

BESOINS NUTRITIONNELS DES LAPINS

Revue bibliographique et perspectives (1)

NUTRIENT REQUIREMENTS OF RABBITS

Litterature review and prospects (1)

F. LEBAS

Laboratoire de Recherches sur l'Elevage du Lapin.
INRA Centre de Toulouse - B.P. 27 - 31326 Castanet-Tolosan Cedex

(1) Texte élaboré à l'occasion de la "la Conferenza internazionale PRODUZIONE DI ALIMENTI PER ANIMALI" Piacenza (Italie), 25-27 octobre 1989, et complété par l'auteur.

RESUME

En partant des revues bibliographiques déjà publiées, l'auteur fait l'analyse des travaux consacrés, au cours des dernières années, à l'estimation des besoins alimentaires des différentes catégories de lapins. Les limites mêmes entre catégories sont controversées; en particulier, des besoins spécifiques semblent se dessiner pour la période pré- ou péri-sevrage, mais il est encore trop tôt pour que des recommandations précises puissent être proposées.

Par ailleurs, l'auteur insiste sur le rôle du rapport souhaitable entre les Protéines Digestibles et l'Energie Digestible: 10,5 g/MJ pour l'engraissement et 12,3 g/MJ pour la reproduction intensive. Le non respect de ce ratio peut altérer les performances et surtout un ratio trop élevé accroît les problèmes sanitaires. Enfin, si les risques classiques associables aux excès de vitamine A et surtout de vitamine D sont rappelés, une attention, un peu nouvelle, doit être apportée aux possibilités de carence en vitamine E, tant pour l'engraissement que pour la reproduction.

SUMMARY

Taking in account the published reviews on rabbit feeding, the object of the present paper, is to analyse the recent literature devoted to the elaboration of nutritional requirements for rabbits of different categories. The classification into the classical categories itself is criticized. One of the new ideas, is the definition of special diets for the pre- or the peri-weaning period. But it is too early to propose practical recommendations.

The rôle of the digestible protein to digestible energy ratio is emphasized: 10.5 g/MJ for growers and 12.3 g/MJ for intensive breeding does. If this ratio is not correct, the performance decreases; and if the ratio is too high, an increase of mortality may be observed. The classical bad effects of vitamin A and vitamin D excesses are recalled, but in addition, a new attention is to be payed to vitamin E deficiency possibilities for growers as for breeding does.

INTRODUCTION

Dans l'Europe occidentale, la production du lapin est principalement développée en Italie, en France et en Espagne. La production totale (est + ouest) peut être estimée à 800.000 tonnes de carcasses, dont les 2/3 sont fournis par les trois pays mentionnés ci-dessus. Il convient donc de considérer le lapin comme un animal ayant un réel impact économique.

Les connaissances nécessaires pour concevoir une ration équilibrée ont été acquises au cours des 20 dernières années seulement. Ceci est souligné par les remarques suivantes qui figuraient, en 1966, dans l'édition des " Besoins alimentaires des lapins " publiée par National Research Council aux USA (NRC, 1966):

.protéines : la sensibilité du lapin à la qualité des protéines est inconnue. Le fait que les lapins aient pu être élevés avec succès en utilisant des rations relativement simples à base de végétaux, laisse penser que la qualité des protéines n'a guère d'importance .

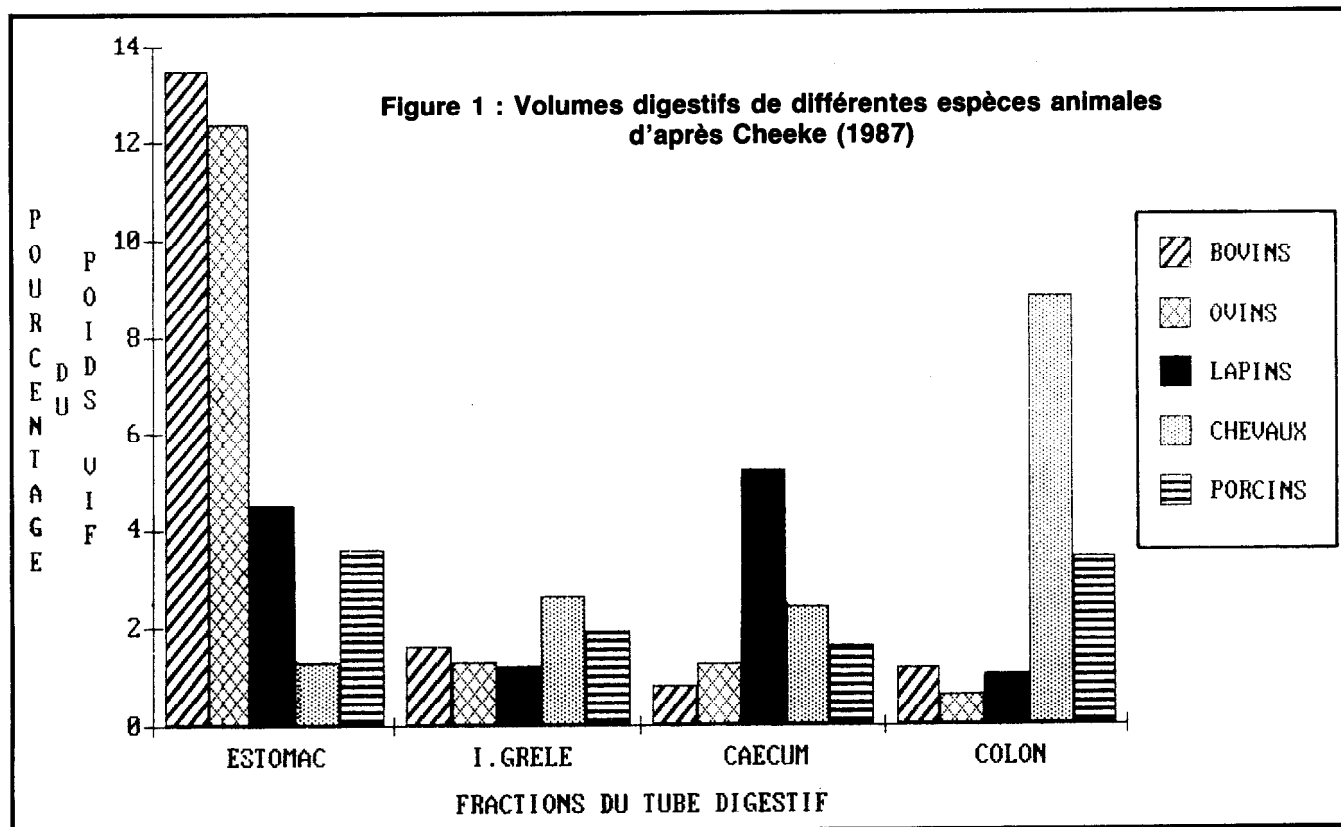
.énergie : aucun besoin spécifique d'énergie n'a été établi pour le lapin.

