution of the carcass's chemical composition (water, minerals, proteins, lipids) throughout growth, reflects the progressive development of the various tissues (OUHAYOUN, 1980).

Size allometry

The body characteristics of rabbits that rapidly reach a given weight are different from those of rabbits that slowly reach the same weight. Dressing percentage is better, due to a proportionally weaker development of the skin and especially of the digestive tract. The carcass has more muscular tissue, and less skeleton ; therefore, the muscle/bone ratio is higher. The fatness of the carcass is also higher : for example, among 74-day-old rabbits, kidney fat accounts for 2.3 % of the carcass's weight, and only for 0.8 % among 106-day-old rabbits having the same live weight (PRUD'HON et al., 1970).

When compared at the same age (table 1), the heaviest rabbits have a dressing percentage close to that of the lightest rabbits (PRUD'HON et al., 1970 ; OUHAYOUN, 1978 ; CHERIET, 1983). This results from opposite relationships with live weight of, on the one hand, the skin ($r = + 0.25$; OUHAYOUN, 1978), and on the other hand, the digestive tract ($r = - 0.37$; LEBAS, 1985). The carcasses of heavy and therefore rapidly growing rabbits are fatter, mainly in kidney fat ; the muscular tissue is richer in lipids, but the muscle/bone ratio is not different from that of slower-growing rabbits (OUHAYOUN, 1978 ; CHERIET, 1983).

REMINDERS ON FEEDING RECOMMENDATIONS

Since approximately fifteen years ago, various experimental works throughout the world, especially in France, have allowed establishing reliable recommendations for manufacturing foods that correspond to the needs of young growing rabbits (NRC, 1977 ; INRA, 1984).

L'équilibre des différents tissus constitutifs de la carcasse évolue au cours de la croissance (CANTIER et al., 1969). La proportion d'os diminue ($a = 0,55$ au-delà de 1 kg de poids vif), alors que la proportion de tissu musculaire progresse ($a = 1,20$). Au-delà du poids de 2,60 kg, l'allométrie de croissance du tissu musculaire est minorante ($a = 0,50$) ; le rapport muscle/os décroît alors. Le tissu adipeux croît plus vite que l'organisme ($a = 1,87$) entre les poids vif de 1,00 et 2,25 kg. Au-delà de ce poids, la croissance relative du tissu adipeux est encore plus rapide ($a = 3,21$). Elle concerne plus particulièrement la fraction périrénale, la plus tardive. La croissance du foie est majorante ($a = 1,25$) jusqu'au poids vif de 1,8 kg puis fortement minorante ($a = 0,47$) au delà.

L'évolution, au cours de la croissance, de la composition chimique de la carcasse (eau, minéraux, protéines, lipides) traduit l'installation progressive des différents tissus (OUHAYOUN, 1980).

Allométrie de taille

Les lapins atteignant rapidement un poids donné ont des caractéristiques corporelles différentes de celles des lapins qui atteignent lentement ce poids. Le rendement à l'abattage est amélioré, par suite du plus faible développement relatif de la peau, mais surtout du tractus digestif. La carcasse est plus riche en tissu musculaire, le squelette est réduit, le rapport muscle/os est donc accru. L'adiposité de la carcasse est plus élevée : par exemple, le tissu adipeux périrénal représente 2,3 % du poids de la carcasse chez des lapins de 74 jours et 0,8 % seulement chez des lapins de même poids vif, âgés de 106 jours (PRUD'HON et al., 1970).

TABLEAU 1 : Corrélations avec le poids vif observées chez des lapins âgés de 11 semaines
TABLE 1 : Correlations observed at the age of 11 weeks with live weight

RENDEMENT A L'ABATTAGE ...	$r \approx$	0		
APPAREIL DIGESTIF	$r =$	- 0,37		
PEAU	$r =$	+ 0,27		
<hr/>				
RAPPORT MUSCLE / OS	$r \approx$	0		
GRAS PERIRENAL	$r =$	+ 0,28		
MUSCLES	[% EAU	$r =$	- 0,23
		% LIPIDES	$r =$	+ 0,33
RAPPORT POIDS / LONGUEUR ..	$r =$	+ 0,88		

Comparés au même âge (tableau 1), les lapins les plus lourds ont un rendement à l'abattage voisin de celui des lapins les plus légers (PRUD'HON et al., 1970 ; OUHAYOUN, 1978 ; CHERIET, 1983). Cela résulte de liaisons opposées avec le poids vif la peau, d'une part ($r = + 0,25$; OUHAYOUN, 1978), du tractus digestif, d'autre part ($r = - 0,37$; LEBAS, 1985). La carcasse des lapins lourds, donc à croissance rapide, est plus grasse surtout au niveau périrénal ; le tissu musculaire est plus riche en lipides, mais le rapport muscle/os n'est pas différent de celui des lapins à croissance plus lente (OUHAYOUN, 1978 ; CHERIET, 1983).

RAPPELS SUR LES RECOMMANDATIONS ALIMENTAIRES

Depuis une quinzaine d'années, différents travaux expérimentaux conduits dans le monde, et en particulier en France, ont permis de définir des recommandations fiables pour fabriquer des aliments répondant aux besoins des jeunes en croissance (NRC, 1977 ; INRA, 1984). Pour une production maximum de viande, les équilibres recommandés sont les suivants : 2500 kcal d'énergie digestible par kg, 16 % de protéines brutes équilibrées, 10 à 14 % de cellulose brute, 2 à 3 % de lipides, l'aliment étant distribué à volonté.

DEFINITION DES CRITERES DE COMPOSITION CORPORELLE ET DES FACTEURS DE VARIATION ALIMENTAIRES

Suivant les auteurs ou les expérimentations, les critères de composition corporelle utilisés ne recouvrent pas toujours la même information : par exemple, la carcasse peut inclure ou non la tête, le foie, les reins, les viscères thoraciques, etc... ; le poids vif pris comme référence pour estimer le rendement à l'abattage peut être relevé dans des conditions variables de mise à jeûn ou de transport. Ainsi, une mise à jeûn de 15 heures entraîne une amélioration apparente du rendement, si le poids vif de référence est celui mesuré immédiatement avant l'abattage : 63,3 vs 62,1. Mais pour la même série expérimentale, si le poids de référence est celui qui précède la mise à jeûn, le rendement de l'animal à jeûn devient nettement inférieur à celui de l'animal abattu sans jeûne préalable : 60,8 vs 62,3 (LEBAS, 1969). Le niveau de section transversal des carcasses dans les études de découpe ne fait pas non plus l'objet de standardisation malgré des efforts réalisés, encore de façon indépendante, en RFA (SCHLOLAUT et al., 1984), en Pologne ou en France.

En ce qui concerne les caractéristiques nutritionnelles des aliments, par exemple leur valeur énergétique, certains auteurs mesurent *in vivo* les concentrations en énergie digestible ou métabolisable, tandis que d'autres les estiment à partir d'équations parfois appliquées à des valeurs tabulaires moyennes. Par ailleurs, la teneur en lest peut être exprimée par la concentration en cellulose brute (Méthode de Weende) ou par celle des constituants membranaires totaux (Méthode de Van Soest).

EFFETS DU NIVEAU D'ALIMENTATION

Des études de réduction de l'apport alimentaire ont été conduites avec l'objectif de limiter la fréquence des accidents digestifs (SCHLOLAUT et al., 1978), de réduire le coût alimentaire de la croissance (LEBAS, 1975a), ou de modifier la composition corporelle (OUHAYOUN et al., 1986b). Ce rationnement peut être appliqué sur tout ou partie de la période de croissance post sevrage (LEDIN, 1984).

Dès que le rationnement est inférieur à 85 % de l'ingestion à volonté, la vitesse de croissance est ralentie, l'efficacité alimentaire est dégradée. On peut donc s'attendre à un accroissement du poids relatif du tractus digestif. On sait, par ailleurs, que le rationnement allonge le temps de séjour des digesta dans le tube digestif (LEDIN, 1984) et accroît l'importance de l'appareil digestif (PRUD'HON et CARLES, 1976), en intervenant sur le contenu (tableau 2 A) et le contenant (LEBAS et LAPLACE, 1982). La conséquence attendue est une altération du rendement à l'abattage. Cela n'est pas vérifié par PRUD'HON et CARLES (1976) et LEDIN (1984a). Mais SCHLOLAUT et al. (1978) montrent que, chez

To maximize production of meat, the following balances are recommended : 2500 kcal of digestible energy per kg, 16 % balanced crude protein, 10 % to 14 % crude fiber, 2 % to 3 % lipids, with free access to food.

