

# **BASES PHYSIOLOGIQUES DU BESOIN PROTEIQUE DES LAPINS. ANALYSE CRITIQUE DES RECOMMANDATIONS (1)**

**PHYSIOLOGICAL BASIS OF NITROGEN NEEDS OF RABBITS  
CRITICAL ANALYSIS OF RECOMMENDATIONS**

**F. LEBAS**

*Laboratoire de Recherches sur l'Élevage du Lapin  
I.N.R.A. - Centre de Toulouse  
B.P. 12 - 31320 CASTANET-TOLOSAN (France)*

## **RESUME**

*L'accroissement des connaissances sur la nutrition azotée et la physiologie digestive du Lapin a été particulièrement rapide au cours des 15 dernières années. La physiologie digestive est dominée par la caecotrophie, à ne pas confondre avec la coprophagie; en effet, le Lapin produit 2 types d'excréments, les crottes dures et les crottes molles; il ingère exclusivement et systématiquement les dernières nommées. Ces crottes molles également appelées caecotrophes peuvent représenter 10 à 20 % de l'ingestion azotée quotidienne sous forme de protéines bactériennes de bonne qualité.*

*La flore caecale est capable d'utiliser l'azote de l'urée pour la synthèse protéique; une partie des acides aminés ainsi synthétisés est absorbée directement à travers la paroi caecale, tandis qu'une autre partie est absorbée dans l'intestin après l'ingestion des caecotrophes. Le poids de lapins adultes peut-être maintenu par un apport azoté effectué uniquement sous forme d'urée introduite directement dans le caecum par une canule. Mais l'urée incorporée à l'alimentation est hydrolysée et l'azote absorbé dans l'estomac et l'intestin grêle beaucoup trop rapidement pour que la synthèse protéique bactérienne soit efficace. Aussi dans la pratique est-il nécessaire d'apporter au*

*Lapin des protéines de bonne qualité, et la liste des acides aminés essentiels est la même que celle déterminée pour les autres monogastriques.*

*Pour le lapin en engraissement, du sevrage à l'abattage, un apport de 15 % de protéines brutes est suffisant si l'équilibre en acides aminés indispensables (AAI) est satisfaisant (cf. tableau 4). Pour la lapine allaitante, un taux de 17 % de protéines est généralement considéré comme satisfaisant. Pour préciser les besoins en AAI, les teneurs calculées pour chacun des 10 AAI, de 278 aliments expérimentaux ont été mises en relation avec la vitesse de croissance des lapins (figures 1 à 6). La détermination graphique des optimums selon cette méthode fournit des résultats proches de ceux de la littérature; mais elle permet également de déterminer une plage de sécurité pour chaque AAI, plage sur laquelle les performances de croissance ne sont pas influencées par le taux dans l'aliment : ni carence, ni excès.*

## **SUMMARY**

*Published information on nitrogen nutrition and on the digestive physiology of the rabbit has much increased over the last fifteen years. Digestive physiology mainly involves caecotrophy, as distinguished from coprophagy, i.e. the production of two types of faeces, hard and soft, with the latter, being*

(1) Rapport présenté au 4ème Symposium International sur le Métabolisme et la Nutrition azotés, 5-9 Septembre 1983, Clermont-Ferrand (France)

systematically and exclusively swallowed up. These soft pellets also called «caecotrophes», account for 10-20 % of the daily nitrogen intake as good quality bacterial proteins.

Caecal bacterial flora are able to utilize urea for protein synthesis; a part of this amino acid production is absorbed directly by the caecal wall, and another in the small intestine after ingestion of caecotrophes. Adult rabbit body weight can be maintained when urea is introduced directly into the caecum. But, urea introduced with the feed is broken down and absorbed too quickly in the stomach and small intestine to be utilized for protein synthesis. Thus, in practical conditions, rabbits require good quality protein feeding,

and the list of essential amino acids is the same as for other monogastrics.

In fasting rabbits, from weaning to slaughter, protein must account for 15 % of the diet, if essential amino acids are to meet requirements (c.f. table 4). In the lactating rabbit does, 17 % crude protein is considered to be adequate. To determine precisely the optimum essential amino acids level, 278 experimental diets were used as a basis for computation, in connection with rabbit growth rate (figures 1 to 6). Graphical method results are in good agreement with previous recommendations, and give further information on practical levels acceptable between real deficiency and excesses of each amino acid.

## INTRODUCTION

Il ne saurait être question dans cette brève étude de faire une analyse exhaustive de la littérature consacrée à la nutrition azotée du Lapin. Nous nous contenterons de mentionner différents travaux propres à illustrer l'exposé des mécanismes.

Les connaissances sur la nutrition azotée du Lapin étaient très fragmentaires il y a encore 15 ans (AITKEN et WILSON, 1962; LEBAS 1969). Les recommandations alimentaires étaient basées surtout sur l'empirisme et beaucoup plus rarement sur une explication physiologique. A titre d'exemple, en 1966, le N.R.C. considérait que le Lapin n'avait pas des besoins azotés qualificatifs alors que depuis, des besoins en acides aminés indispensables ont été démontrés pour le Lapin comme pour les autres espèces monogastriques. Nous verrons donc dans cette étude sur quelles bases physiologiques sont appuyées les recommandations actuelles, avant de faire une analyse critique de ces recommandations.

### I - BASES PHYSIOLOGIQUES DU BESOIN PROTEIQUE DES LAPINS

#### A) La notion de besoin protéique

La nutrition azotée du Lapin doit lui permettre à la fois d'assurer le renouvellement de ses tissus et les synthèses correspondant aux dépôts (croissance, ...) ou aux exportations (lactation, ...). Pour donner une idée de l'intensité du métabolisme azoté du Lapin, nous indiquerons simplement que pendant la croissance, le dépôt quotidien de protéines dans le muscle représente environ 2 à 2,5 % de la masse totale de protéines de l'organisme; parallèlement, une lapine au milieu de sa lactation exporte dans son lait une masse de protéines équivalente à 4,5 % de l'ensemble de celles de son organisme. Pour assurer la synthèse de ces produits, les cellules du Lapin, comme celles des autres espèces, doivent trouver dans le sang les acides aminés nécessaires. La satisfaction de ce besoin azoté

se passe donc par l'approvisionnement du flux sanguin en ces acides aminés (A.A.). Même si à court terme, on peut constater une certaine homéostasie du taux des A.A. libres circulants grâce au relargage à partir du foie par exemple (SZCZYGIEL et BAREJ, 1977), l'apport initial provient de l'absorption à travers la paroi intestinale des produits issus de la digestion. A titre indicatif, on pourra trouver des analyses comparatives des taux d'A.A. libres circulants chez le Lapin et différents espèces, dont l'Homme, dans les travaux de LIAPPIS et al. (1975) ou ceux de SZCZYGIEL et BAREJ (1977). L'absorption des acides aminés à travers la paroi intestinale, si elle mérite encore de nombreux travaux explicatifs (PATERSON et al., 1982 a), semble bien se réaliser chez le Lapin par les mêmes mécanismes que chez les autres espèces (MARTY, 1971). Même si la vitesse d'absorption est différente pour chaque acide aminé (PATERSON et al., 1982 b) et bien que cette absorption soit réalisée contre le gradient de concentration (MARTY, 1971), il est évident que l'absorption dépend avant tout de la présence d'acides aminés libres dans la lumière intestinale. Il nous paraît donc nécessaire de rechercher l'origine et la localisation des A.A. libres présents dans la lumière intestinale, donc de nous intéresser à la digestion de l'azote chez le lapin.

#### B) La digestion azotée chez le Lapin

##### 1 - FONCTIONNEMENT DU TUBE DIGESTIF DU LAPIN : LA CAECOTROPHIE

L'anatomie du tube digestif du Lapin est caractérisée par l'existence de 2 réservoirs ayant une capacité équivalente (100 à 250 ml) : d'une part l'estomac, d'autre part le caecum. Entre les 2, un intestin grêle de 3 m assure la majeure partie de la digestion; il est également le lieu privilégié mais non exclusif de l'absorption. Après le caecum, le côlon doit être divisé en 2 parties distinctes aux plans anatomique et fonctionnel : le côlon proximal (50 cm) possède de nombreuses haustrations tandis que le côlon distal (1,00 m) a une paroi lisse.