.minéraux : il est probable que les besoins du lapin sont comparables à ceux des autres espèces.

Heureusement une masse importante de travaux a été réalisée depuis cette date à travers le monde. Plusieurs revues ont été publiées dans un passé récent. Citons, par exemple, celles de De Blas Beorlegui (1984), de l'INRA (1984, révisée en 1989), de Proto (1986), de Maertens & De Groote (1987), de Cheeke (1987), de Lebas (1988) et de Parigi-Bini (1988). C'est pourquoi la présente revue n'a d'autre projet que de les actualiser en prenant en compte les publications les plus récentes, tout en essayant d'en tirer quelques idées pour l'avenir.

Ceux qui se préoccupent de l'alimentation du lapin doivent prendre en compte les caractéristiques propres à cette espèce au plan de son fonctionnement alimentaire et de son comportement alimentaire. Elles sont résumées dans les 5 points suivants

- 1 - Le lapin est doté de 2 réservoirs digestifs d'un volume comparable, l'estomac et le caecum, dont le contenu total représente 10 % du poids vif de l'animal (figure 1).



- 2 - La digestion microbienne des aliments n'intervient que dans le tube digestif terminal. En effet le pH du premier réservoir, l'estomac, est trop bas pour permettre une activité fermentaire notable (figure 2). De ce fait, l'activité de la flore ne peut s'exercer sur les aliments qu'après leur "traitement" par les enzymes endogènes du lapin et l'absorption des produits finaux de l'hydrolyse à travers la paroi intestinale.

- 3 - Contrairement au porc ou au cheval, le lapin peut valoriser les corps bactériens qui se sont développés dans le tube digestif terminal, grâce à la pratique de la caecotrophie, comportement physiologique qu'il partage avec les autres lagomorphes.

- 4 - Le lapin effectue de nombreux repas par jour (une trentaine), ingérant 2 à 8 g par repas d'une durée moyenne de 4 à 6 minutes (Prud'hon *et al.*, 1975). De ce fait, l'importance de l'équilibre de chacun des repas est réduite.

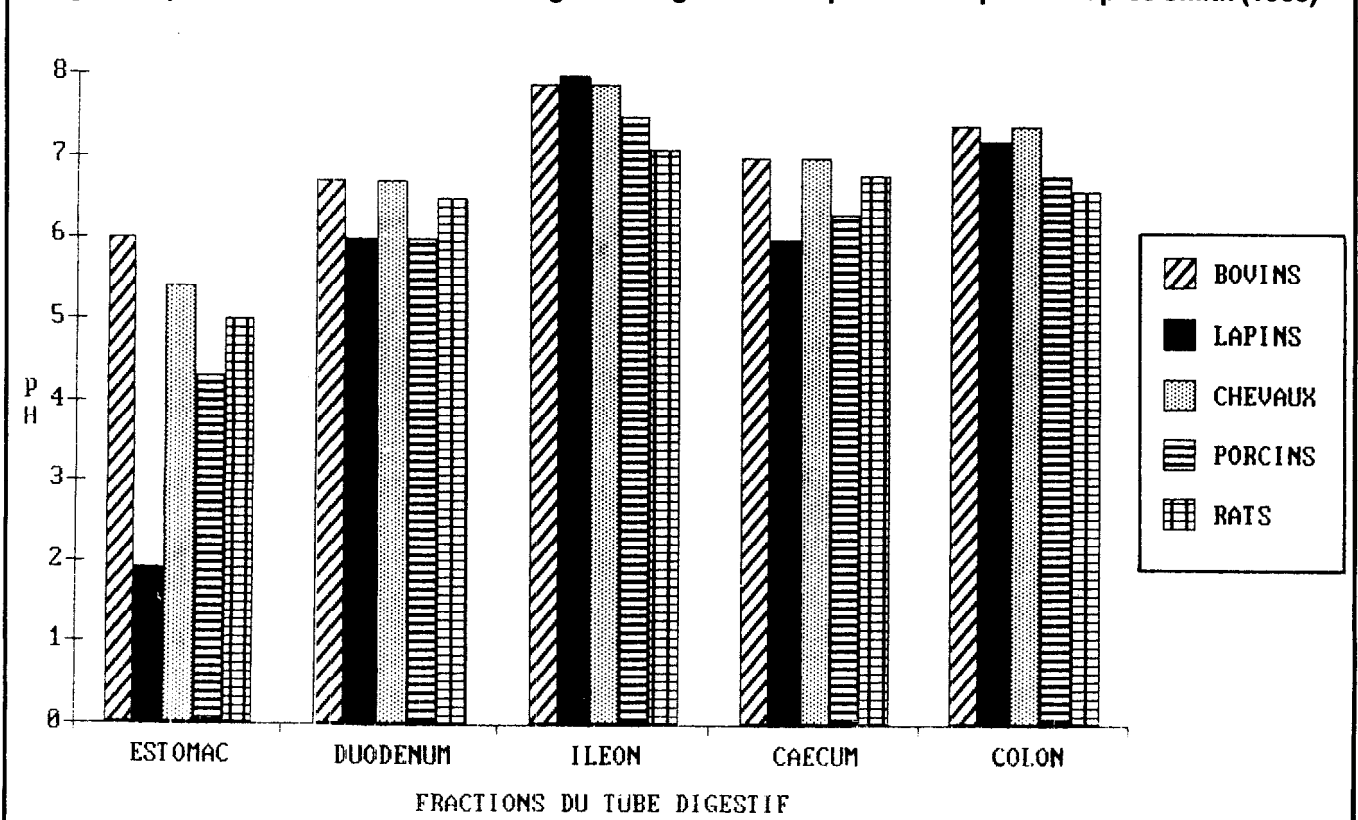
- 5 - Le lapin est un herbivore vrai, comme le sont les ruminants, mais c'est un animal qui sélectionne les aliments concentrés. De ce fait, il développe une stratégie d'ingestion opposée à celle des ruminants ou des chevaux qui sont