DEFINING CRITERIA FOR BODY COMPOSITION AND FACTORS OF DIET VARIATION

According to the author or experiment, the criteria used for body composition do not always contain the same information. The carcass, for example, may or may not include the head, the liver, the kidneys, the thoracic viscera, etc. ; the live weight used as reference for estimating the dressing percentage can be measured in a variety of fasting or transporting conditions. In this way, if the live weight used as reference is measured immediately before slaughter, a 15-hour fast causes an apparent improvement in carcass yield : 63.3% vs 62.1%. However, in the same series of experiments, if the reference weight is measured before fasting, the fasted animal's carcass yield is clearly inferior to that of a non-previously-fasted slaughtered animal : 60.8% vs 62.3% (LEBAS, 1969). Despite efforts made independently in the Federal Republic of Germany (SCHLOLAUT et al., 1984), Poland and France, the cross-section point of carcasses in cutting proportion studies has not been standardized either.

Concerning the nutritional characteristics of a diet, such as its energetic value, some authors measure the concentrations of digestible and metabolizable energy *in vivo*, whereas others make estimates from equations sometimes applied to average tabular values. Also, the amount of dietary fiber can be expressed in terms of the crude fiber concentration (Weende Method) or in terms of the concentrations of the cell wall constituents (Van Soest Method).

EFFECTS OF THE FEEDING LEVEL

Studies on reducing the dietary supply have been carried out and aimed at limiting the frequency of digestive accidents (SCHLOLAUT et al., 1978), reducing the dietary cost of growth (LEBAS, 1975a) or modification body composition (OUHAYOUN et al., 1986b). These feed restrictions can bear on all or part of the post-weaning growth period (LEDIN, 1984).

As soon as food ingestion is under 85 % of *ad libitum* level, the growth rate slows down and feed efficiency is lowered. An increase in the relative weight of the digestive tract is then to be expected. It is known that feed restriction lengthens the time digesta remain in the digestive tract (LEDIN, 1984) and increases the digestive tract's size (PRUD'HON and CARLES, 1976) by increasing both contents (table 2 A) and container (LEBAS and LAPLACE, 1982). The expected conse-

quence is a alteration in dressing percentage. This is not confirmed by PRUD'HON and CARLES (1976) and LEDIN (1984). However, SCHLOLAUT et al. (1978) show that among New Zealand White rabbits slaughtered at 3.2 kg, a feed restriction of 80 % or 64 % of ingestion at will, reduces the 59.1% dressing percentage to 56.3 % or 55.5 %, respectively (table 2 B). This change in carcass yield is observed in spite of a 16-hour fast which, according to LEDIN (1984), equalizes the digestive contents of 3.2 kg rabbits fed at will or restrained at 65 %.

Feed restriction seems to reduce the carcass yield no matter how long it lasts and when it is applied. LEBAS and LAPLACE (1982), who limited free ingestion to 71 % for three weeks among Californian rabbits slaughtered at 8 or 11 weeks of age, observed a 61.8 % to 57.4 % drop in dressing percentage (table 2 A). OUHAYOUN et al. (1986) compared New Zealand White rabbits fed at will or rationed, from 11 weeks of age on the yield of rabbits slaughtered at 3.0 kg was lower when they were rationed at 80 % than when fed at will (61.6 % vs 62.4 %) ; among rabbits slaughtered at 2.7 kg after a light feed restriction (80 %) or a severe

des lapins Néozélandais Blanc abattus au poids de 3,2 kg, une restriction alimentaire à 80 % ou à 60 % de l'ingestion à volonté réduit le rendement de 59,1 à 56,3 ou 55,5 %, respectivement (tableau 2 B). Cette altération du rendement est observée malgré un jeûne de 16 heures qui, selon LEDIN (1984), égalise les contenus digestifs de lapins de 3,2 kg nourris à volonté ou restreints à 65 %.

Il semble bien que le rationnement réduise le rendement quel que soit sa durée et le moment où celui-ci est appliqué. LEBAS et LAPLACE (1982), qui distribuent 71 % de l'ingestion à volonté pendant trois semaines à des lapins Californien abattus à 8 ou à 11 semaines, observent une baisse de rendement de 61,8 à 57,4 % (tableau 2 A). OUHAYOUN et al. (1986b) comparent des lapins Néozélandais Blanc alimentés à volonté ou rationnés à partir de l'âge de 11 semaines ; le rendement à l'abattage de lapins sacrifiés au poids de 3,0 kg est plus faible en cas de rationnement à 80 % qu'en cas d'alimentation à volonté : 61,6 vs 62,4 % ; chez des lapins abattus au poids de 2,7 kg après un rationnement léger (80 %) ou sévère (54 %), le rendement est d'autant plus faible que la restriction est plus drastique : 61,8 vs 60,7 % (tableau 2 C).

TABLEAU 2 : Effets du rationnement (R) sur le rendement à l'abattage et la composition anatomique (d'après A : PRUD'HON et CARLES, 1976; B : SCHLOLAUT et al., 1978; C : OUHAYOUN et al., 1986 b)
TABLE 2 : Effect of food restriction (R) on slaughter rate and body composition

Régime	Poids vif (kg)	Age (jours)	p. 100 poids vif			p. 100 carcasse	
			Carcasse	Contenu digestif	Peau	Gras périrénal	Foie
A	Témoin	66,5	61,8	10,9	16,3		
	R 71		58,6	16,8	14,4		
B	Témoin	73,4	59,1		17,5	3,2	2,4
	R 80	91,9	56,3		16,5	2,2	3,2
	R 60	132,9	55,5		15,5	1,4	3,9
C	R 80	105	61,8		15,1	5,2	5,3
	R 54	140	60,7		15,2	1,6	3,4

one (54 %), the more drastic the restriction, the lower the carcass yield : 61.8 % vs 60.7 % (table 2 C).

The increase in time required to reach the same live weight alters the balance of the carcass's constituents among rationed rabbits :

- the skeleton size and mineralization of the carcass increase (SCHLOLAUT et al., 1978 ; LEDIN, 1984) ;
- the carcass's fatness decreases ; for example, kidney fat changed from 3.2 % to 1.4 %

L'accroissement du délai nécessaire pour atteindre le même poids vif se traduit, chez les lapins rationnés, par une modification de l'équilibre des constituants de la carcasse :

- augmentation du squelette et de la minéralisation de la carcasse (SCHLOLAUT et al., 1978 ; LEDIN, 1984) ;
- diminution de l'adiposité de la carcasse ; par exemple le gras périrénal passe de 3,2 % à 1,4 % de la carcasse chez des lapins rationnés à 60 %, abattus à 3,2 kg (SCHLOLAUT et al., 1978) ; dans les mêmes conditions de poids et de rationnement, LEDIN (1984) observe une diminution de la teneur en lipides des tissus mous de la carcasse de 11,4 % à 5,8 % ;

TABLEAU 3 : Effets du rationnement (R) sur la composition chimique de la carcasse (d'après SCHLOLAUT et al., 1978)

TABLE 3 : Effect of food restriction (R) on carcass's chemical composition

Régime	Poids (kg)	Age (jours)	Composition chimique %			
			Eau	Protéines	Graisses	Cendres
Témoin	3,2	73,4	60,9	18,6	16,6	3,6
R 80		91,9	65,8	19,4	9,8	3,9
R 60		132,9	67,4	20,0	5,5	4,6

- augmentation des teneurs en eau, en minéraux et en protéines de la carcasse, corrélatives de la diminution de la teneur en lipides (SCHLOLAUT et al., 1978 ; tableau 3).

Une certaine discordance est observée entre les expérimentations quant aux effets du rationnement sur le développement relatif du foie (tableau 2). Ainsi sa proportion diminue chez des lapins abattus à 2,7 kg lorsque leur croissance est ralentie par un rationnement prononcé appliqué à partir de 11 semaines (OUHAYOUN et al., 1986b). En revanche, SCHLOLAUT et al. (1978) observent un accroissement de la proportion du foie chez des lapins abattus au poids de 3,2 kg et rationnés (60 %) depuis l'âge de 4 semaines. Enfin LEBAS et LAPLACE (1982) observent un résultat analogue après 3 semaines seulement de rationnement (71 %) chez des lapins abattus à 8 ou 11 semaines d'âge.