**TABLEAU 1 - Composition moyenne des crottes dures et des caecotrophes d'après PROTO (1980).**  
Moyenne et intervalle de confiance au seuil P = 0,05 ( $\pm 2 s$ ) pour 10 aliments différents.

	Crottes dures		Caecotrophes	
	Moyenne	(2 s)	Moyenne	(2 s)
<b>Humidité (%)</b>	<b>41,7</b>	<b>(30-53)</b>	<b>72,9</b>	<b>(62-84)</b>
<b>en % de la Mat. sèche :</b>				
– protéines brutes	13,1	(4-25)	29,5	(19-39)
– cellulose brute	37,8	(15-60)	22,0	(10-34)
– matières grasses	2,6	(0,1-5,3)	2,4	(0,1-5,0)
– minéraux	8,9	(0,5-18)	10,8	(3,0-18)

L'analyse détaillée du fonctionnement du tube digestif a fait l'objet de plusieurs synthèses (LAPLACE, 1977; CLAUSS, 1980). En conséquence, sans nous attarder à décrire le détail des mécanismes, nous en retiendrons les faits importants pour la nutrition azotée.

Une fois par jour, le Lapin pratique la caecotrophie. Cela correspond à l'ingestion dans le courant de la matinée d'une production fécale spéciale appelée «crottes molles» ou «caecotrophes». Ces caecotrophes proviennent d'une évacuation rapide d'environ 20 % du contenu caecal. Celui-ci, sans modification majeure (au plan azoté tout au moins) est, dans le côlon proximal, enrobé d'un mucus, moulé en petites boules réunies en grappes, puis après un transit rapide dans le côlon distal, ingéré par le Lapin. En fin de matinée, les caecotrophes peuvent représenter 80 % du contenu stomacal (MOROT, 1882). Ces caecotrophes riches en protéines totales (tableau 1) sont constituées pour moitié environ par des corps bactériens et pour l'autre moitié par des résidus alimentaires non digérés et des sécrétions digestives (BONNAFOUS et RAYNAUD, 1968).

La nature de la fraction azotée (principalement corps bactériens) et sa teneur font des caecotrophes un aliment azoté particulièrement intéressant pour le Lapin. C'est en se basant sur cette constatation que différents auteurs, repris jusqu'en 1966 par le N.R.C., avaient supposé que les lapins n'avaient pas besoin d'azote aminé dans leur alimentation puisque via la caecotrophie, ils disposaient d'une source azotée de haute qualité. Si les caecotrophes sont susceptibles a priori de répondre au besoin azoté qualitatif, le sont-ils au plan quantitatif ? D'autre part, y a-t-il une valorisation des protéines éventuellement synthétisées par la flore en dehors du recyclage de la caecotrophie ?

## 2 - L'APPORT AZOTE DE LA CAECOTROPHIE

Selon différents auteurs, la quantité de protéines de caecotrophes ingérées quotidiennement par un lapin ne représente qu'une faible fraction de l'azote ingéré par voie alimentaire : 20 % selon les résultats de BATTAGLINI (1968), 10 % selon SPREADBURY (1978), 25 % selon DEHALLE (1977). En conséquence,

**TABLEAU 2 - Paramètres sanguins observés chez des lapins adultes pouvant ou non ingérer les caecotrophes, d'après GISBERTI et al. (1981).** Les animaux reçoivent tous la même alimentation.

Paramètre (/100 ml de plasma)	Caecotrophes		Significatif statistique (t)
	avec ingestion	sans ingestion	
– Albumine (mg)	4,4	3,8	P < 0,001
– Ammoniaque ( $\mu$ g)	99,0	95,0	n.s.
– Urée (mg)	41,0	33,0	P < 0,001
– Bilirubine (mg)	0,1	0,1	n.s.
– Créatinine (mg)	1,7	1,4	P < 0,001
– Glucose (mg)	123,0	119,0	n.s.
– Protéines totales (mg)	6,2	6,1	n.s.
– Acide urique (mg)	2,9	2,1	P < 0,001

les caecotrophes ne peuvent représenter qu'un simple complément azoté par rapport à l'alimentation.

A l'inverse, la suppression expérimentale de la caecotrophie entraîne une perturbation significative de différents paramètres sanguins liés au métabolisme azoté (tableau 2). On peut remarquer que les différents paramètres affectés ont des valeurs inférieures chez les lapins empêchés de pratiquer la caecotrophie par rapport à celles observées chez les lapins témoins. Par ailleurs, les auteurs (GISBERTI et al., 1981) mentionnent un doublement du taux d'urée dans l'urine des animaux ne pouvant ingérer leurs caecotrophes, ce qui pourrait laisser penser à une protéolyse musculaire accrue. Mais comme cet écart est observé dès la première semaine expérimentale et se maintient rigoureusement durant les 8 semaines d'observations, cette hypothèse ne peut-être retenue. Les auteurs pensent que cette urée provient du catabolisme des acides aminés mal utilisés par manque de l'apport de ceux provenant des caecotrophes. De même, ils pensent que l'abaissement des taux d'acide urique et de créatinine sont à relier à la réduction de l'apport vitaminique associé à l'ingestion des caecotrophes.

Sur un autre plan, la suppression expérimentale de la caecotrophie réduit de 10 à 20 % le CUDa de l'azote quel que soit le taux cellulosique de la ration, alors que le CUDa de l'énergie n'est pas affecté (FRAGA et DE BLAS, 1977). Ainsi, même si la caecotrophie ne peut fournir qu'une partie de l'azote protéique nécessaire aux animaux, elle joue une part importante dans le métabolisme et la digestion des protéines.

### 3 - LE ROLE DE LA FLORE DANS LA DIGESTION AZOTEE

La flore caecale est capable de synthétiser des protéines à partir de l'ammoniaque provenant aussi bien de la dégradation de l'urée que de la désamination des acides aminés (MARTY et CARLES, 1968). Nous venons de voir que l'ingestion des caecotrophes est une voie de valorisation de ces protéines synthétisées. En outre, KENNEDY et al. (1970), MARTY (1971), ont démontré l'absorption directe des acides aminés à travers la paroi caecale. Il devrait donc être possible de nourrir au moins en partie les lapins avec de l'azote non protéique comme cela est possible pour les ruminants. Effectivement, en perfusant une solution d'urée par une canule, directement dans le caecum, SALSE et RAYNAUD (1977) ont permis à des lapins adultes de maintenir leur poids avec une alimentation sans azote. Parallèlement, cette même équipe (SALSE et al., 1977) a obtenu un gain de poids proche de celui permis avec un aliment à 16 % de protéines en perfusant de l'urée dans le caecum de lapins consommant un aliment à 8 % de protéines qui, seul, permet seulement le maintien du poids. A l'inverse, il n'a pas été possible de démontrer de valorisation d'urée (KING, 1971; LEBAS et COLIN, 1973), de citrate d'ammonium

ou de biuret (CHEEKE, 1972) incorporés à l'alimentation solide de lapins en croissance. Cette différence de possibilités de valorisation entre les deux lieux d'introduction (bouche ou caecum) provient d'une dégradation et d'une absorption trop précoce des différentes sources d'azote introduites par voie buccale, pour qu'une quantité appréciable atteigne le caecum (CANDAU et al., 1980). Toutefois, il semblerait que contrairement au jeune, le Lapin adulte soit capable de valoriser une certaine partie de l'azote urémique donnée par voie buccale (HOOVER et HEITMAN, 1975; NIEDZWIADK, 1976), mais dans des conditions incompatibles avec la production.

Si par ailleurs, le flux de protéines alimentaires entrant dans le caecum est accru brutalement par suppression de la digestion pancréatique, le CUD de l'azote est réduit d'environ 30 % (CORRING et LEBAS, 1977; CATALA, 1978); mais après quelques semaines, la flore digestive s'adapte, se multiplie et l'écart est fortement réduit. Néanmoins, la valeur biologique de l'azote ainsi «récupéré» semble faible, ce qui laisse penser plus à une désamination avec absorption d'ammoniaque qu'à une réelle valorisation grâce au développement de la flore (SIMOES-NUNES et al., 1981). Cette faible valorisation de l'ammoniac provient d'une déficience du milieu en sucres fermentescibles nécessaires à la protéosynthèse, puisque ceux-ci n'atteignent le caecum qu'en quantités négligeables (BAKER et al., 1950). Effectivement, pour obtenir une bonne valorisation de l'urée perfusée dans le caecum, SALSE et al. (1977) ont ajouté du maltose à la solution de perfusion.