des brouteurs de fourrages grossiers et de lest (Van Soest, 1982).

L'alimentation traditionnelle des lapins pour la production de viande était basée sur les céréales, le son et les fourrages. Ces derniers étaient distribués verts en été et secs en hiver, en complément de betteraves fourragères et de carottes. Actuellement, ce type d'alimentation décroît rapidement mais il est encore employé pour les lapins produits pour l'autoconsommation et dans les très petites unités de production. Une alimentation basée exclusivement sur les aliments composés complets est par contre, utilisée dans les élevages rationnels qui représentent actuellement la quasi totalité de la production commerciale.

Il faut également garder à l'esprit qu'en moyenne, la production cunicole permet la transformation de protéines végétales associées à des fibres en protéines animales avec un rendement de 18% (viande consommable produite/protéines alimentaires entrant dans l'élevage). Dans les meilleurs unités de production, ce rendement atteint 22%.

Figure 2 : pH du contenu de différents segments digestifs chez plusieurs espèces d'après Smith (1965)



COMPOSITION OPTIMUM DES ALIMENTS

Les recommandations alimentaires sont basées principalement sur des expérimentations dans lesquelles sont comparées les performances obtenues avec des aliments de composition connue. Pour les lapins en croissance, le meilleur aliment est généralement celui qui permet la plus forte vitesse de croissance avec, corrélativement, une bonne efficacité alimentaire. Pour les lapines reproductrices, le nombre de jeunes produits par portée (à la naissance et au sevrage) est le critère principal pris en considération, même si la production laitière, le poids des jeunes ou la proportion des saillies fécondes sont également mesurés.

Les expérimentations conduites avec des critères aussi simples ne conduisent pas nécessairement aux recommandations les plus efficaces pour les producteurs au plan économique. C'est pourquoi un effort a d'abord été réalisé pour prendre en compte les effets directs des aliments sur la viabilité des animaux. L'apport de "cellulose" alimentaire est le principal critère nutritionnel étudié dans cette perspective.

Dans les travaux plus récents, un effort a été fait pour déterminer les conséquences de l'ingestion d'un aliment donné au cours d'une période, sur la production, la viabilité, ... au cours d'une autre période, comme par exemple: effet de la composition de l'aliment employé au cours de la croissance des jeunes lapines, sur leurs performances ultérieures de reproduction (Coudert & Lebas, 1982) ou effet du taux de protéines de l'aliment maternel utilisé pendant l'allaitement sur la croissance et le besoin protéique des jeunes en engraissement (Sanchez *et al.*, 1985).

Une autre direction de recherche a également été adoptée par certains expérimentateurs: une alimentation qui est clairement en dessous de l'optimum immédiat est utilisée à un moment du cycle de production, de manière à optimiser l'ensemble du système de production. Ainsi, des aliments ne permettant pas la production laitière la plus forte

ou la plus économique en matière de dépense alimentaire sont utilisés à partir du pic de lactation pour l'ensemble mère + jeunes. Leur conception et la continuation de leur utilisation 10 à 15 jours après le sevrage ont pour objectif de réduire la mortalité post sevrage et ainsi d'accroître le nombre de lapereaux vendables produits par mère lapine et par unité de temps (Morisse, 1988; Lebas & Maitre, 1989; Morisse *et al.*, 1989). Toutefois, ces travaux ne sont pas encore assez avancés pour qu'il soit possible de proposer des recommandations précises.

C'est pourquoi dans cette revue nous nous en tiendrons aux séparations classiques de la vie des animaux: gestation - lactation - croissance - entretien. Mais dans la mesure du possible, nous retiendrons pour les recommandations alimentaires, les valeurs qui doivent permettre la meilleure rentabilité des élevages, lorsqu'elles sont respectées.

LES BESOINS ALIMENTAIRES

• ENERGIE

Pour le lapin, le système énergétique employé de la manière la plus courante pour exprimer les besoins est celui de l'énergie digestible (ED). En effet, l'énergie métabolisable représente une part relativement fixe de l'énergie digestible: 94 à 96 % (Maertens & Parigi-Bini; Xiccato, 1989).