EFFETS DU LEST ALIMENTAIRE

Dans l'alimentation des lapins en croissance, un apport minimum de lest est considéré comme nécessaire (NRC, 1977 ; INRA, 1984) pour assurer un fonctionnement normal du tube digestif. Les essais de valorisation, par le Lapin, de matières premières riches en constituants membranaires, justifient souvent un accroissement marqué du taux de lest, éventuellement aux dépens de la concentration énergétique de la ration.

Dans un grand nombre d'expérimentations, la vitesse de croissance est réduite lorsque le taux de lest est augmenté. On peut donc s'attendre à une réduction du rendement à l'abattage. C'est ce qu'observent MACHIN et al. (1980) qui, en utilisant des régimes contenant de 8,7 à 26,5 % de cellulose brute réduisent la vitesse de croissance de 33,1 à 20,7 g/j et le rendement à l'abattage de 59,1 à 57,5 %, chez des lapins abattus au poids commun de 2,1 kg. La baisse de rendement observée peut être attribuée, d'une part, à l'accroissement du contenu digestif chez les lapins recevant l'aliment riche en lest (293 vs 204 g), d'autre part, à l'augmentation du poids relatif du tractus digestif normalement liée au ralentissement de la vitesse de croissance. Lors de la comparaison d'un aliment concentré et de fourrages chez des lapins abattus aussi au même poids, SCHLOLAUT et al. (1984), observent une baisse du rendement à l'abattage encore plus marquée (tableau 4). Celle-ci est due à une forte augmentation du poids des viscères, qui n'est d'ailleurs pas compensée par la réduction du poids relatif de la peau.

of the carcass in rabbits rationed at 60 % and slaughtered at 3.2 kg (SCHLOLAUT et al., 1978) ; under the same weight and rationing conditions, LEDIN (1984) observed that the proportion of lipids in the carcass's soft tissue decreased from 11.4 % to 5.8 % ;

- in relation to the reduction in the proportion of lipids (SCHLOLAUT et al., 1978), the amounts of water, minerals and proteins in the carcass increase (table 3).

Experiments are controversial as to the effects of feed restriction on the relative development of the liver (table 2). It decreases in proportion among rabbits slaughtered at 2.7 kg when their growth is slowed down by a pronounced feed restriction from 11 weeks on (OUHAYOUN et al., 1986b). But on the other hand, SCHLOLAUT et al. (1978) have observed an increase in liver proportion among rabbits slaughtered at 3.2 kg and rationed (60 %) from 4 weeks old on. Finally, LEBAS and LAPLACE (1982) have noted a similar result after only 3 weeks of feed restriction (71 %) among rabbits slaughtered at 8 or 11 weeks of age.

EFFECTS OF DIETARY FIBER

A minimum dietary intake of fiber is required for growing rabbits in order to guarantee normal functioning of the digestive tract (NRC, 1977 ; INRA, 1984). Experiments done on the valorisation of feed-stuffs rich in cell wall constituents often justify strongly increasing the fiber proportion, possibly at the expense of the diet's energetic concentration.

A large number of experiments have shown that an increase in the proportion of fiber may be followed by a decrease in growth rate. A reduction in the dressing percentage is therefore expected. MACHIN et al. (1980) observed that when using diets containing from

TABLEAU 4 : Effet de la teneur en lest sur la composition anatomique et la composition chimique de la carcasse (d'après SCHLOLAUT et al., 1984)

TABLE 4 : effects of dietary fiber on anatomical and chemical composition of the carcass

Régime	Poids (kg)	Age (jours)	p. 100 poids vif			p. 100 carcasse			
			Carcasse	T. digestif plein	Peau	Foie	Eau	Lipides	Protéines
Concentré	3,0	91	61,3	18,2	15,4	2,9	63	17	18
Concentré + fourrages		166	55,5	26,0	15,1	3,7	73	4	20

Des résultats très similaires ont été trouvés par KIRTON et al. (1971) et par LEBAS (1975b) dans des essais de supplémentation de fourrages par des céréales.

8.7 % to 26.5 % crude fiber, the growth rate decreased from 33.1 to 20.7 g/day and the dressing percentage from 59.1 % to 57.5 % for rabbits slaughtered at a constant weight of 2.1 kg. This observed drop in carcass yield can be attributed partly to the increase in digestive contents in rabbits receiving the fiber-rich diet (293 vs 204 g), and partly to the increase in the digestive tract's relative weight which is usually linked with a slackening growth rate. When comparing a concentrated diet with fodder, given to rabbits that were slaughtered at the same weight, SCHLOLAUT et al. (1984) observed an even more pronounced reduction in dressing percentage (table 4). This is due to a high increase in the weight of the viscera, which is not compensated for by the relative reduction in skin weight. Very similar results were found in experiments by KIRTON et al. (1971) and by LEBAS (1975b) who supplemented the fodder with cereals.

Lorsque la vitesse de croissance n'est pas réduite (AUXILIA et al., 1979 ; LEBAS et al., 1982 ; MASOERO et al., 1984), le rendement à l'abattage n'est pas modifié même si les taux de cellulose brute diffèrent sensiblement entre les aliments expérimentaux : 16 % à 20 % ou 12 % à 27 % par exemple (tableau 5). Ceci n'est pas surprenant quand on sait qu'un accroissement de la teneur en lest de l'aliment accélère la vitesse du transit digestif (LEBAS et LAPLACE, 1977) ce qui ne nécessite *a priori* aucun hyper-développement des organes de digestion. Il semble donc que la diminution du rendement à l'abattage qui est observée, lorsque la teneur en lest de la ration est accrue, soit la conséquence plus d'une réduction de la vitesse de croissance que d'un effet direct du taux de lest.

When the growth rate is not reduced (AUXILIA et al., 1979 ; LEBAS et al., 1982 ; MASOERO et al., 1984), the dressing percentage is not altered, even if the proportion of crude fiber differs considerably between the experimental diets : for example, 16 % to 20 % or 12 % to 27 % (table 5). This appears logical when one knows that increasing the amount of dietary fiber accelerates the digestive transit (LEBAS and LAPLACE, 1977), which at first sight requires no over-development of the digestive organs. It therefore seems that when the amount of dietary fiber is raised, the noted decrease in dressing percentage is rather due to a slowing down of the growth rate than to a direct effect of the fiber proportion.

When the growth rate is reduced by fiber intake, the carcasses of rabbits slaughtered at the same weight are less fatty, their bones are more developed, and the carcass's edible part is diminished. Its chemical composition is also modified : more water and proteins and less lipids (SCHLOLAUT et al., 1984). It is worth noting that AUXILIA et al. (1979) observed that increasing the proportion of fiber caused a slight but significant reduction in the carcass's fatness without altering the growth rate or dressing percentage.

TABLEAU 5 : Effet de la teneur en cellulose brute sur le rendement à l'abattage, en l'absence d'effet sur la vitesse de croissance (d'après A : AUXILIA et al., 1979; B. LEBAS et al., 1982; C. MASOERO et al., 1984)

TABLE 5 : Effects of dietary crude fiber level on dressing percentage, without any significant effect on growth rate

Taux de cellulose brute (%)	Vitesse de croissance (g / j)	Rendement à l'abattage (%)
A	15,9	60,9
	20,2	60,4
B	12,4	60,1
	26,9	59,6
C	13,9	59,4
	16,9	59,4

Lorsque la vitesse de croissance est réduite par l'apport de lest, au même poids d'abattage, la carcasse est moins grasse, les os sont plus développés, la partie comestible de la carcasse est réduite. Sa composition chimique est également modifiée : plus d'eau et de protéines, moins de lipides (SCHLOLAUT et al., 1984). Il est à remarquer qu'AUXILIA et al. (1979) observent une réduction faible mais significative de l'adiposité de la carcasse avec l'accroissement du taux de lest, sans modification de la vitesse de croissance ni du rendement à l'abattage.