### C) Conclusion sur les bases physiologiques de la nutrition azotée

Le Lapin est un herbivore monogastrique adapté à l'ingestion de grandes quantités de fourrages. Les particularités de fonctionnement de son tube digestif tendent à assurer un transit d'autant plus rapide que la ration est plus cellulosique (LEBAS et LAPLACE, 1977; LAPLACE, 1977; CLAUSS, 1980). Cette accélération se fait sans dégradation de l'efficacité de la digestion de l'azote. Cette «curiosité» est expliquée par la ségrégation de particules localisées dans le côlon (BJÖRNHAG, 1972 et 1981; JILGE, 1974) qui permet, lors de la fabrication des crottes dures, de conserver dans le caecum les corps bactériens. Ceux-ci sont soit dégradés sur place, soit recyclés en direction de l'estomac grâce à l'ingestion des caecotrophes. Ainsi, contrairement à ce qui avait été supposé il y a une trentaine d'années, la caecotrophie n'est pas efficace pour améliorer la digestion des constituants membranaires; par contre, elle assure une grande indépendance de la digestion azotée vis à vis de l'apport de lest sans toutefois permettre en l'état actuel de la technologie, de valoriser l'azote non aminé dans la production du Lapin.

## II - ANALYSE CRITIQUE DES RECOMMANDATIONS

### A) Bref historique

Jusqu'au début des années 1970, le taux de protéines assurant une vitesse de croissance maximale chez le Lapin variait beaucoup selon les auteurs et les séries expérimentales (tableau 3).

Effectivement, à cette époque, les expérimentateurs ne tenaient pas compte de la qualité des protéines expérimentées. Les travaux plus récents qui eux tiennent compte au moins des principaux acides aminés essentiels (AAE) fournissent des résultats beaucoup plus homogènes situés entre 15 et 17 % de protéines brutes par rapport à la ration. Effectivement, au début des années 1970, les travaux conduits aux U.S.A. dans l'équipe de FISHER (GAMAN et FISHER, 1970; GAMAN et al., 1970; ADAMSON et FISHER, 1971) ont permis de dresser la liste des 10 A.A. essentiels et de proposer une première série de valeurs pour les recommandations. Les quelques publications récentes proposant des valeurs plus élevées pour le taux protéique semblent correspondre à l'emploi d'aliments expérimentaux carencés en acides aminés soufrés par exemple (OMOLE, 1977).

### B) Recommandations pour le Lapin en croissance

#### 1 - MODE D'EXPRESSION

Dans les conditions de la production, les lapins sont systématiquement alimentés à volonté. En outre, s'ils

régulent leur consommation alimentaire en fonction de la teneur en énergie digestible (ou métabolisable) de la ration (LEBAS, 1975; BOMBEKE et al., 1978; SPREADBURY et DAVIDSON, 1978; DEHALLE, 1981; LEBAS et al., 1982), les lapins tendent à accroître leur consommation alimentaire lorsque le taux ou la qualité des protéines s'améliore (LEBAS, 1973; COLIN, 1974; OUHAYOUN et al., 1979). Il n'est donc pas possible, au plan pratique, d'exprimer des recommandations en quantités à allouer quotidiennement aux animaux. Les recommandations sont donc relatives à l'équilibre d'un aliment qui doit être distribué à volonté. Dans le cas le plus général, les recommandations sont exprimées en pourcentage de l'aliment (N.R.C., 1977; SCHLOLAUT, 1980; LANG, 1981; LEBAS, 1983) pour une concentration en énergie donnée. Une recommandation en pourcentage de l'énergie serait certainement préférable (COLIN, 1978 a) de même qu'une notion d'équilibre des acides aminés au sein des protéines, pour pouvoir aisément juger de l'adéquation de telle ou telle matière première vis à vis de la couverture des besoins. Enfin, une expression des besoins azotés en éléments digestibles pourrait paraître souhaitable et pour le moins homogène avec une recommandation énergétique exprimée également en éléments digestibles (N.R.C., 1977). Néanmoins, pour les principales matières premières classiquement utilisées dans l'alimentation du Lapin (céréales, issues, luzerne, tourteaux...), le CUDa de l'azote est proche de 75-80 % (SCHLOLAUT, 1980); aussi, la prise en compte des protéines digestibles plutôt que brutes ne modifierait guère la hiérarchie des matières premières classées d'après leur aptitude à couvrir les besoins azotés.

TABLEAU 3 - Taux minimum de protéines assurant une vitesse de croissance maximum des lapins, selon différents auteurs.

Auteurs	Année	Source principale de protéines	Taux protéique optimum % ration
— WOOLEY et MICKELSEN	1954	Caséine	25
— HOVE et HERNDON	1957	Caséine	40
— SMITH et al.	1960	Luzerne + soja	18
		Luzerne + soja	13
— HECKMANN et MEHNER	1970	Mélange complexe	18-20
— LEBENGARZT et GERING	1972	Mélange complexe	22
— LEBAS	1973	Soja	17-18
		Sésame	17-18
— DAVIDSON et SPREADBURY	1973	Mélange complexe	15
— RICO et MENCHATA	1973	Mélange complexe	15
— SPREADBURY	1978	Mélange complexe	15
— HOLDAS et GIPPERT	1979	Mélange complexe	17
— MEIRELLES et ZINSLY	1979	Mélange complexe	15
— MARTINA et DAMIAN	1982	Mélange complexe	16

## 2 - APPORT PROTEIQUE TOTAL

D'après les travaux récents résumés au tableau 3, il semble qu'un taux de 15 % de protéines brutes équilibrées donnent pleinement satisfaction dans un aliment contenant 2500 kcal d'énergie digestible. Ceci correspondrait à une teneur d'environ 45 g de protéines digestibles (CUD moyen de 75 %) pour 1000 kcalories. Effectivement, DEHALLE (1981) a démontré qu'un apport de 48 à 57 g de protéines digestibles correspondant à un «excès» de protéines par rapport à l'énergie. La quantité optimum de protéines pour 1000 kcal d'énergie digestible est située à 42,2 g par CHERIET et al. (1982), et à 42,6 par DE BLAS et al. (1981). Par contre, JENSEN (1980) situe cette valeur à 65 g de protéines digestibles pour 1000 kcal d'énergie digestible (ED), mais les teneurs en énergie retenues pour les aliments sont peut-être sous estimés; en effet, si l'on admet que l'énergie métabolisable représente 94 à 95 % de l'énergie digestible (PARIGIBINI et CHERICATO, 1974; FEKETE et PAPP, 1981), la valeur de 2193 kcal d'énergie métabolisable (soit 2308 kcal ED), indiquée pour un aliment contenant 13,1 % de protéines digestibles et 13,8 % de cellulose brute semble faible face aux estimations que nous avons faites à partir des tables fournies par SCHLOLAUT (1980) ou par nous-mêmes (LEBAS, 1981); effectivement, le calcul fournit des valeurs respectives de 2794 et 2571 kcal d'énergie digestible par kg. La prise en compte de ces valeurs pour le calcul de l'apport azoté pour 1000 kcal ED ramène l'estimation de JENSEN (1980) à une valeur plus proche de celles proposées par les autres auteurs.

Si l'on réduit de quelques points l'apport azoté, sans modifier l'équilibre des protéines, la croissance est ralentie (COLIN, 1978a) mais sans modification notable de la qualité des carcasses (OUHAYOUN et al., 1979). Par contre, si l'on accroît la teneur en protéines au-dessus de la valeur permettant la croissance maximum, cette dernière n'est pas affectée mais les carcasses sont plus maigres (CHERIET, 1983).