Le besoin d'entretien quotidien d'énergie digestible d'un lapin a été estimé par Parigi-Bini & Xiccato (1986), à 484 kJ/kg de poids métabolisable (PM), à 484 kJ/kg de poids métabolisable (PM), ce dernier étant le poids vif élevé à la puissance 0,75. Avec la même technique d'abattage, Partridge *et al.* (1989) ont, eux, estimé cette valeur à un niveau plus faible: 377 kJ/kg PM, valeur proche de celle qui avait été proposée par Schürch dès 1949: 399 kJ/PM avec une technique utilisant une chambre respiratoire. Les autres valeurs publiées se tiennent entre ces deux extrêmes (tableau 1), si l'on excepte le travail de De Blas *et al.* (1985). On doit remarquer le travail de Scheele *et al.* (1985)

Tableau 1 : Estimation du besoin énergétique d'entretien de lapins jeunes et adultes, selon différents auteurs (kilojoules d'énergie digestible par kg de poids métabolique)

Année	AUTEURS	BESOIN D'ENTRETIEN (kJ ED/kg PM)	Type	Race (1)
1949	Schürch	399	jeune	-
1952	Eriksson	494	jeune	Petit Chinchilla
		402	adulte	Petit Chinchilla
1981	Isar	470	jeune	NZW
1985	De Blas <i>et al.</i>	550	jeune	Géant Espagnol
1985	Parigi-Bini & Xicatto	484	jeune	NZW
1985	Scheele <i>et al.</i>	345 (à 28°C)	jeune	NZW
		413 (à 17°C)	jeune	NZW
1985	Harris <i>et al.</i>	480	jeune	Rex
1986	Partridge <i>et al.</i>	343	adulte	NZW x (NZWxCAL)
1989	Partridge <i>et al.</i>	377	jeune	NZW x CAL

(1) NZW = Néo-Zélandais Blanc & CAL = Californien

qui indique une réduction de 16% du besoin quotidien en ED lorsque la température ambiante s'accroît de 17°C à 28°C (tableau 1). Comme valeur de référence, aisée à retenir, nous proposons de considérer qu'un apport d'ED de 400 kJ/kg PM, couvre les besoins d'entretien quotidien de l'animal adulte ou en croissance. Les travaux de Partridge *et al.* (1989) laissent penser que le besoin d'entretien de la lapine allaitante serait accru de 15% par rapport à celui d'une jeune en croissance ou d'un adulte au repos, soit environ 460 kJ ED/kg PM.

Chez de jeunes lapins Néozélandais ou Californien, la capacité d'ingestion pour une croissance maximale serait de l'ordre de 920 à 1000 kJ ED/kg PM (Lebas, 1988). Ceci signifie qu'environ 40% de l'ingéré quotidien sont nécessaires à l'entretien de l'animal, et que 60% sont disponibles pour la croissance. Dans sa revue de la littérature, Parigi-Bini (1988) a calculé que l'efficacité de l'énergie digestible pour les dépôts de protéines et de lipides sont de 38-44% et de 64-70% respectivement. L'efficacité moyenne de l'utilisation de l'ED au dessus du besoin d'entretien, pour la rétention corporelle (gain de poids) a été estimée à 47% par Partridge *et al.* (1989). Cette efficacité modérée est la conséquence de la faible proportion de graisses dans le gain de poids du lapin en croissance.

Chez la lapine en lactation, avec 8 lapereaux allaités, l'ingestion moyenne

d'ED est de 1250 kJ/kg PM ; elle peut atteindre 1500 kJ au moment du pic de lactation, environ 15-20 jours *post-partum*. En outre, l'ingestion quotidienne est accrue d'environ 100 kJ ED par jour, pour chaque lapereau allaité supplémentaire (figure 3), du moins jusqu'à 11 (Lebas, 1987). Pour une lapine de 4 kg allaitant 10 jeunes, cela représente une ingestion quotidienne de 0,4 kg de matière sèche, ce qui représente 10% de son poids vif, ou plus précisément 1/3 de sa propre masse de matière sèche. D'un autre côté, cette capacité d'ingestion signifie qu'au maximum de lactation, environ 70% de l'ingestion d'ED quotidienne sont disponibles pour la production (laitière), soit sensiblement plus que chez le jeune en croissance (60 %).

La régulation de l'ingestion en fonction de la concentration en ED de la ration est possible dès que celle-ci dépasse 9,2 MJ/kg d'aliment tel quel, aussi bien chez le jeune en croissance que chez la lapine allaitante (Lebas, 1988). Cette observation désormais "classique" a été récemment confirmée par Partridge *et al.* (1989) chez le lapin en croissance de type Néozélandais Blanc. Dès que la concentration en ED de l'aliment atteint le seuil minimum, les lapins ajustent leur consommation quotidienne de manière à obtenir chaque jour la même quantité d'énergie digestible, du moins dans la mesure où le reste de la ration est équilibré par rapport à l'énergie (Lebas, 1975 ; Bombeke *et al.*, 1978 ; Spreadbury & Davidson, 1978).