EFFETS DES APPORTS D'AZOTE ET D'ÉNERGIE

Équilibre des protéines

Pour une croissance maximum des lapins, les protéines alimentaires doivent respecter certains équilibres de leurs acides aminés (NRC, 1977 ; INRA, 1984). Les écarts à ces normes entraînent des variations de croissance post sevrage. Lors des essais visant à déterminer les besoins, quelques auteurs ont étudié l'influence de la teneur de la ration en certains acides aminés indispensables sur la composition corporelle des lapins.

Un apport insuffisant de méthionine altère la vitesse de croissance et l'efficacité alimentaire. A l'âge de 90 jours, selon CSAJKOWSKA et al. (1980), ni le rendement à l'abattage, ni la composition de la carcasse et la viande ne sont modifiés. Chez des lapins plus jeunes (77 jours), BERCHICHE et LEBAS (1984) observent une diminution du rendement à l'abattage de 59,0 à 57,7% lorsque la teneur en acides aminés soufrés de l'aliment passe de 0,62 à 0,37% ; mais dans une seconde série expérimentale similaire, cet effet de la teneur en acides aminés soufrés n'est pas retrouvé (BERCHICHE, 1985). En outre, dans aucune de ces expérimentations, la composition de la carcasse n'est modifiée : ni la proportion de foie, ni l'adiposité périrénale ou le rapport muscle/os (tableau 6 A). Un apport excessif d'acides aminés soufrés (2,4 % vs 0,75 %)

EFFECTS OF NITROGEN AND ENERGY INTAKES

Protein balance

In order for rabbits to reach their maximum growth rate, dietary proteins must maintain certain amino acids balances (NRC, 1977 ; INRA, 1984). Deviations from these standards cause variations in post-weaning growth. With the aim of determining these needs, several authors have studied the influence of the proportion of certain essential amino acids in the diet on the body composition of rabbits.

An insufficient intake of methionine alters the growth rate and feeding efficiency. According to CSAJKOWSKA et al. (1980), at 90 days of age, neither the dressing percentage nor the carcass and meat composition are modified. In younger rabbits (77 days old), BERCHICHE and LEBAS (1984) observed a reduction in dressing percentage from 59.0 % to 57.7 % when the proportion of sulfur amino acids in the diet was lowered from 0.62 % to 0.37 %. However, in a second and similar experiment, this sulfur amino acid effect did not appear (BERCHICHE, 1985). Furthermore, none of these studies showed a change in carcass composition (liver proportion, kidney fat, muscle/bone ratio)(table 6 A). An excess intake of sulfur amino acids (2.4 % vs 0.75 %) slackens both growth rate and dressing percentage : 54.0 % vs 55.3 % among animals slaughtered at 2.7 kg (SCHLOLAUT et al., 1973), despite a reduction in relative skin weight : 14.7 % vs 15.7 % (table 6 B). This decrease in dressing percentage therefore results from a marked increase in the relative weight of the diges-

TABLEAU 6 : Effet de l'équilibre des acides aminés soufrés de la ration sur les performances productives et les qualités bouchères (d'après A : BERCHICHE, 1985; B : SCHLOLAUT et al., 1973)
TABLE 6 : Effects of dietary sulfur aminoacids equilibrium on growth performances and carcass quality

Teneur en AAS p. 100	Poids (kg)	Age (jours)	Indice consommation	p. 100 poids vif		p. 100 carcasse		Muscle/os membre postérieur
				Carcasse	Peau	Gras périrénal	Foie	
A	0,37	77	3,51	57,7		1,9	7,5	6,25
	0,62		3,33	59,0		2,4	7,8	6,47
B	0,75	90	2,84	55,3	15,7	2,3		
	2,40	101	3,08	54,0	14,7	1,6		

tive tract, which is due to an increase in the time necessary to reach 2.7 kg. Finally, the carcass's fatness is significantly lowered: kidney fat amounts to 1.6 % of the carcass in rabbits fed a diet too rich in sulfur amino acids, but 2.3 % in rabbits consuming an optimum amount of sulfur amino acids.

Reducing the lysine supply in the diet from 0.75 % to 0.45 % causes a decrease in growth rate but no significant change in dressing percentage (COLIN and ALLAIN, 1978). CSAJKOWSKA et al. (1980) confirm that the decrease in weight gain that results from a reduction in the amount of lysine in the diet causes no change in carcass quality. Finally, a reduced threonine supply (0.46 % vs 0.58 % in the diet) causes a decrease in growth rate but no significant modification in the dressing percentage and carcass composition data (BERCHICHE, 1985).

The presence of an ureolytic flora in the stomach and the cecum of rabbits, and the positive nitrogen balance observed by SALSE and RAYNAUD (1977) with rabbits receiving urea through a cecum canula, suggest rabbit is able to utilize non-proteic nitrogen. NIEDZWIADK et al. (1975) replaced 3 % or 6 % of the proteins with a urea supply (1 % or 2 %), keeping the diets isonitrogenous. A 3 % reduction in the proportion of true protein (from 19 % to 16 %) did not cause any variation in growth rate, whereas repeating the reduction (from 16 % to 13 %) resulted in a significant slowdown in growth rate. When rabbits were compared at a constant weight of 2.0 kg, none of their body characteristics were modified, whatever the extent to which proteinic nitrogen was substituted by ureic nitrogen.

Energy-protein relationship

When proteins are balanced in essential amino acids, the optimum nitrogen rate (the lowest rate that guarantees maximum growth) increases with the energetic concentration in the diet (LEBAS, 1983).

If the protein level is quantitatively sufficient according to the energy concentration, rabbits ingest less of the diet when digestible or metabolizable energy becomes more concentrated (LEBAS, 1975b; BOMBEKE et al., 1978; SPREADBURY and DAVIDSON, 1978; DEHALLE, 1981). In their experimental diets, many authors have modified either the protein supply, with a constant energetic concentration, or the digestible energy supply, with a fixed protein level. In both cases, the protein to energy ratio is modified. Thus, it is usually very difficult to distinctly attribute the recorded consequences to variations in energy or in proteins, or to the combination of both. In addition the energy concentration (as digestible, metabolizable or net energy) is frequently only calculated and then not very precise; the direct determination with rabbits is too rare. Moreover, to obtain the energetic or proteic variations of diets, the authors modify widely the formulas. Then, the effects observed may result from factors not taken in account during formulation.

réduit la vitesse de croissance mais aussi le rendement à l'abattage : 54,0 vs 55,3 % chez des animaux abattus au poids de 2,7 kg (SCHLOLAUT et al., 1973), malgré une réduction du poids relatif de la peau : 14,7 vs 15,7 % (tableau 6 B). La diminution du rendement à l'abattage résulte donc d'une progression importante du poids relatif du tractus digestif. Celle-ci est due à l'accroissement du délai mis pour atteindre le poids de 2,7 kg. Enfin, l'adiposité de la carcasse est significativement réduite : le gras périrénal représente 1,6 % de la carcasse chez les lapins recevant l'aliment trop riche en acides aminés soufrés mais 2,3 % chez les lapins consommant l'aliment à niveau d'acides aminés soufrés optimum.

Une réduction de l'apport de lysine de 0,75 à 0,45 % de la ration entraîne une réduction de la vitesse de croissance mais pas de modification significative du rendement à l'abattage (COLIN et ALLAIN, 1978). CSAJKOWSKA et al. (1980) confirment que la diminution du gain de poids liée à la réduction du taux de lysine de la ration n'entraîne aucune modification des qualités bouchères. Enfin, une réduction de l'apport de thréonine (0,46 vs 0,58 % de l'aliment) se traduit par une altération de la vitesse de croissance mais sans modification significative du rendement à l'abattage et de la composition de la carcasse (BERCHICHE, 1985).

La présence d'une flore uréolytique dans l'estomac et le caecum du Lapin (CANDAU et al., 1980) et les bilans azotés positifs obtenus par SALSE et RAYNAUD (1977) avec des lapins sous perfusion intracaecale d'urée, suggèrent que cet animal est apte à utiliser l'azote non protéique. NIEDZWIADK et al. (1975) étudient le remplacement de 3 ou 6 % de protéines par un apport d'urée (1 ou 2 %) maintenant les régimes iso-azotés. La réduction de 3 % du taux de protéines (de 19 à 16 %) n'entraîne pas de variation de la vitesse de croissance, alors qu'une nouvelle réduction de même ampleur (de 16 à 13 %) se traduit par un ralentissement significatif de la vitesse de croissance. Quelque soit le niveau de substitution de l'azote protéique par de l'azote uréique, aucune caractéristique corporelle n'est modifiée, lorsque les lapins sont comparés au poids commun de 2,0 kg.