Enfin, les précédentes recommandations concernent des lapins en croissance entre un sevrage prévu entre 4 et 5 semaines et un âge d'abattage de 10 à 12 semaines (2,2 à 2,6 kg). Aucune étude n'a cherché, à notre connaissance, à déterminer si le besoin azoté variait en fonction de l'âge dans cette période. Il faut en effet remarquer qu'au moment du sevrage naturel, le lapereau est obligé de passer environ en une semaine d'un lait maternel contenant plus de 40 % de protéines par rapport à la matière sèche, à un aliment solide n'en contenant que 17 % environ (LEBAS, 1971). Par contre, MARTINA (1982) a montré que le besoin azoté des jeunes âgés de plus de 3 mois serait inférieur de 20 % environ à celui déterminé pour la période allant de 45 à 90 jours.

## 3 - APPORT D'ACIDES AMINES

Si l'on excepte les travaux initiaux de HOVE et HERNDON (1957), et ceux de Mc WARD et al. (1967), la

quasi totalité des publications sur les besoins en acides aminés ont été effectuées à partir des années 1970. Comme cela a déjà été mentionné plus haut, ces travaux ont commencé par ceux de l'équipe de FISHER, mais simultanément des études ont été conduites par CHEEKE également aux U.S.A. et par COLIN en France, puis par SPREADBURY en Grande-Bretagne. La totalité de ces travaux a été consacrée aux acides aminés soufrés, à la lysine et à l'arginine. Pour les travaux relativement «anciens», nous renvoyons le lecteur à la bonne revue faite en 1981 pour LANG. Nous en retiendrons que la cystine ou la méthionine peuvent représenter jusqu'à 65 % de l'apport d'acides aminés soufrés (COLIN, 1978 b) et en conséquence, il est justifié de prendre en considération l'ensemble méthionine + cystine. L'apport optimum est situé par les différents auteurs aux environs de 0,60 % d'une ration contenant 15-16 % de protéines. La supplémentation des régimes carencés peut-être réalisée par de la dl méthionine incluse dans l'aliment ou dans l'eau de boisson (COLIN, 1978 c; LEBAS et GREPPI, 1980).

Pour la lysine, l'optimum a été proposé entre 0,63 et 0,94 % de l'aliment selon les auteurs (CHEEKE, 1971; SPREADBURY, 1974; ADAMSON et FISHER, 1973; COLIN, 1978 a). Ceux des expérimentateurs proposant les valeurs les plus basses ont parfois observé des améliorations au-dessus de la valeur retenue, mais l'intérêt économique d'une supplémentation n'a pas semblé suffisant pour accroître la recommandation. Comme pour la méthionine, l'apport peut éventuellement être effectué par l'eau de boisson (COLIN et al., 1975; LEBAS et GREPPI, 1980).

Pour l'arginine, le besoin, 0,90 % environ (Mc WARD et al., 1967) est globalement élevé pour un mammifère sans qu'il s'agisse d'un réel antagonisme arginine-lysine comme chez le poulet (CHEEKE et AMBERG, 1972; COLIN, 1975). Néanmoins, en utilisant des aliments n'apportant aucun acide aminé en excès par rapport aux besoins, ADAMSON et FISCHER (1976) ont pu abaisser l'apport jusqu'à 0,60 %. Mais pour intéressante que soit cette observation, dans les formulations alimentaires faisant appel aux matières premières naturelles, il nous semble préférable de retenir une valeur plus élevée proche de 0,90 % de l'aliment. Parmi les travaux récents confirmant l'intérêt de l'emploi de rations équilibrées au moins en acides aminés soufrés et/ou en lysine, il est possible de mentionner ceux de CZAJKOWSKA et al. (1980 a et b), de RAZZORENOVA et MOROZOVA (1980) ou de MARTINA et DAMIAN (1982 a et b).

Pour les autres acides aminés, les recommandations originales d'ADAMSON et FISCHER (1973) sont basées sur une seule série d'observations réalisées avec un petit nombre de lapins (5) consommant des aliments synthétiques sur une période très courte (8 jours); et les vitesses de croissance observées pour les taux optimum sont très faibles (15 à 30 g/jour) pour de jeunes lapins de race néozélandaise blanche. Par contre, les recommandations de DAVIDSON et

SPREADBURY (1975) et de COLIN (1978 a) correspondant à la détermination du taux observé dans les aliments ayant permis de bonnes croissances (40 à 50 g/jour) mais elles peuvent fort bien surestimer les minimums acceptables. En outre, ces auteurs n'indiquent pas le nombre d'essais servant de base à leur estimation.

Compte tenu de cette situation, nous avons calculé le taux des 10 acides aminés indispensables de 278 formules alimentaires expérimentées en France et ayant fait l'objet de 70 séries expérimentales publiées. En traçant sur un graphique la vitesse de croissance obtenue des 278 lots en fonction du taux des acides aminés, on obtient un nuage de points dont l'enveloppe supérieure détermine pour chaque taux la plus forte vitesse enregistrée. Cela permet une détermination graphique de l'optimum pour des recommandations applicables aux lapins engraisés de 4-5 semaines jusqu'au poids commercial, obtenu généralement vers 10 à 12 semaines au maximum. A titre d'exemple, nous avons représenté sur les figures 1 à 6 les résultats obtenus par l'arginine et les acides aminés soufrés (à titre de contrôle) ainsi que pour la valine, le tryptophane, la leucine et la thréonine. Pour cette dernière par exemple, un optimum ressort très nettement avec 0,55 % tandis que des apports atteignant 0,85 % au moins peuvent être faits sans inconvénient. En effet, l'avantage de ce procédé est de fournir outre un optimum, une indication de la plage de sécurité de part et d'autre de l'optimum retenu. Les 10 valeurs optimum et les plages de sécurité déterminées sur ces graphiques ont été réunies au tableau 4 avec les recommandations de différents auteurs. On doit remarquer que pour 3 des A.A.E., nous proposons une plage de

sécurité (ni carence, ni excès) dont la borne inférieure est égale à la recommandation optimum : histidine, isoleucine et thréonine. Cette option a été prise en raison des mauvaises performances observées pour les aliments ayant des taux à peine inférieurs à la valeur retenue comme optimum. Enfin, ce mode d'expression graphique permet d'estimer la réduction de croissance qui risque d'être observée si le taux réel est inférieur à l'optimum : ainsi cette réduction est forte pour la thréonine (figure 6), alors que le risque est beaucoup plus faible pour la valine par exemple (figure 3). Pour les autres acides aminés dont les graphiques n'ont pu être représentés faute de place, nous retrouvons pour la lysine, largement étudiée, les résultats classiques de la littérature; pour l'ensemble phénylalanine + tyrosine, il faut s'écarter sensiblement en-dessous de l'optimum pour observer une réduction importante de la vitesse de croissance, alors que le phénomène est plus rapide pour l'isoleucine et surtout l'histidine.

Globalement, ce mode graphique d'estimation des besoins recoupe bien les estimations antérieures. Néanmoins, les valeurs proposées sont légèrement plus élevées que celles de COLIN (1978 a) ou du N.R.C. (1977) pour la lysine, l'histidine et la valine. Enfin, la recommandation située à 0,20 % pour le tryptophane mérite une confirmation expérimentale.