La même possibilité de régulation a été confirmée chez la lapine reproductrice (gestante + allaitante) avec des aliments expérimentaux situés dans la gamme 8,9 - 10,4 MJ ED/kg d'aliment tel quel, lorsque la variation de la teneur en ED est la conséquence d'une variation du taux de fibre (Fraga *et al.*, 1989). Cela pourrait laisser penser que le seuil minimum pourrait être un peu plus bas pour la femelle reproductrice que pour le jeune, mais cette hypothèse devra être confirmée. D'un autre côté, dans la même série expérimentale, Fraga *et al.*, (1989) ont constaté, après addition de matière grasse (+ 3,5 % de lard; teneur en ED de 11,9 kJ/kg tel quel) un net accroissement de l'ingestion énergétique des lapines allaitantes : 1500 vs 1150 kJ/kg PM (+ 30% en moyenne pour la période 0-28 jours). Ceci peut être relié à l'accroissement simultané de production laitière constaté après addition de lard : 203 vs 170 g/jour (+ 20%), sans variation sensible de la composition du lait, du nombre de lapereaux allaités, ni du poids vif des lapines.

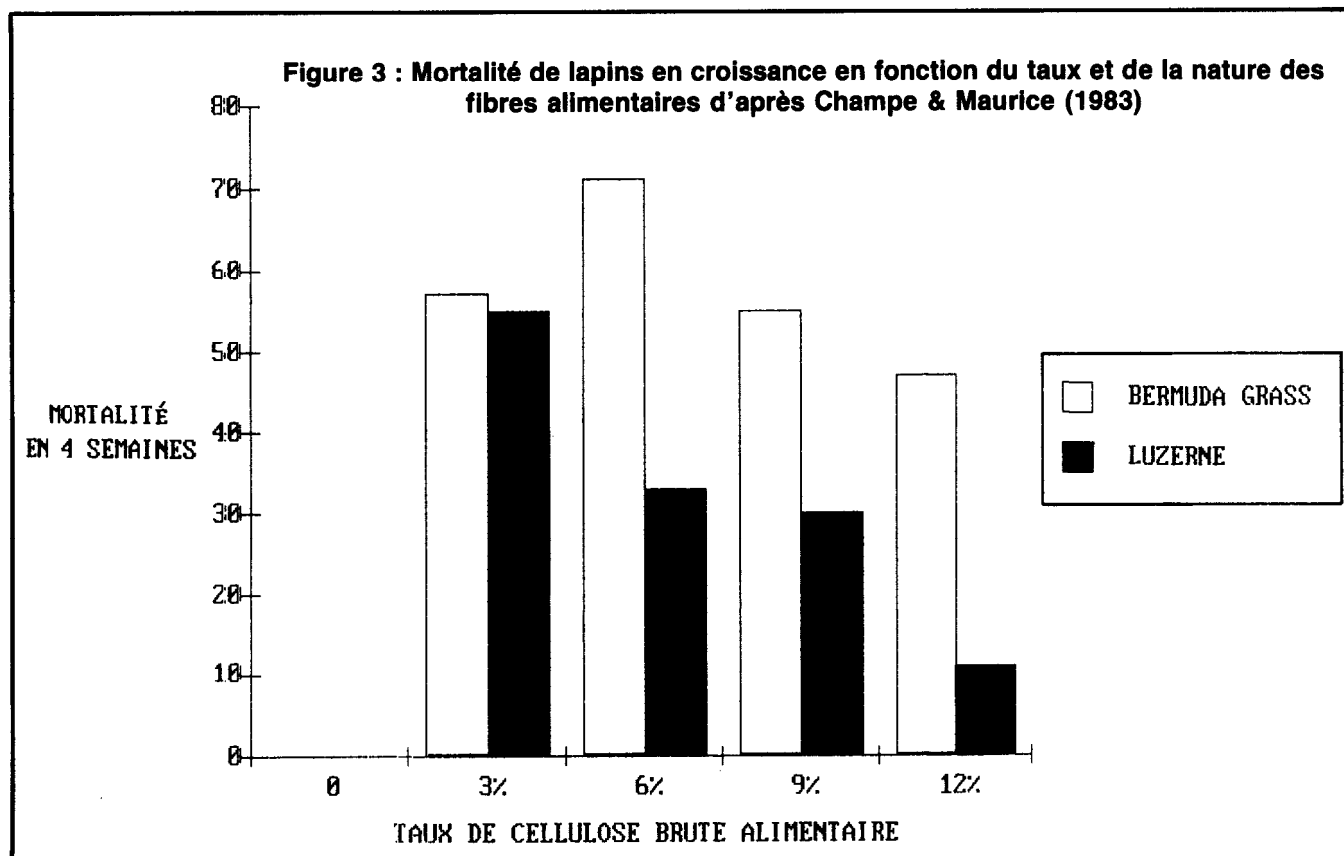
Avec des lapines adultes de différentes races, Grobner *et al.* (1985) constatent qu'à l'entretien, des Nains Hollandais (1,2 kg) ne sont pas capables de consommer et de digérer en quantité

suffisante un aliment à basse teneur en énergie (8,1 kJ/kg tel quel) pour au moins maintenir leur poids vif. Par contre, avec le même aliment des lapines plus lourdes, comme les Béliers Anglais (Mini Lop, 3,4 kg), les Néozélandais Blanc (4,9 kg) ou les Géants des Flandres (7,0 kg), réussissent à maintenir leur poids corporel. Avec des aliments plus concentrés en ED (9,6 ou 10,6 kJ/kg), les 4 types génétiques sont capables au moins de maintenir leur poids vif.

Pour que les besoins alimentaires quantitatifs puissent être satisfaits, il est nécessaire que tous les autres nutriments soient équilibrés par rapport à l'ED. Un accroissement de la teneur en ED doit se traduire par une augmentation des différents autres nutriments. En l'absence d'indication particulière, pour la suite de cette revue, la ration est supposée contenir 10,4 MJ/kg tel quel.