Relation Energie-Protéines

Lorsque les protéines sont équilibrées en acides aminés indispensables, le taux azoté optimum (taux le plus faible assurant la croissance maximum) s'accroît avec la concentration énergétique de l'aliment (LEBAS, 1983).

Si l'apport de protéines est satisfaisant, au plan quantitatif, par rapport à l'énergie, l'ingestion d'aliment par les lapins diminue lorsque la concentration en énergie digestible ou métabolisable s'accroît (LEBAS, 1975b; BOMBEKE et al., 1978; SPREADBURY et DAVIDSON, 1978; DEHALLE, 1981). De nombreux auteurs ont fait varier dans leurs aliments expérimentaux, soit l'apport de protéines, à concentration énergétique constante, soit l'apport d'énergie digestible à taux protéique fixe. Dans les deux cas, le rapport protéines/énergie est modifié. De ce fait, il est généralement très difficile d'attribuer spécifiquement les conséquences enregistrées aux variations de l'énergie, des protéines ou au rapport des deux. En outre, les teneurs en énergie (digestible, métabolisable ou nette) sont le plus souvent estimées par calcul donc peu sûres; elles ne sont que trop rarement mesurées directement avec des lapins. De plus pour faire varier les concentrations énergétique ou (et) protéique, les auteurs sont conduits à modifier considérablement les formules alimentaires. Les effets observés alors peuvent résulter de facteurs non contrôlés lors de la formulation.

des aliments expérimentaux. Les différences de niveau énergétique sont souvent obtenues par adjonction de lipides (lest constant). Ces lipides peuvent avoir un effet propre sur la composition des graisses du lapin ; cet aspect sera traité de façon indépendante en fin de chapitre.

Pour une même concentration énergétique, lorsque la variation du taux protéique n'entraîne aucune modification de la vitesse de croissance, le rendement à l'abattage ne varie pas (RICO et MENCHACA, 1973 ; RAIMONDI et al., 1973 ; MARTINA et al., 1974 ; DEHALLE, 1981). Lorsque les auteurs s'intéressent à la composition corporelle, ils observent une adiposité réduite chez les lapins recevant les régimes les plus riches en protéines (RICO et MENCHACA, 1973 ; RAIMONDI et al., 1973 [tableau 7 A] ; OUHAYOUN et CHERIET, 1983 [tableau 7 B]). Pour leur part, RAIMONDI et AUXILIA (1974) n'observent pas d'effet sur la vitesse de croissance d'un enrichissement précoce de l'aliment en protéines, entre le sevrage et l'âge de 56 jours, mais notent une réduction de la proportion de la partie arrière de la carcasse chez les lapins ayant consommé cet aliment et sacrifiés à l'âge de 91 jours.

Differences in the energetic level are often obtained by adding lipids (fiber being constant). These lipids can have a specific effect on the rabbit's fat composition ; this will be studied independently at the end of this section

At a constant energetic concentration, when the variation in the proportion of protein causes no alteration in growth rate, the dressing percentage does not vary (RICO and MENCHACA, 1973 ; RAIMONDI et al., 1973 ; MARTINA et al., 1974 ; DEHALLE, 1981). Authors interested in body composition have observed reduced fatness in rabbits fed at the highest protein level (RICO and MENCHACA, 1973 ; RAIMONDI et al., 1973 [table 7 A] ; OUHAYOUN and CHERIET, 1983 [table 7 B]). RAIMONDI and AUXILIA (1974) found that an early protein enriched diet consumed between weaning and 56 days of age had no effect on the growth rate, but they did note a proportional reduction of the carcass's back parts in rabbits fed this diet and slaughtered at 91 days of age.

TABLEAU 7 : Effet du niveau proteique (concentration énergétique constante) sur les qualités bouchères du lapin (EN : énergie nette; ED : énergie digestible) (d'après A : RAIMONDI et al., 1973; B. OUHAYOUN et CHERIET, 1983)

TABLE 7 : Effect of proteic dietary level (energetic concentration constant) on carcass quality in the rabbit (EN : net energy; ED : digestible energy)

Energie (kcal/kg)	Protéines brutes (p. 100)	Age (jours)	Poids (kg)	Rendement abattage (p. 100)	Gras périrénal (p. 100 carcasse)	Lipides viande (p. 100 M.S.)
A 1600 (EN)	20,0	91	2,96	56,3	1,9	29,0
	17,6		3,03	56,7	2,2	31,4
B 2400 (ED)	17,2	77	2,27	58,2	1,6	
	13,8			58,0	2,4	

L'effet du niveau protéique sur la croissance et la composition corporelle dépend de la concentration énergétique de l'aliment. Ainsi, MARTINA et al. (1974) n'observent pas de différence de croissance et de rendement à l'abattage chez des lapins recevant des aliments isoénergétiques (2400 kcal EM/kg) et titrant 16 ou 18 % de protéines. Mais avec une teneur en énergie plus élevée (2550 kcal EM/kg), l'aliment ne contenant que 16 % de protéines dégrade les performances de croissance et d'abattage (tableau 8). Si pour un taux protéique donné, la concentration énergétique de l'aliment est trop élevée, l'ingestion de protéines se trouve limitée et, par conséquent, la vitesse de croissance est ralentie. Chez des lapins abattus aux environs de 2,3 kg, LANARI et al. (1973) observent, dans ce cas, une diminution significative de la teneur en protéines et une augmentation de la teneur en lipides de la carcasse (tableau 9 A). Ceci peut être, a priori paradoxalement, accompagné (tableau 9 B) d'une réduction du poids relatif du tissu adipeux périrénal (OUHAYOUN et CHERIET, 1983). En fait, la réduction de

The effect the protein level has on growth and body composition depends on the diet's energetic concentration. MARTINA et al. (1974) found no difference in growth and dressing percentage in rabbits given isoenergetic diets (2400 kcal EM/kg) containing 16% or 18% proteins. However, due to its higher energy content (2550 kcal EM/kg), a diet with only 16 % proteins reduces growth and dressing performances (table 8). If the diet's energetic concentration is too high for a given protein amount, protein ingestion is inhibited and consequently the growth rate is slowed down. In this case, in rabbits slaughtered at about 2.3 kg, LANARI et al. (1973) found a significant reduction in the protein level and an increase in the carcass's lipid level (table 9 A). In an apparent paradox (table 9 B), this can be accompanied by a decrease in the relative weight of kidney fat (OUHAYOUN and CHERIET, 1983). But in fact, the reduction in growth rate slows down the development of the latest growing adipose tissue zone (kidney fat), whereas the energetic level of the diet favors early intermuscular lipids which repre-

sent a relative constant part of total body lipids (VEZINHET and PRUD'HON, 1975).

In the heaviest rabbits (2.7-3.0 kg), the drop in growth rate that is due to an excessive dietary energetic level, causes a decreased fatness on all levels (RAIMONDI et al., 1973). LEDIN (1982) found that two diets containing either 3100 or 2700 kcal of digestible energy per kg and either 18 % or 14.5 % crude proteins, respectively, had no differential effect on weight growth between weaning and 3.2 kg and on the dressing percentage. However, the diet with the highest digestible protein/digestible energy ratio (41.2 vs 35.8 g/1000 kcal) produced less fatty carcasses, as is recorded in experiments focusing on a variation in the protein level at a constant energetic concentration.

The dressing percentage is most often improved when the growth rate is increased by a more elevated protein intake at a constant energetic level (best satisfaction of needs), whether rabbits are slaughtered at the same age (MARTINA et al., 1974 ; OUHAYOUN and CHERIET, 1983) or at the same weight (OUHAYOUN and DELMAS, 1980). When an improvement in dressing percentage takes place, it is due to a reduction in weight of the digestive tract with or without a lowering in skin proportion. Rabbits fed a protein-poor diet and slaughtered at the same live weight (2.4 kg), have a relatively small liver (OUHAYOUN and DELMAS, 1980). The opposite is found when they are slaughtered at the same age (11 weeks old), and therefore, at different live weights (OUHAYOUN and CHERIET, 1983).