### C) Recommandations pour les lapines reproductrices

Pour les lapines reproductrices, les travaux expérimentaux - sont beaucoup moins nombreux que pour les jeunes en croissance. Dans leur ensemble, les essais

TABLEAU 4 - Recommandations pour le taux d'AAE selon différents auteurs et déterminés graphiquement d'après 278 essais, avec indication de la plage de sécurité (ni carence réelle, ni excès) (% de l'aliment)

	ADAMSON & FISHER 1973	DAVIDSON & SPREADBURY 1975	N.R.C. 1977	COLIN 1978 a	Détermination graphique	
					optimum	Plage
Lysine	0,70	0,94	0,65	0,63	0,75	0,70-0,90
A.A. soufrés	0,60	0,55	0,50	0,63	0,60	0,55-0,80
Arginine	1,00	0,60	0,60	0,90	0,95	0,90-2,00
Histidine	0,45	0,28	0,30	0,30	0,37	0,37-0,45
Leucine	0,90	1,04	1,10	1,05	1,00	0,90-1,35
Isoleucine	0,70	0,56	0,60	0,60	0,65	0,65-0,85
Phe. + Try.	0,60	1,06	1,10	1,10	1,25	1,20-1,50
Thréonine	0,50	0,58	0,60	0,55	0,55	0,55-0,85
Tryptophane	0,15	0,17	0,20	0,15	0,20	0,17-0,24
Valine	0,70	0,71	0,70	0,75	0,80	0,75-1,10

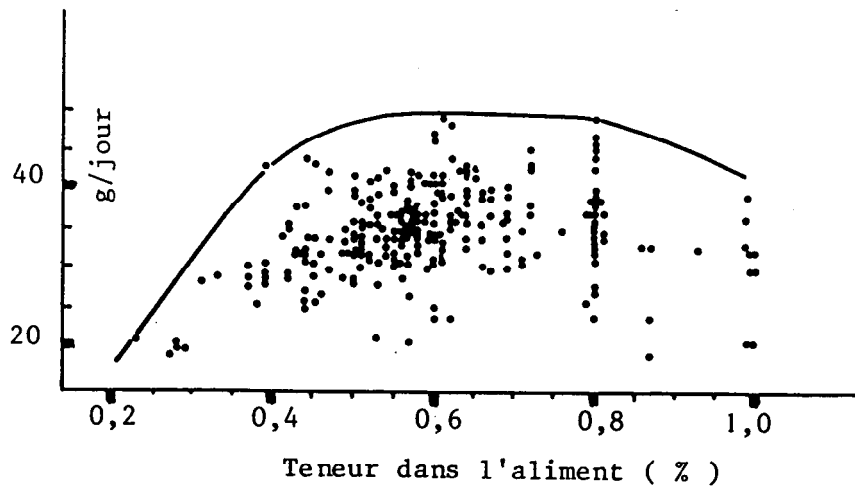


FIGURE 1 - Vitesse de croissance des lapins en fonction du taux d'ACIDES AMINES SOUFRES de l'aliment dans 278 essais

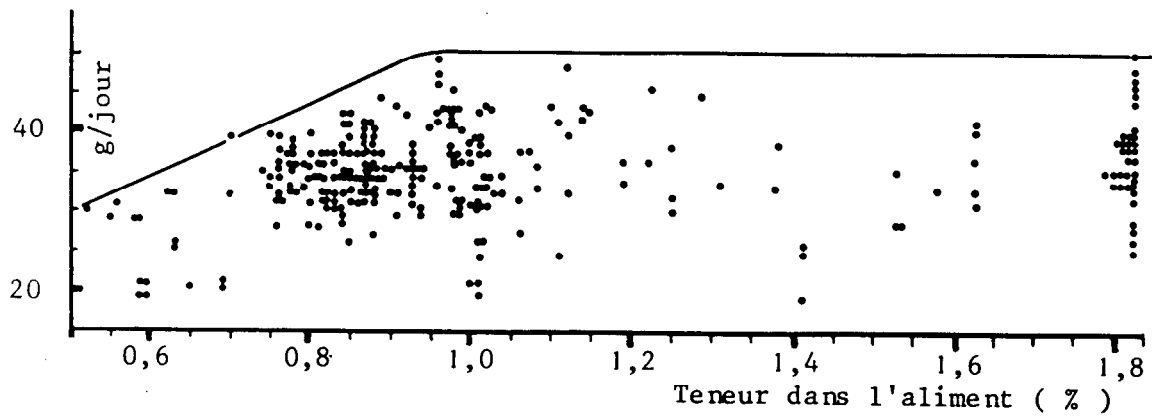


FIGURE 2 - Vitesse de croissance des lapins en fonction du taux d'ARGININE de l'aliment dans 278 essais

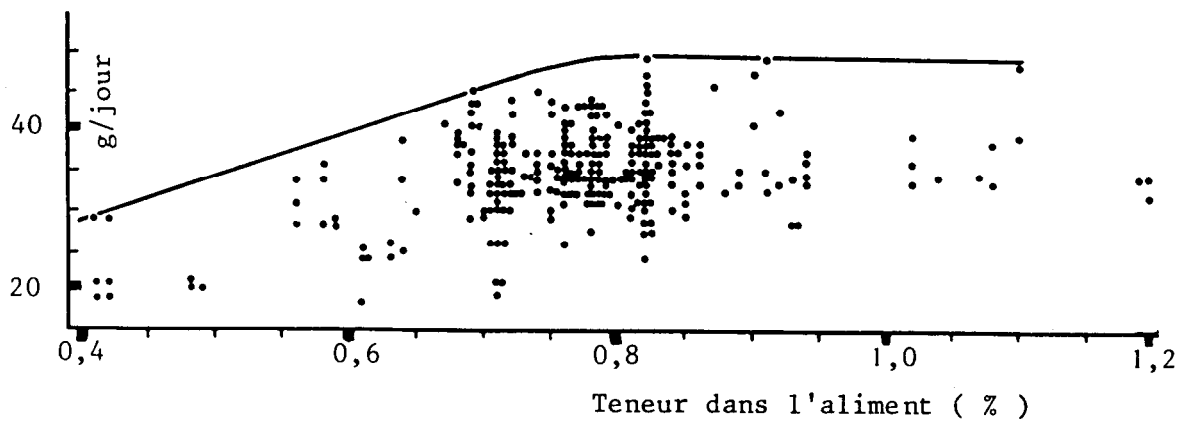


FIGURE 3 - Vitesse de croissance des lapins en fonction du taux de VALINE de l'aliment dans 278 essais



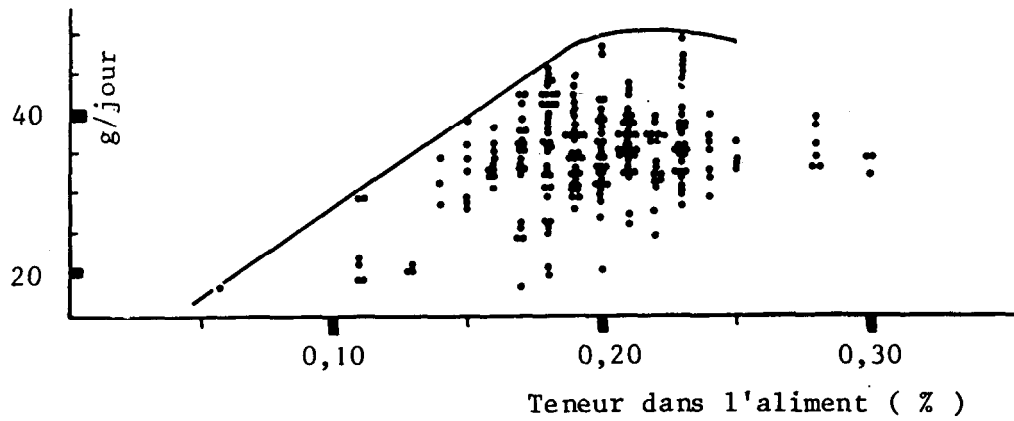


FIGURE 4 - Vitesse de croissance des lapins en fonction du taux de TRYPTOPHANE de l'aliment dans 278 essais

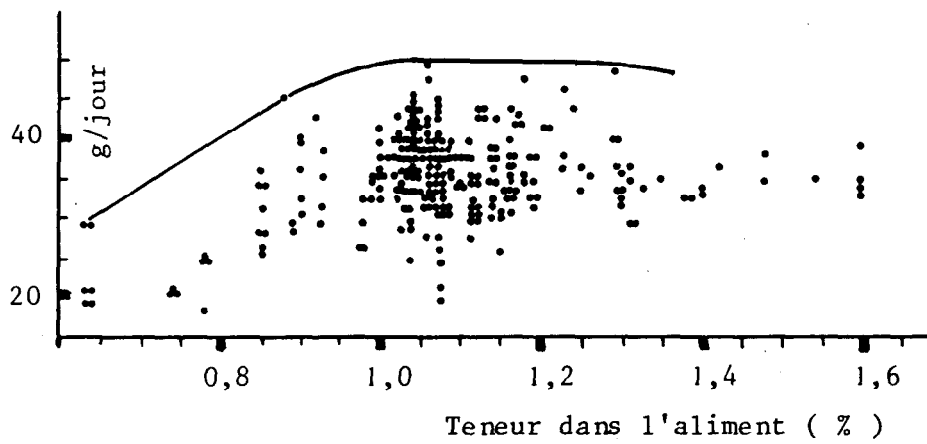


FIGURE 5 - Vitesse de croissance des lapins en fonction du taux de LEUCINE de l'aliment dans 278 essais