• LIPIDES

Pour rester en bonne santé et assurer une production normale, les lapins doivent recevoir dans leur alimentation des acides gras essentiels (linoléique et linoléique). Lorsque la ration est



**Tableau 2 : Variations relatives en 4 semaines du poids vifs de lapines adultes de différentes races, alimentées à volonté avec 3 aliments différant par leur teneur en énergie digestible - 6 lapines par aliment et par race, ayant chacune reçu successivement les 3 aliments.
D'après les données de Grobner et al. (1985)**

RACE	Poids moyen (kg)	Teneur en ED des aliments (MJ ED/kg tel quel)		
		8,1	9,6	10,6
Nain Hollandais	1,22	- 0,4%	+ 2,6%	+ 2,9%
Belier Anglais	3,39	+ 2,0%	+ 4,1%	+ 6,2%
Néozélandais Blanc	4,89	+ 3,5%	+11,0%	+ 4,4%
Géant des Flandres	6,96	+ 0,4%	+ 1,8%	+ 2,6%

constituée en majorité de végétaux et que le taux total de lipides est d'au moins 2,5 %, les besoins en acides gras essentiels sont couverts sans difficulté (Lebas, 1988). Ceci est la conséquence de la teneur élevée des acides gras polyinsaturés contenus dans les lipides des végétaux et fourrages utilisés pour l'alimentation du lapin. C'est pourquoi, peu de travaux portent sur ce thème et c'est aussi la raison pour laquelle il n'est généralement pas tenu compte des apports d'acides gras essentiels dans les contraintes de formulation.

Par ailleurs, l'accroissement de l'apport alimentaire d'acide linoléique (C 18:3/n-3) peut améliorer le statut immunitaire des lapins (Kelly *et al.*, 1988) ; mais par contre, cet effet n'est pas rencontré avec l'acide linoléique (C 18:2/n-6). A l'opposé, un effet spécifique de l'acide linoléique sur la viabilité des mères lapines et des lapereaux a été observé par Barge & Masoero (1986): celle-ci est altérée lorsque l'aliment maternel est supplémenté avec des graisses animales (30,2 % de C 18:2 et 0,32 % de C 18:3 dans les lipides de l'aliment complet) en remplacement de farine de soja intégral toasté (50,5% de C 18:2 et 0,31 % de C 18:3 dans les lipides totaux); cette moins bonne viabilité (tableau 2) peut être reliée plus à la réduction de la concentration en acide linoléique (-40%) qu'à la relative constance de la concentration des lipides alimentaires en acide linoléique (0,31 % ou 0,32 %). Il faut également souligner que, dans cet essai, l'aliment à base de graisses animales est le meilleur si l'on considère seulement le nombre de lapins sevrés (tableau 2).

**Tableau 3 : Performances de reproduction de lapines de génotype "Hyla", recevant des aliments enrichis en matières grasses, soit avec de la graine de soja toastée (lot ST), soit avec du gras animal 1/2 porc 1/2 bœuf (lot GA)
— 3 mises bas successives par femelle —
D'après les données de Barge & Masoero (1986)**

LOTS	ST	GA
Lipides % MS	5,27	5,23
C18:2 % A. gras	50,5	30,2
C18:3 % A. gras	0,32	0,31
Nombre de mises bas	57	49
TAUX LAPINES REFORMEES par N° de mise bas	17,1% ^a	42,5% ^b
Nés vivants / MB	7,61	8,39
PERTES 0-21 JOURS	22,3% ^a	31,7% ^b
Présents à 21j/MB (1)	5,91	5,73
Présents à 21j/MB (2)	6,13	6,85

(1) toutes causes de mortalité confondues
(2) pertes de portées entières exclues

Une telle opposition entre les effets d'une addition de matière grasse sur la viabilité des animaux et leur performances zootechniques a été rencontrée par d'autres auteurs. Ainsi, en étudiant l'addition de 0 %, 6 % ou 12,5 % de graines de soja entières extrudées en remplacement du tourteau de soja, Monari & Ricci (1987) n'ont pas constaté d'effet sur les performances de croissance : GMQ de 32,2 vs 31,9 g/jour et IC de 4,39 vs 4,38, pour les 2 aliments extrême.

Par contre, en recalculant avec les données numériques originales, on constate une mortalité globale significativement plus élevée ($P < 0,001$) en présence de graines de soja extrudées qu'en leur absence: 12,5% vs 7,5%.

Dans de nombreux aliments pratiques ou expérimentaux, une addition de matières grasses est employée pour accroître la concentration énergétique des aliments. Dans de nombreux cas, la concentration en ED est seulement "calculée" à partir de différentes équations générale (Barge & Massero, 1986; Xiccato, 1989). Dans le meilleur des cas, ces équations incluent l'effet de la teneur de l'aliment en lipides, mais sans qu'il soit tenu compte de l'origine de ces lipides; or un travail de Maertens *et al.* (1985) indique une valeur énergétique plus faible pour les graisses animales pures que pour les graisses animales mélangées ou que pour les huiles végétales: suif de boeuf 27,3 MJ/kg - saindoux 30,5 - graisse animale mixte 35,4 et huile de soja 35,1 MJ/kg.