Energy sources

The most currently used method for varying the amount of digestible energy in the diet is replacing a part of the easily digestible glucids (starch, sugars,

TABLEAU 8 : Effet des niveaux protéiques et énergétiques (énergie métabolisable) sur les performances d'abattage du lapin âgé de 90 jours (d'après MARTINA et al., 1974)

TABLE 8 : Effects of dietary proteic and energetic (metabolism energy) levels on slaughter performances in rabbits at the age of 90 days

Energie (kcal EM/kg)	2400		2550	
	16	18	16	18
Protéines (p. 100)				
Poids (kg)	2,12	2,15	1,83	2,39
Rendement abattage (p. 100)	55,0	54,4	52,7	56,6

la vitesse de croissance retarde la mise en place de la localisation la plus tardive du tissu adipeux (gras périrénal) alors que le niveau énergétique de l'aliment favorise les graisses intermusculaires qui représentent une fraction relativement constante des graisses corporelles (VEZINHET et PRUD'HON, 1975).

La dépression de la vitesse de croissance, due à un niveau énergétique alimentaire excessif, se traduit, chez des lapins plus lourds (2,7-3,0 kg), par une réduction de l'adiposité à tous les niveaux (RAIMONDI et al., 1973). LEDIN (1982) n'observe pas d'effet différentiel sur la croissance pondérale entre le sevrage et le poids de 3,2 kg et sur le rendement à l'abattage, de deux aliments contenant 3100 ou 2700 kcal d'énergie digestible par kg et 18 ou 14,5 % de protéines brutes, respectivement. Toutefois, l'aliment ayant le rapport protéines digestibles/énergie digestible le plus élevé (41,2 vs 35,8 g/1000 kcal) conduit à des carcasses moins grasses, comme cela est enregistré dans les essais portant sur une variation du niveau protéique à concentration énergétique constante.

TABLEAU 9 : EFFET D'UN EXCES D'ENERGIE PAR RAPPORT A LA TENEUR PROTEIQUE SUR LES QUALITES BOUCHERES DU LAPIN. (EN et ED : VOIR TABLEAU 5) (d'après A : LANARI et al., 1973; B : OUHAYOUN et CHERIET, 1983)

TABLE 9 : EFFECT OF ENERGY EXCESS ACCORDING TO THE DIETARY PROTEIN LEVEL ON CARCASS QUALITY IN THE RABBIT. (EN and ED : SEE TABLE 5)

Energie (kcal/kg)	Protéines brutes (p. 100)	Age (jours)	Poids (kg)	Rendement abattage (p. 100)	p. 100 carcasse		
					Lipides	Protéines	Gras périrénal
A 1800 (EN) 2100	19,0	78	2,40	59,3	34,6 ⁽¹⁾	55,3 ⁽¹⁾	
			2,20	61,6	40,4 ⁽¹⁾	50,7 ⁽¹⁾	
B 2400 (ED)	13,8	77	2,27	58,0	10,2	21,2	2,4
	10,4		1,90	57,0	10,9	20,6	2,1

(1) p. 100 matière sèche ; (1) p.100 DM

Lorsque la vitesse de croissance est accrue par un apport plus élevé de protéines, le niveau énergétique étant constant (meilleure couverture des besoins), le rendement à l'abattage est le plus souvent amélioré, qu'il s'agisse de lapins abattus au même âge (MARTINA et al., 1974 ; OUHAYOUN et CHERIET, 1983) ou au même poids (OUHAYOUN et DELMAS, 1980). Lorsqu'elle existe, l'amélioration du rendement à l'abattage est due à une réduction de poids du tractus digestif accompagnée ou non d'une diminution de la proportion de la peau. Abattus au même poids vif (2,4 kg), les lapins élevés avec un régime pauvre en protéines ont un foie relativement réduit (OUHAYOUN et DELMAS, 1980) ; l'inverse est observé quand ils sont abattus au même âge (11 semaines) et, donc, à poids vifs différents (OUHAYOUN et CHERIET, 1983).

Sources d'énergie

Pour faire varier la teneur en énergie digestible d'un aliment, la méthode la plus courante consiste à remplacer une partie des glucides facilement digestibles (amidon, sucres, ...) par des glucides membranaires peu digestibles. L'influence de ce type de substitution a été abordé dans le chapitre relatif au lest alimentaire. Une autre voie est l'addition de matières grasses qui doit permettre d'accroître la concentration énergétique sans modification de la teneur en lest. Qu'il s'agisse de graisses d'origine animale ou végétale (RAIMONDI et al., 1974), ou de différentes origines végétales (CORINO et al., 1981), pour une addition donnée de lipides, les performances productives (vitesse de croissance, efficacité alimentaire, rendement à l'abattage) ne sont pas affectées par la nature de ces lipides. De même, le type de graisse (suif vs arachide) ne modifie pas la teneur en lipides du tissu musculaire (RAIMONDI et al., 1975). La supplémentation en lipides d'un régime de base dans lequel l'essentiel de l'énergie est apporté par les glucides reprime la production d'acides gras endogènes, en particulier les acides palmitique et oléique. L'équilibre résultant sur le profil en acides gras des lipides structuraux et de réserve est donc d'autant plus déplacé que le profil des acides gras alimentaire est différent de celui des acides gras endogènes et que le taux d'incorporation de matières grasses dans l'aliment est élevé (RAIMONDI et al., 1975 ; CORINO et al., 1983 ; OUHAYOUN et al., 1986). Par exemple, une supplémentation en suif de boeuf, riche en acides gras saturés (C16:0 et C18:0) entraîne une plus forte saturation des lipides corporels qu'une supplémentation en huile d'arachide riche en acides gras insaturés (C18:1 et C18:2). Le rapport des acides gras saturés aux acides gras insaturés (S/I) passe de 0,54 dans le cas du suif à 0,38 pour l'huile d'arachide dans le tissu adipeux périrénal (RAIMONDI et al., 1975). L'incorporation dans l'aliment, au taux de 40 %, d'une matière première riche en lest et en graisses monoinsaturées, comme les pellicules de colza, réduit fortement la saturation des lipides alimentaires : S/I = 0,12 vs 0,24 et celle du tissu adipeux périrénal : S/I = 0,28 vs 0,64 (OUHAYOUN et al., 1981).

Le remplacement d'une partie des glucides digestibles de la ration par des matières grasses entraîne des variations de la composition en acides gras des lipides corporels. Celles-ci s'expriment par des différences de stabilité thermique des graisses, mais aussi par des différences de stabilité chimique, du point de vue de la lipolyse et de l'oxydation, différences qui sont moins mises en évidence par l'analyse sensorielle de la viande (OUHAYOUN et al., 1986a)

etc.) by less digestible cell wall glucids. Consequences resulting from this kind of substitution have been dealt with in the section on dietary fiber. Another method, adding fats, should allow increasing the energetic concentration without modifying the fiber level. Whether one uses animal or vegetable fat (RAIMONDI et al., 1974), or various vegetable fats (CORINO et al., 1981), for a given lipid supplement, the nature of these lipids does not affect productive performances (growth rate, feed efficiency, dressing percentage). Similarly, the type of fat (tallow vs ground nut) does not modify the amount of lipids in muscular tissue (RAIMONDI et al., 1975). Adding lipids to a basic diet in which glucids supply most of the energy, inhibits the production of endogenous fatty acids, particularly palmitic and oleic acids. Therefore, the more the dietary fatty acid profile differs from that of endogenous fatty acids, and the higher the level of incorporation of fats in the diet, the more the resulting balance of the fatty acid profile in the structural and reserve lipids will be modified (RAIMONDI et al., 1975 ; CORINO et al., 1983 ; OUHAYOUN et al., 1986a). For example, adding beef tallow which is rich in saturated fatty acids (C16:0 and C18:0) causes a higher body lipid saturation than ground nut oil which is rich in unsaturated fatty acids (C18:1 and C18:2). The ratio of saturated to unsaturated fatty acids (S/U) shifts from 0.54 for tallow to 0.38 for ground nut oil, in kidney fat (RAIMONDI et al., 1975).