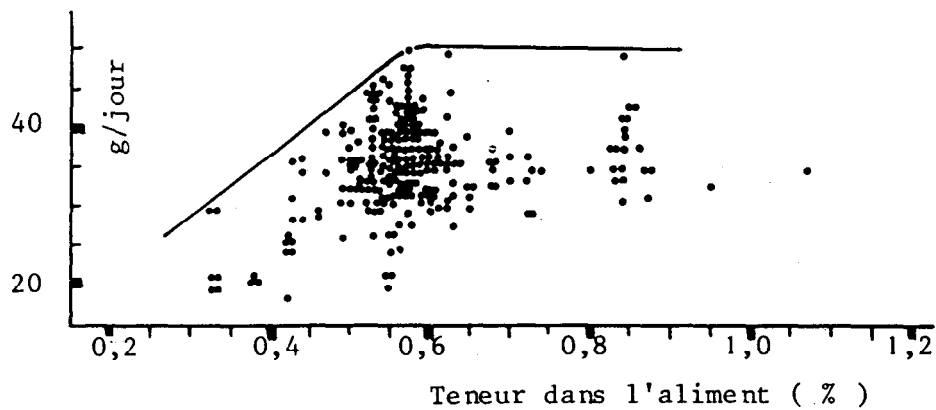


FIGURE 6 - Vitesse de croissance des lapins en fonction du taux de THREONINE de l'aliment dans 278 essais

concernent un ou plusieurs cycles de reproduction complets. Les taux azotés expérimentés sont étagés de 13 % à 21 % de protéines brutes. L'accroissement du taux azoté dans cette gamme n'entraîne pas de modification de la composition du lait (PARTRIDGE et ALLAN, 1982); par contre, il entraîne un accroissement parallèle de la quantité de lait produite par lapereau allaité, que la mesure soit effectuée directement (LEBAS, 1977; PONTES-PONTES et al., 1980; TORTUERO et BUSTAMENTE, 1981; PARTRIDGE et ALLAN, 1982) ou d'après le poids de la portée au sevrage (SMITH, 1979; PERRY, 1983). A l'inverse de l'homogénéité de ces observations, l'effet du taux azoté sur le prolificité diffère entre expérimentations. Nous avons par exemple enregistré (LEBAS, 1977) une réduction de la taille de la portée au sevrage avec un aliment à 21 % de protéines par rapport à 13 % ou 17 %. Par contre, PARTRIDGE et ALLAN (1982) ou PERRY (1983) n'observent pas de variation significative de la taille de portée au sevrage en fonction du taux azoté (13,5 - 17,5 - 21 et 17-21 % respectivement), la tendance étant plus à l'accroissement de la taille de portée avec l'apport azoté que l'inverse. Enfin, un taux élevé (21 %) de protéines semble défavorable à la fécondation des femelles (LEBAS, 1977; AUXILIA et MASOERO 1978), alors que ce n'est pas le cas pour un taux réduit.

Dans leur ensemble, les expérimentateurs s'accordent pour considérer le taux de 17 % de protéines brutes comme acceptable pour optimiser l'ensemble du cycle de reproduction.

Le besoin en acides aminés des femelles reproductrices n'a fait l'objet que d'un très petit nombre d'essai. Ainsi, avec des rations contenant 17 % de protéines brutes expérimentées durant deux années avec les mêmes femelles, SCHLOLAUT et al. (1981) n'ont observé aucune différence entre les performances obtenues avec 0,42 ou 0,77 % d'acides aminés soufrés. A l'inverse, POMYTKO et al. (1978) mentionnent une

amélioration du poids et de la taille de portée après addition de lysine (+ 0,23 %) à des aliments contenant 15 ou 18 % de protéines. Nous retiendrons donc que la lapine reproductrice est bien sensible au taux de lysine et que son besoin en A.A. soufrés semble inférieur à celui du jeune en croissance.

#### D) Conclusion sur les recommandations

Les recommandations actuelles sont encore presque toutes basées sur une optimisation de la vitesse de croissance pour les jeunes et la productivité numérique pour les femelles reproductrices. Nous ne disposons d'ailleurs d'aucune recommandation basée sur l'expérimentation pour les jeunes sous la mère, les mâles ou les futurs reproducteurs.

Des recommandations basées sur une optimisation de l'efficacité alimentaire ou de la qualité des produits existent chez certains auteurs, mais elles sont rarement prises en compte car trop isolées.

Enfin, le tableau rapide de la littérature, qui vient d'être dressé fait apparaître de nombreuses lacunes qu'il conviendra de combler rapidement si l'on souhaite exploiter au maximum les grandes capacités du Lapin à transformer les protéines végétales associées à des constituants membranaires (fourrages), en protéines animales consommables par l'homme.

#### REMERCIEMENTS

L'auteur tient à remercier Mr M. BERCHICHE pour le recueil des formules et le calcul des teneurs en acides aminés des 278 aliments.

Reçu pour publication Juillet 83

Accepté pour publication Septembre 1983

#### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADAMSON I., FISHER H., 1971. The amino acid requirement of the growing rabbit : qualitative needs. *Nutr. Repts. Int.*, **4**, 59-64.
- ADAMSON I., FISHER H., 1973. Amino acid requirement of the growing rabbit : an estimate of quantitative needs. *J. Nutr.*, **103**, 1306-1310.
- ADAMSON I., FISHER H., 1976. Further studies on the arginine requirement of the rabbit. *J. Nutr.*, **106**, 717-723.
- AITKEN F.C., WILSON W.K., 1962. *Rabbit feeding for meat fur*. CAB éd. Londres.
- AUXILIA M.T., MASOERO G., 1978. Cronologia dell'apporto proteico durante il ciclo di riproduzione delle coniglie. *Ann. Inst. Sper. Zootec.*, **11**, 179-191.
- BAKER F., NASR H., MORRICE F., BRUCE J., 1959. Bacterial breakdown of structural starches and starch products in the digestive tract of ruminant and non ruminant mammals. *J. Path. Bact.*, **62**, 617-638.
- BATTAGLINI M.B., 1968. Importanza della coprophagia nel coniglio domestico in rapporto alla utilizzazione di alcuni principi nutritive. *Riv. Zootec. Agric. Vet.*, **6**, 21-37.
- BJÖRNHAG G., 1972. Separation and delay of contents in the rabbit colon. *Swedish J. Agric. Res.*, **2**, 125-136.
- BJÖRNHAG G., 1981. The retrograde transport of fluid in the proximal colon of the rabbit. *Swedish J. Agric. Res.*, **11**, 63-69.
- BOMBEKE A., OKERMAN F., MORMANS R., 1978. L'influence de la granulation à sec et à la vapeur de rations à teneurs différentes en énergie sur les résultats de production des lapins de chair. *Rev. Agric.*, **31**, 945-955.
- BONNAFOUS R., RAYNAUD P., 1968. Mise en évidence d'une activité lysante du côlon proximal sur les microorganismes du tube digestif du lapin. *Arch. Sci. Physiol.*, **22**, 57-64.
- CANDAU M., FIORAMONTI J., TOUITOU M., 1980. Sites de dégradation de l'urée dans le tube digestif du lapin. *Mémoire de 2<sup>e</sup> Congrès Mondial Cuniculture, Barcelone, Vol. 1*, 81-89.
- CATALA J., 1978. Recherches sur la physiologie digestive chez le Lapin par une étude expérimentale de la fonction pancréatique. *Thèse Doc. Sci. Univ. Toulouse*.