Dans certaines expérimentations, l'addition de matières grasses dans un aliment en remplacement d'une fraction de carbohydrates n'augmente pas la valeur énergétique lorsque celle-ci est contrôlée *in vivo* (tableau 4). Dans d'autres cas, l'accroissement de valeur énergétique observé est très supérieur à celui correspondant à l'énergie brute supplémentaire liée à l'addition de matières grasses (tableau 5). Il existe donc de fortes interactions digestives, positives ou négatives, entre les matières grasses ajoutées et les autres éléments de la ration. Ainsi, pour espérer mesurer un effet propre des lipides ajoutés de manière indépendante de celui dû à la teneur en ED de la ration, il est indispensable de réaliser une détermination *in vivo* de l'ED de l'aliment expérimenté. Par exemple, une amélioration des performances de croissance est observée par Santoma *et al.* (1987) après addition d'huile de tournesol: elle ne peut être correctement interprétée faute de détermination directe de la teneur en ED de l'aliment. La même remarque peut être faite à propos d'un travail de Barge *et al.* (1984) consacré aux lapines reproductrices: lorsque 2% d'orge sont remplacés poids pour poids par 2% d'huile de soja, des effets positifs sont observés sur la production laitière et la viabilité des lapereaux; mais la

Tableau 4 : Incidence de l'addition de graisses aux aliments sur leur valeur énergétique mesurée. Exemple de non-valorisation D'après Lebas (1975)

ALIMENTS	A	B	C
Huile de soja %	0	4	8
Amidon de maïs %	33	29	25
ÉNERGIE BRUTE (MJ/kg MS)	17.5	18.4	19.4
Digestibilité de l'énergie	79.9% ±0.6	71.6% ±1.1	68.2% ±1.2
ÉNERGIE DIGESTIBLE (MJ/kg MS)	13.9	13.2	13.2

Tableau 5 : Incidence de l'addition de graisses aux aliments sur leur valeur énergétique mesurée. Exemple de sur-valorisation D'après Fraga *et al.* (1989)

ALIMENTS	A	B
Saindoux ajouté	0	3.5%
<u>Composition des aliments</u>		
Protéines brutes	18.4	19.5
Cellulose brute	12.0	11.9
Cendres	10.4	10.4
Lipides	2.9	6.6
Extractif Non Azoté	56.3	51.6
ÉNERGIE BRUTE (MJ/kg)	17.56	18.54
<i>Variation d'énergie brute = B - A</i>		
- calculée (MJ/kg MS)		+ 0.90
- mesurée (MJ/kg MS)		+ 0.98
ÉNERGIE DIGESTIBLE (MJ/kg MS)		
- mesurée	11.39	12.98
<i>variation B - A (MJ/kg)</i>		+ 1.59

concentration en ED est seulement "évaluée", aussi n'est-il pas possible de séparer l'effet propre de l'huile de soja de celui de la concentration énergétique de l'aliment.

A coté des effets directement reliables à la teneur en ED de l'aliment, un effet direct de la composition des lipides alimentaires est observé sur le métabolisme lipidiques des lapins. La

composition en acides gras des lipides de dépôt est le reflet de la composition des graisses alimentaires (Ouhayoun *et al.*, 1987). La même observation a été faite par Dorier & Bacquès (1982) pour le profil en acides gras du lait de lapine ; toutefois, après addition de graisses naturelles, seules les acides gras à chaîne longue semblent concernés (Fraga *et al.*, 1989).

• FIBRES ET ENERGIE

Plus encore que le taux de lipides de la ration, la proportion de constituants membranaires (de fibres) dans la matière organique, est la principale source de variation de la teneur en énergie digestible de l'aliment.

Pour des rations ordinairement employées en Europe, on constate une faible digestibilité des constituants membranaires (10-30%) provenant des fourrages comme la luzerne ou la paille (70-80% de l'apport de cellulose brute de la majorité des rations); ceci implique que ces constituants membranaires ont une faible contribution à l'apport énergétique comparée à celle des constituants cellulaires comme l'amidon. Comme la digestibilité moyenne de la matière organique des aliments pour lapin est d'environ 60-70%, tout accroissement de la teneur en constituants membranaires se traduit par une réduction de la concentration en ED. Toutefois, les constituants membranaires des végétaux peu lignifiés (ceux qui sont naturellement sélectionnés par les lapins sauvages), ont une digestibilité sensiblement plus élevée : 40 à 70%. De ce fait, leur contribution à la fourniture d'ED est sensiblement plus élevée, elle peut atteindre plus de 30% dans les cas les plus favorables. De ce fait leur taux n'est pas un bon indicateur de la valeur énergétique des aliments.

D'assez nombreux efforts expérimentaux ont été réalisés pour tenter d'estimer la valeur énergétique des aliments à partir de leur composition chimique (Parigi-Bini, 1989; Xiccato, 1989). La détermination des constituants membranaires est dans tous les cas l'analyse qui permet la meilleure prédiction de l'ED avec une analyse unique ; dans de nombreux cas, la prévision ne peut même pas être améliorée par une autre analyse. Selon certains auteurs, la déter-

mination des constituants membranaires la plus pertinente est la mesure de la teneur en ADF, pour d'autres, la teneur en NDF est plus efficace (Pagano Toscano *et al.*, 1985), pour d'autres enfin, la détermination de la cellulose brute selon la méthode de Weende est tout aussi efficace pour les équations n'impliquant qu'une seule analyse (Maertens *et al.*, 1988). Cependant, dans la majorité des cas, des équations multiples faisant appel au résultat de 2 à 4 analyses chimiques sont plus pertinentes pour prévoir la teneur en ED ; presque toutes incluent l'une ou l'autre des méthodes d'estimations des constituants membranaires. Une proposition récente de Maertens *et al.* (1988) inclue la détermination des teneurs en protéines brutes, en lipides et en extractif non azoté ($R^2=0,90$; $n=30$; $x \pm 3,2\%$) mais aucune analyse concernant les constituants membranaires ; cependant, dans les faits, cette liste est équivalente à "matière organique moins cellulose brute". L'hémicellulose, l'un des constituants membranaires inclus dans l'ensemble NDF a une digestibilité supérieure à celle de la cellulose vraie; cette dernière représente la majeure partie des constituants mesurés par la détermination de la cellulose brute par la méthode de Weende. Dans l'équation proposée par Maertens *et al.* (1988) l'hémicellulose (8 à 16% de l'aliment) est "mélangée" avec l'amidon et les alphasalactosides au sein de l'extractif non azoté ; ces auteurs lui supposent donc une contribution à la teneur en ED identique à celle des glucides cellulaires, ce qui est un peu abusif.