Adding to the diet 40 % of a feedstuff rich in fiber and monounsaturated fats, such as rapeseed hulls, strongly reduces dietary lipid saturation : S/U = 0.12 vs 0.24, and that of kidney fat : S/U = 0.28 vs 0.64 (OUHAYOUN et al., 1981).

The variations in the fatty acid composition of body lipids that result from substitution of digestible glucids with dietary fats can have two main consequences : a modification in the thermal stability of fat deposits and a difference in their chemical stability, i.e. proneness to lipolysis or to oxydation; the variations in chemical stability may be detected through organoleptic tests (OUHAYOUN et al., 1986a).

CONCLUSION

This bibliographical analysis shows the rarity of studies that use carcass quality criteria when experimenting on dietary balances among growing rabbits and aiming at defining dietary recommendations.

When the growth rate is improved by a balanced or a more plentiful diet, the dressing percentage of rabbits slaughtered at the same weight is generally found to go up. Among rabbits slaughtered at the same age, an increase in growth rate is found to cause either an improvement, or a maintained dressing percentage. Thus, in most cases, the variation in dressing percentage caused by diet-induced modifications in growth rate, is due to the specific laws governing the relative growth of tissues. Rabbits with a relatively slow-growing digestive tract, and even skin, give a high dressing percentage. A reduction in the relative growth rate of these two early developing tissues favors the relative growth of later developing tissues : muscle and especially adipose tissue. Consequently, the improvement in dressing percentage is almost always accompanied by an increase in the proportion of adipose and sometimes muscular tissue.

When the growth rate is not modified by dietary manipulation, the dressing percentage does not change even if the fiber content varies widely. Dietary composition sometimes affects the later developing tissues (adipose tissue, for example). Thus, an excessive amount of proteins reduces the carcass's fatness.

Finally, the liver of rabbits is an exceptionally developed organ. It represents more than 7 % of a commercial carcass (1.3 kg), whereas dissectable fat as a whole only represents 4 %. When comparing experiments, diet-induced variations in the proportional weight of the liver are contradictory. This may be due to the fact that experimental rabbits are slaughtered at weights where allometry changes (1.6-2.4 kg). Furthermore, it is advisable to remember that the liver acts as a buffer between the absorption of nutrients and their metabolic utilization.

CONCLUSION

En conclusion de cette analyse de la bibliographie, nous devons retenir la rareté relative des études portant sur les équilibres alimentaires chez le lapin en croissance, prenant en considération des critères de qualité bouchère et ayant pour objet de définir des recommandations alimentaires.

Lorsque la vitesse de croissance est améliorée par un aliment équilibré ou distribué plus largement, on observe généralement une augmentation de rendement à l'abattage chez les lapins abattus au même poids. Chez les lapins abattus au même âge, on observe une amélioration, soit un maintien du rendement à l'abattage en réponse à l'accroissement de la vitesse de croissance. Ainsi dans la majorité des cas la variation du rendement à l'abattage qui résulte des modifications de la vitesse de croissance, induites par la ration alimentaire, est celle qui résulte des lois générales de la croissance relative des tissus. Un fort rendement à l'abattage est obtenu chez les lapins dont le tractus digestif, voire la peau, ont une croissance relative réduite. La dépression de vitesse de croissance relative de ces deux derniers tissus, de développement précoce, est favorable à la croissance relative des tissus de mise en place plus tardive : muscle et surtout tissu adipeux. Par conséquent, l'amélioration de rendement à l'abattage est presque toujours accompagnée d'un accroissement de la proportion de tissu adipeux et parfois de tissu musculaire.

Lorsque la vitesse de croissance n'est pas modifiée par le traitement alimentaire, il en est de même pour le rendement à l'abattage, même si le taux de lest est très variable. Les tissus tardifs (tissus adipeux par exemple) montrent parfois une certaine sensibilité à la composition de l'aliment. Ainsi un excès de protéines réduit l'adiposité des carcasses.

Enfin, le foie est, chez le lapin, un organe particulièrement développé. Il représente plus de 7 % d'une carcasse commerciale (1,3 Kg) alors que l'ensemble du gras dissecable n'en représente qu'environ 4 %. Les variations de la proportion du poids de foie en réponse aux facteurs alimentaires sont contradictoires d'une expérience à l'autre. Ceci est, peut-être, expliqué par un abattage des lapins expérimentaux à un poids situé dans la zone de changement d'allométrie (1,6 - 2,4 Kg). En outre, il convient de rappeler que le foie est un organe tampon situé entre l'absorption des nutriments et leur utilisation métabolique.

Reçu le 12 septembre 1986
Accepté le 27 novembre 1986

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AUXILIA M.T., MASOERO G., TERRAMOCCIA S., 1979. Impiego di mais disidratato integrale nelle diete per conigli in accrescimento. *Ann. Ist. Sper. Zootec.*, **12**, 43-50.
- BERCHICHE M., LEBAS F., 1984. Supplémentation en méthionine d'un aliment à base de féverole : effets sur la croissance et les caractéristiques de la carcasse des lapins. Troisième Congrès Mondial de Cuniculture, avril, Rome, Vol. 1, 391-398.
- BERCHICHE M., 1985. Valorisation des protéines de la féverole par le Lapin en croissance. Thèse, Institut National Polytechnique de Toulouse.
- BOMBEKE A., OKERMAN F., MORMANS R., 1978. L'influence de la granulation à sec et à la vapeur des rations à teneurs différentes en énergie sur les résultats de production des lapins de chair. *Revue de l'Agriculture*, **31**, 945-955.
- CANDAU M., FIORAMONTI J., TOUITOU M., 1980. Sites de dégradation de l'urée dans le tube digestif du lapin. *Memoire IIème Congrès Mondial de Cuniculture, Barcelone avril 1980, Vol. 1*, 81-89.
- CANTIER J., VEZINHET A., ROUVIER R., DAUZIER L., 1969. Allométrie de croissance chez le Lapin (*Oryctolagus cuniculus*). 1/ Principaux organes et tissus. *Ann. Biol. anim. Biochim. Biophys.*, **9**, 5-39.
- CHERIET S., 1983. Etude comparée de lapins d'une souche sélectionnée sur la vitesse de croissance et de lapins provenant d'élevages traditionnels. Effets des équilibres alimentaires sur les performances productives. Thèse, Institut National Polytechnique de Toulouse.
- COLIN M., ALLAIN D., 1978. Etude du besoin en lysine du Lapin en croissance en relation avec la concentration énergétique de l'aliment. *Ann. Zootech.*, **27**, 17-31.
- CORINO C., DELL'ORTO V., PEDRON O., BIGOLI A., 1981. Composizione acidica degli oli ad uso zootecnico aggiunti alle diete per conigli. Effetti su alcune performances e sulla composizione acidica del grasso di deposito perirenale. *Coniglicoltura*, **18**, 33-36.
- CZAJKOWSKA J., JEDRYKA J., KAWINSKA J., NIEDZWIADK S., RYBA Z., 1980. Obnizenie poziomu bialka w tuczu krolek przy zastosowaniu aminokwasow syntetycznych. *Rocz. Nauk. Zoot.*, **7**, 289-298.
- DEHALLE C., 1981. Equilibre entre les apports azotés et énergétiques dans l'alimentation du Lapin en croissance. *Ann. Zootech.*, **30**, 197-208.
- I.N.R.A., 1984. L'alimentation des animaux monogastriques : porc, lapin, volailles. I.N.R.A. édité., Paris, 282 p.
- KIRTON A.H., JOYCE J.P. and RATTRAY P.V., 1971. Utilization of pasture and barley by rabbits. II -Slaughter and carcass information. *N.Z. Journal of Agricultural Research*, **14**, 180-184.
- LANARI D., PARIGI-BINI R., CHIERICATO G.M., 1972. Effetto della grassatura e di diversi rapporti energie-di conigli da carne. *Rivista di zootecnia*, **45**, 337-348.
- LEBAS F., 1969. Influence du jeûne et du transport sur les performances à l'abattage de lapins âgés de 12 semaines. *C.R.Acad. Agr. France*, **55**, 1007-1010.
- LEBAS F., 1975a. Influence du niveau énergétique de l'aliment sur les performances de croissance chez le Lapin. *Ann. Zootech.*, **24**, 281-288.
- LEBAS F., 1975b. Le lapin de chair. Ses besoins nutritionnels et son alimentation pratique. I.T.A.V.I. édité., Paris, 50 p.
- LEBAS F., 1983. Bases physiologiques du besoin protéique des lapins. Analyse critique des recommandations. *Cunicultures*, **1**, 16-27.
- LEBAS F., 1985. Résultats non publiés.
- LEBAS F., LAPLACE J.P., 1977. Growth and digestive transit in the rabbit. Variations determined by physical form, composition and crude fiber content of the feed. *Ann. Biol. anim. Biochim. Biophys.*, **17**, 535-538.
- LEBAS F., LAPLACE J.P., DROUMENQ P., 1982. Effet de la teneur en énergie de l'aliment chez le Lapin. Variation en fonction de l'âge des animaux et de la séquence alimentaire. *Ann. Zootech.*, **31**, 233-256.
- LEBAS F., LAPLACE J.P., 1982. Mensurations viscérales chez le Lapin. 4 - Effets de divers modes de restriction alimentaire sur la croissance corporelle et viscérale. *Ann. Zootech.*, **31**, 391-430.
- LEDIN I., 1982. Effect of feeding two pelleted diets with differing energy density on growth, food conversion, organ growth and carcass composition in rabbits. *Swedish J. agric. Res.*, **12**, 89-93.
- LEDIN I., 1984. Effect of restricted feeding and reallimentation on compensatory growth, carcass composition and organ growth in rabbit. *Ann. Zootech.*, **33**, 33-50.
- MACHIN D.H., BUTCHER C., OWEN E., BRYANT M., OWEN J.E., 1980. The effects of dietary metabolizable energy concentration and physical form of the diet on the performance of growing rabbits. Deuxième Congrès Mondial de Cuniculture, avril, Barcelone, Vol. 2, 65-75.