- CHEEKE P.R., 1971. Arginine, lysine and methionine needs of the growing rabbit. *Nutr. Repts. Intern.*, **3**, 123-128.
- CHEEKE P.R., 1972. Nutrient requirements of the rabbit. *Feedstuffs* **44** (48), 28.
- CHEEKE P.R., AMBERG J.W., 1972. Protein nutrition of the rabbit. *Nutr. Repts. Intern.*, **5**, 259-266.
- CHERIET S., 1983. Etude comparative de lapins d'une souche sélectionnée sur la vitesse de croissance et de lapins provenant d'élevages traditionnels. Thèse Doc. Ing., Univ. Toulouse.
- CHERIET S., OUHAYOUN J., LEBAS F., 1982. Valorisation comparée d'aliments à niveaux protéiques différents par des lapins d'une souche sélectionnée sur la vitesse de croissance et par des lapins provenant d'élevages traditionnels. 3<sup>e</sup> Journées Rech. Cunicole en France. I.T.A.V.I. ed. Paris - Commun. n° 22.
- CLAUSS W., 1980. Fisiologia della digestione e ciecotrofia. *Coniglicoltura.*, **17**, (3) 41-45.
- COLIN M., 1974. Supplémentation en lysine d'un régime à base de tourteau de sésame chez le Lapin. Effets sur les performances croissance et le bilan azoté estimé par deux méthodes. *Ann. Zootech.*, **23**, 119-132.
- COLIN M., 1975. Effet de la teneur en arginine sur la croissance et le bilan azoté chez le Lapin : relation avec le taux de lysine. *Ann. Zootech.*, **24**, 629-638.
- COLIN M., 1978 a. Contribution à l'étude des besoins en acides aminés essentiels du Lapin en croissance. Thèse Doc. Ing. Univ. Montpellier.
- COLIN M., 1978 b. Effets d'une supplémentation en méthionine ou en cystine de régimes carencés en acides aminés souffrés, sur les performances de croissance du Lapin. *Ann. Zootech.*, **27**, 9-16.
- COLIN M., 1978 c. Effet of adding methionine to drinking water on growth of rabbits. *Nutr. Repts. Intern.*, **17**, 397-402.
- COLIN M., LEBAS F., DELAVEAU AL, 1975. Influence d'un apport de lysine dans l'aliment solide ou dans l'eau de boisson sur les performances de croissance du Lapin. *Ann. Zootech.*, **24**, 315-321.
- CORRING T., LEBAS F., 1977. Effets à court et moyen terme de la ligature du canal pancréatique sur la digestibilité d'un aliment, chez le Lapin en croissance et soumis à une alimentation restreinte. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **17**, 299-307.
- CZAJKOWSKA J., JEDRYKA J., KAWINSKA J., NIEDZWIADK S., RYBA Z., 1980 a. Réduction du taux azoté pour les lapins à l'engraissement par l'emploi d'acides aminés de synthèse (Polonais). *Rocz. Nauk. Zoot.*, **7**, 289-298.
- CZAJKOWSKA J., JEDRYKA J., NIEDZWIADK S., RYBA Z., 1980 b. Efficacité de la lysine dans l'alimentation des lapins en engraissement. *Rocz. Nauk. Zoot.*, **7**, 299-307.
- DAVIDSON J., SPREADBURY D., 1973. Research at the Rowett Institute on the nutrition of meat rabbits. 5<sup>e</sup> réunion inter. Cuniculture, Côme, 230-240.
- DAVIDSON J., SPREADBURY D., 1975. Nutrition of the New-Zealand White rabbit. *Proc. Nutr. Soc.*, **34**, 75-83.
- DE BLAS J.C., PEREZ E., FRAGA M.J., RODRIGUEZ J.M., GALVEZ J.F., 1981. Effect of diet on feed intake and growth of rabbits from weaning to slaughter at different ages and weights. *J. anim. Sci.*, **52**, 1225-1232.
- DEHALLE C., 1979. (données non publiées).
- DEHALLE C., 1981. Equilibre entre les apports azotés et énergétiques dans l'alimentation du Lapin en croissance. *Ann. Zootech.*, **30**, 197-208.
- FEKETE S., PAPP Z., 1981. Etude de la teneur en énergie digestible et métabolisable des aliments pour lapins (Hongrois). *Allattenyesztes Takarm.*, **30**, 365-370.
- FRAGA M.J., DE BLAS C., 1977. Influencia de la coprofagia sobre la utilizacion digestiva de los alimentos por el conejo. *An. INIA, Ser. Prbd. anim.*, **8**, 43-47.
- GAMAN E., FISHER H., 1970. The essentiality of arginine, lysine and methionine of the growing rabbit. *Nutr. Repts. intern.*, **1**, 57-64.
- GAMAN E., FISHER H., FEIGENBAUM A.S., 1970. An adequate purified diet for rabbits of all ages. *Nutr. Repts. intern.*, **1**, 35-48.
- GISBERTI C., GIOFFRE F., QUARANTELLI E., PROTO V., 1981. Indagine preliminari su alcuni parametri ematici nel coniglio con e senza ciecotrofia. *Ann. Fac. Sci. Agr. Univ. Napoli ser. IV*, **15**, 123-135.
- HECKMANN F.W., MEHNER A., 1970. Versuche über den Eiweiss und Rohfasergehalt im Alleinfutter für Jungmaskaninchen. *Arch. Geflügelz. Kleintierkd.*, **19**, 29-43.
- HOLDAS S., GIPPERT T., 1979. Etude du besoin en protéines du Lapin de chair (Hongrois). *Allattenyesztes*, **28**, 79-83.
- HOOVER W.H., HEITMANN R.N., 1975. Cecal nitrogen metabolism and amino acid absorption in the rabbit. *J. Nutr.*, **105**, 245-252.
- HOVE E.L., HERNDON J.F., 1957. Growth of rabbits on purified diets. *J. Nutr.*, **63**, 193-199.
- JENSEN N.E., 1980. Station d'expérimentation sur le Lapin 1979 (Danois). *Beret. Statens Husdyrbrugs Forb.*, (496), 1-24.
- JILGE B., 1974. Soft faeces excretion and passage time in the laboratory rabbit. *Lab. Anim.*, **8**, 337-346.
- KENNEDY L.G., HERSHBERGER T.V., Mc CARTHY R.D., 1970. Absorption of leucine from the non ruminant herbivore cecum. *J. anim. Sci.*, **31**, 204.
- KING J.O.L., 1971. Urea as a supplement for growing rabbits. *Br. Vet. J.*, **127**, 523-528.
- LAPLACE J.P., 1977. Le transit digestif chez les monogastriques: III Comportement (prise de nourriture - caecotrophie), motricité et transit digestif et pathogénie des diarrhées chez le Lapin. *Ann. Zootech.*, **27**, 225-265.
- LANG J., 1981. The nutrition of the commercial rabbit Part 1. Physiology, digestibility and nutrient requirements. *Nutr. Abst. Rev.*, **51**, 197-225.
- LEBAS F., 1969. L'alimentation du Lapin. *Bull. Soc. Hyg. Alim.*, **57**, 245-268.
- LEBAS F., 1971. Composition chimique du lait de lapine. Evolution au cours de la traite et en fonction du stade de lactation. *Ann. Zootech.*, **20**, 185-191.
- LEBAS F., 1973. Effet de la teneur en protéines de rations à base de soja ou de sésame sur la croissance du Lapin. *Ann. Zootech.*, **22**, 83-92.
- LEBAS F., 1975. Influence de la teneur en énergie de l'aliment sur les performances de croissance du Lapin. *Ann. Zootech.*, **24**, 281-288.
- LEBAS F., 1977. Alimentazione delle riproduttrici. *Coniglicoltura*, **14** (12), 11-16.
- LEBAS F., 1981. Bien nourrir les lapins. *Bull. Tech. Inf. Minist. Agr.*, **358-359**, 215-222.
- LEBAS F., 1983. Small-scale rabbit production, feeding and management systems. *World Anim. Review*, **46**, 11-17.
- LEBAS F., COLIN M., 1973. Effet de l'addition d'urée à un régime pauvre en protéines chez le Lapin en croissance. *Ann. Zootech.*, **22**, 111-113.
- LEBAS F., GREPPI G., 1981. Ingestion d'eau et d'aliment chez le jeune lapin disposant d'un aliment carencé en méthionine ou en lysine, et pour boisson, en libre choix, d'une solution de cet acide aminé ou d'eau pure. *Reprod. Nutr. Develop.*, **20**, 1661-1665.

- LEBAS F., LAPLACE J.P., 1977. Growth and digestive transit in the rabbit. Variations according to physical form, composition and crude fiber content of the feed. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **17**, 535-538.
- LEBAS F., LAPLACE J.P., DROUMENQ P., 1982. Effet de la teneur en énergie de l'aliment chez le Lapin. Variations en fonction de l'âge des animaux et de la séquence alimentaire. *Ann. Zootech.*, **31**, 233-256.
- LEBENGARTS Y., GERING A., 1972. A propos de la teneur en protéines d'aliments complets granulés pour les lapins (Russe). *Vest. Sel'Khoz. Nauki* (4), 69-71.
- LIAPPIS N., ANDA L.P., JAKEL A., BANTZER P., Vergleich der freien Aminosäuren im Blutserum von Mensch und Tieren. 2. Mensch, Kaninchen, Meerschweinchen, Schwein. *Z. Tierphysiol. Tierenäh. Futtermittelk.*, **36**, 87-91.
- Mc WARD G.W., NICHOLSON L.B., POULTON B.R., 1967. Arginine requirement of the growing rabbit. *J. Nutr.*, **92**, 118-120.
- MARTINA C., 1982. Elaboration et test de quelques formules alimentaires uniques pour lapines reproductrices et jeunes femelles destinées à la reproduction (Roumain). *Lucr. Stiint. Inst. Cercet. Nutr. Anim.*, **9-10**, 213-218.
- MARTINA C., DAMIAN C., 1982 a. Supplémentation en lysine et en méthionine d'aliments composés à faible taux protéique, pour l'engraissement des jeunes lapins. *Lucr. Stiint. Inst. Cercet. Nutr. Anim.*, **9-10**, 227-236.
- MARTINA C., DAMIAN C., 1982 b. Influence de différents niveaux de lysine sur la croissance et l'engraissement intensif des jeunes lapins (Roumain). *Lucr. Stiint. Inst. Cercet. Nutr. Anim.*, **9-10**, 219-226.
- MARTY J., 1971. Origine et intérêt nutritionnel des acides organiques et des acides aminés dans le caecum du Lapin. Thèse Doc. Sci. Nat., Univ. P. Sabatier, Toulouse.
- MARTY J., CARLES J., 1968. Les acides aminés dans le caecum du Lapin. *C.R. Acad. Sci.*, **267 sér. D**, 638-641.
- MEIRELLES C.F., ZINSLY C.F., 1979. Addition d'huile à des rations à taux variables en protéines pour des lapins en croissance (Portugais). *Bolet. Indus. Anim.*, **36**, 101-118.
- MOROT C., 1882. Mémoire relatif aux pelotes stomacales des leporidés. *Rec. Med. Vet.*, **59**, 635-645.
- NIEDZWIADK S., 1976. An attempt at supplementing rabbit feed with urea. 1<sup>er</sup> Congr. intern. Cunicole, Dijon, commun. n° 27.
- N.R.C., 1966. Nutrient requirements of rabbits. *Nat. Acad. Sci.*, Washington, Publication n° 1194.
- N.R.C., 1977. Nutrient requirements of rabbits. *Nat. Acad. Sci.*, Washington, 2 d revised ed.
- OMOLE T.A., 1977. Influence of levels of dietary protein and supplementary copper on the performance of growing rabbits. *Brit. Vet. J.*, **133**, 593-599.
- OUHAYOUN J., DELMAS D., LEBAS F., 1979. Influence du taux protéique de la ration sur la composition corporelle du Lapin. *Ann. Zootech.*, **28**, 453-458.
- PARIGI-BINI R., CHIERICATO G.M., 1974. Utilizzazione di diete a basso contenuto di fibra per conigli in accrescimento. *Riv. Zoot. Vet.*, **3**, 203-212.
- PARTRIDGE G.G., ALLAN S.J., 1982. The effects of different intakes of crude protein on nitrogen utilization in the pregnant and lactating rabbit. *Anim. Prod.*, **35**, 145-155.
- PATERSON J.Y.F., SEPULVEDA F.V., SMITH M.W., 1982 a. Distribution of transported amino-acid within rabbit ileal mucosa. *J. Physiol. (Londres)*, **331**, 523-535.
- PATERSON J.Y.F., SEPULVEDA F.V., SMITH M.W., 1982 b. Amino acid efflux from rabbit ileal enterocytes. *J. Physiol. (Londres)*, **331**, 537-546.
- PERRY G.C., 1983. Productivity in relation to the parturition-remate interval (of the rabbit doe). *Commercial rabbit*, **11** (3), 4-5.
- POMYTKO V.N., MOROZOVA K.N., RAZZORENOVA E.A., 1978. Acides aminés de synthèse dans l'alimentation des lapins (Russe). *Nauch. Trud. Nauch. Inst. Push. Zverov. Krolik.*, **17**, 13-18.
- PONTES - PONTES M., LLEONART - ROCA F., CASTELLO-LLOBET J.A., MESTRES-DURAN F., 1980. Influencia del nivel proteico y de aminoacidos sobre la produccion de leche de la conejas. *Mémoire 2<sup>e</sup> Congrès Mondial de Cuniculture, Barcelone, Vol. II*, 101-110.
- PROTO V., 1980. Alimentazione del coniglio da carne. *Coniglicoltura*, **17** (7), 17-32.
- RAZZORENOVA E.A., MOROZAVA K.N., 1980. Besoins alimentaires (des lapins) (Russe). *Krolik. Zverovod.*, (5) 11-12.
- RICO C., MENCHATA M., 1973. Studies on genotype-environment interaction and optimum protein level in rabbit diets. *Cuban J. Agric. Sci.* **7**, 9-16.
- SALSE A., CRAMPES F., RAYNAUD P., 1977. Détermination de la valeur alimentaire de l'urée donnée en perfusion intracaecale chez le Lapin. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **17**, 559-565.
- SALSE A., RAYNAUD P., 1977. Effet nutritionnel de la perfusion intracaecale d'urée chez le Lapin nourri avec un régime aprotéique. *Bull. Acad. Vet. France*, **50**, 109-115.
- SCHLOLAUT W., 1980. Die Ernährung des Kaninchens. Hoffmann-La Roche AG ed., Grenzach-Wyhlen.
- SCHLOLAUT W., LANGE K., PAUFLER S., 1981. Einfluss des Thioaminosäuregehaltes im Futter des Alters und der Geburtauslösung mit Oxytocin auf die Reproduktionsleistung des Kaninchens bei postpartaler Insemination. *Züchtungk.*, **53**, 283-294.
- SIMOES-NUNES C., LEBAS F., CORRING T., 1981. Digestibilité apparente après ligature du canal pancréatique chez le Lapin en croissance : effet d'une alimentation ad libitum. *Reprod. Nutr. Develop.*, **21**, 497-504.
- SMITH R., 1979. Rabbit test slightly favors peanut meal protein ration. *Feedstuffs*, **51**, (51) 18.
- SMITH S.E., DONEFER E., MATHIEU L.G., 1960. Protein for growing-fattening rabbits. *Feed Age*, **10**, 52-54.
- SPREADBURY D., 1974. Protein and aminoacid requirements of the growing rabbit. *Proc. Nutr. Soc.*, **33**, 56 A.
- SPREADBURY D., 1978. A study of the protein and aminoacid requirements of the growing New Zealand White rabbit with emphasis on lysine and sulfur-containing aminoacids. *Br. J. Nutr.*, **39**, 601-613.
- 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.
- SZCZYGIEL M., BAREJ W., 1977. Concentration of free aminoacid in the blood and liver of cattle, sheeps and rabbits. *Acta Physiol. Pol.*, **28**, 553-558.
- TORTUERO F., BUSTAMENTE F., 1981. Inflencia del nivel proteico de la dieta sobre la produccion de leche en la coneja. *Av. Alim. Mej. Anim.*, **22**, 65-68.
- WOOLEY J.Y., MICKELSEN O., 1954. Effect of potassium, sodium and calcium on the growth of young rabbits fed purified diets containing different levels of fat and proteins. *J. Nutr.*, **52**, 591 - 600.