- MARTINA C., DAMIAN C., PALAMARU E., 1974.** Retete de nutreturi combinate-granulate cu diferite nivele energo-proteice pentru cresterea si ingrasarea tineretului cunicul. Lucrarile stiintifice ale Institutului de Cercetari pentru Nutritia animalia, 2, 313-322.
- MASOERO G., CHICCO R., FERRERO A., RABINO I., 1984.** Paglie di riso e di frumento, trattate o non con soda, in diete per conigli in accrescimento. Troisième Congrès Mondial de Cuniculture, Rome, Vol. 1, 355-362.
- NIEDZWIADK S., KAWINSKA J., TUCZYNSKA J., 1975.** Proba Zastosowania mocznika w zywieniu krolek. Roczn. nauk. Zoot., 2, 201-207.
- N.R.C., 1977.** Nutrient requirements of rabbits. National Academy of Sciences edit., Washington, 30 p.
- OUHAYOUN J., 1977.** Résultats non publiés.
- OUHAYOUN J., 1978.** Etude comparative de races de lapins différant par le poids adulte. Incidence du format paternel sur les composantes de la croissance des lapereaux issus de croisement terminal. Thèse, Université des Sciences et Techniques du Languedoc-Montpellier.
- OUHAYOUN J., 1980.** Evolution comparée de la composition corporelle de lapins de trois types génétiques au cours du développement postnatal. Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys., 20, 949-959.
- OUHAYOUN J., 1983.** La croissance et le développement du lapin de chair. Cunisciences, 1, 1-15.
- OUHAYOUN J., DELMAS D., 1980.** Influence du niveau protéique du régime sur le développement corporel de lapins Néozélandais. Deuxième Congrès Mondial de Cuniculture, Barcelone, Vol. 2, 93-100.
- OUHAYOUN J., DEMARNE Y., DELMAS D., LEBAS F., 1981.** Utilisation de pellicules de colza dans l'alimentation du lapin en croissance. II - Effet sur la qualité des carcasses. Ann. Zootech., 30, 325-333.
- OUHAYOUN J., CHERIET S., 1983.** Valorisation comparée d'aliments à niveaux protéiques différents par des lapins sélectionnés sur la vitesse de croissance et par des lapins provenant d'élevages traditionnels. 1 - Etude des performances de croissance et de la composition du gain de poids. Ann. Zootech., 32, 257-276.
- OUHAYOUN J., KOPP J., BONNET M., DEMARNE Y., DELMAS D., 1986.** Influence de la composition des graisses alimentaires sur les caractéristiques physico-chimiques des lipides corporels du lapin. 4èmes Journées de la Recherche Cunicole en France INRA-ITAVI Paris, ITAVI edit. Communication 6
- OUHAYOUN J., POUJARDIEU B., DELMAS D., 1986.** Influence des conditions d'élevage et du rationnement sur la vitesse de croissance du Lapin entre 11 et 20 semaines. 2 - Composition corporelle. 4èmes Journées de la Recherche Cunicole en France, INRA-ITAVI Paris, ITAVI edit., Communication 24
- PRUD'HON M., VEZINHET A., CANTIER J., 1970.** Croissance, qualités bouchères et coût de production des lapins de chair. B.T.I., 24B, 203-221.
- PRUD'HON M., CARLES Y., 1976.** Effets de la réduction de la durée quotidienne d'abreuvement sur la vitesse de croissance, l'indice de consommation et le rendement en carcasse de lapins néozélandais blanc. Premier Congrès International de Cuniculture, Dijon, Communication 15
- RAIMONDI R., AUXILIA M.T., DE MARIA C., MASOERO G., 1973.** Effeto comparativo di diete a diverso contenuto energetico e proteico sull'accrescimento, il consumo alimentare, la resa alla macellazione e le caratteristiche delle carni di coniglio. Convegno Internazionale di Coniglicoltura, Erba, 8-15.
- RAIMONDI R., AUXILIA M.T., 1974.** Influenza della eta allo svezzamento e del livello proteico degli alimenti sull'accrescimento, il consumo alimentare e la resa alla macellazione di conigli all'ingrasso. Ann. Ist. Sper. Zootec., 1, 97-112.
- RAIMONDI R., AUXILIA M.T., MASOERO G., DE MARIA C., 1974.** Effeto della grassatura dei mangimi sulla produzione della carne di coniglio. I - Accrescimento, consumo alimentare, resa alla macellazione. Ann. Ist. Sper. Zootec., 1, 217-235.
- RAIMONDI R., DE MARIA C., AUXILIA M.T., MASOERO G., 1975.** Effeto della grassatura dei mangimi sulla produzione della carne di coniglio. III - Contenuto in acidi grassi delle carni e del grasso perirenale. Ann. Ist. Sper. Zootec., 2, 167-181.
- RICO C., MENCHACA M., 1973.** Studies on genotype-environment interaction and optimum protein level in rabbit diets. Cuban J. Agric. Sci., 1, 9-15.
- SALSA A., RAYNAUD P., 1977.** Effet nutritionnel de la perfusion intracaecale d'urée chez le lapin nourri avec un régime aprotéique. Bull. Acad. Vét. Fr., 10, 109-115.
- SCHLOLAUT W., LANGE K., 1973.** Der Einfluss von Methionin auf die Mastleistung und den Wollertrag von Kaninchen. Arch. Geflügelk., 37, 208-212.
- SCHLOLAUT W., LANGE K., SCHLUTER H., 1978.** Der Einfluss der Fütterungintensität auf die Mastleistung und Schlachtkörperqualität beim Jungmastkaninchen. Züchtungskunde, 50, 401-411.
- SCHLOLAUT W., WALTER A., LANGE K., 1984.** Fattening performance and carcass quality in the rabbit in dependence on the final fattening weight and the fattening method. Troisième Congrès Mondial de Cuniculture, Rome, Vol. 1, 445-452.
- SEROUX M., 1984.** Utilisation des protéagineux par le Lapin à l'engraissement : pois, lupin, féverole. Troisième Congrès Mondial de Cuniculture, Rome, Vol. 1, 376-383.
- SPREADBURY D., DAVIDSON J., 1978.** A study of the need for fibre by the growing New-Zealand White Rabbit. J. Sci. Food Agric., 29, 640-648.
- VAREWYCK H., BOUQUET Y., 1982.** Relations entre la composition tissulaire de la carcasse de lapins de boucherie et celle des principaux morceaux. Ann. Zootech., 31, 257-268.
- VEZINHET A., PRUD'HON M., 1975.** Evolution of various adipose deposits in growing rabbits and sheep. Anim. Prod., 20, 363-370.