En dehors de la contribution des constituants membranaires à l'approvisionnement énergétique des lapins, un effet spécifique a été déterminé chez les lapines allaitantes. Une augmentation de la teneur en constituants membranaires dans l'aliment accroît, dans le lait, la proportion des acides gras à chaîne moyenne (tableau 6): l'ensemble C 8 + C 10 est augmenté de 11% (passage de 38,0 à 42,2% des acides gras totaux) lorsque la teneur en ADF de l'aliment s'accroît de 18 à 24% (Fraga *et al.*, 1989). Ceci doit être relié à la rapidité de l'hydrolyse de ces acides gras dans l'estomac des lapereaux (Perret, 1980), au rôle bactériostatique de ces mêmes acides gras chez les lapereaux allaités (Cañas Rodriguez & Smith, 1966) et enfin aux plus faibles mortalités de lapereaux

Tableau 6 : Influence des constituants membranaires de l'aliment sur la composition en acides gras du lait de lapine
D'après Fraga et al., (1989)

ALIMENTS	A	B
A.D.F. %	18.0	23.8
Proteines %	18.4	18.0
Energie Digest.MJ	11.4	9.7
ratio PD/ED g/MJ	12.4	13.9
COMPOSITION du LAIT%		
Matières Sèches	28.7	27.8
Proteines	11.6	11.4
Lipides	14.8	12.3
Composition des lipides en acides gras (g/kg)		
C 6:0	3	4
C 8:0	206	233
C 10:0	174	189
C 12:0	29	29
C 14:0	26	21
C 15:0	6	6
C 16:0	164	146
C 16:1	31	22
C 17:0	6	8
C 18:0	35	35
C 18:1	130	110
C 18:2	123	134
C 18:3	16	21

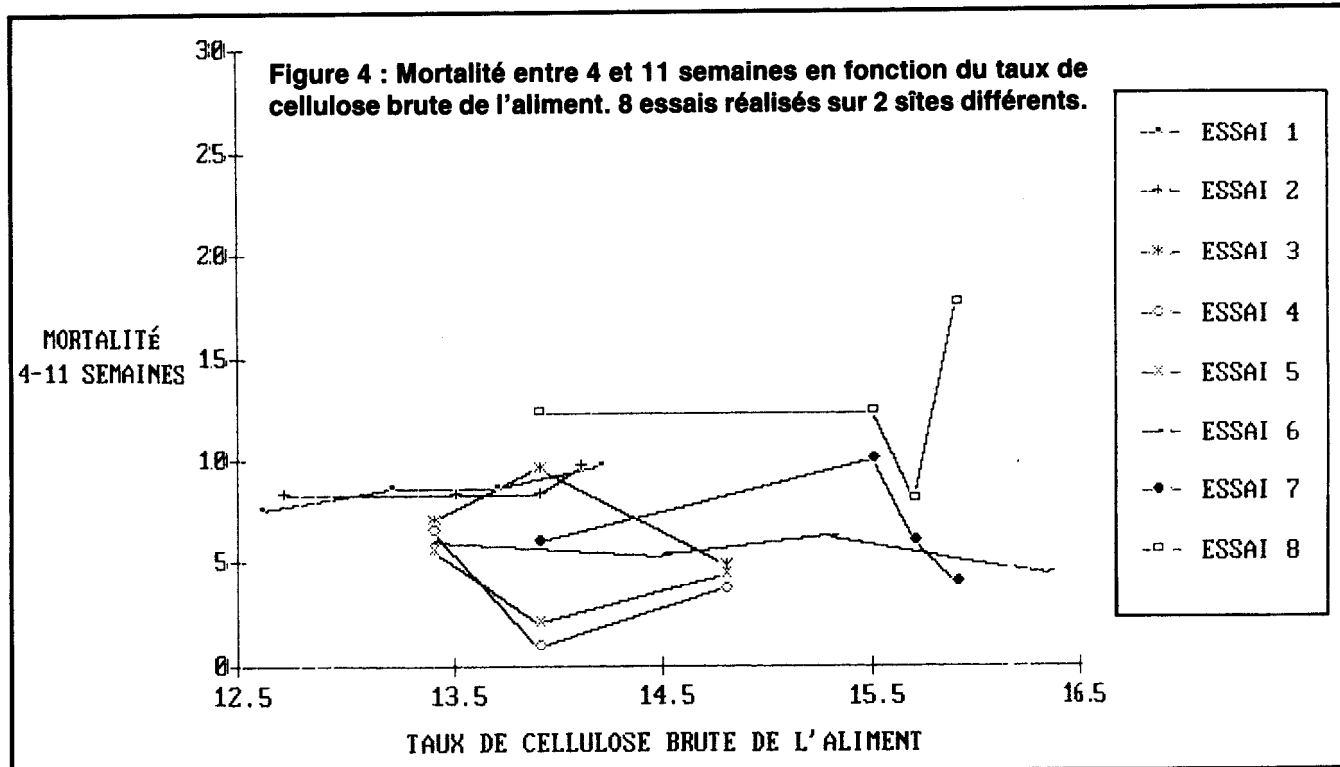
constatées avec des aliments à base de paille ou de pulpes de betteraves (forte teneur en fibres) par rapport à celles enregistrées avec un aliment pauvre en

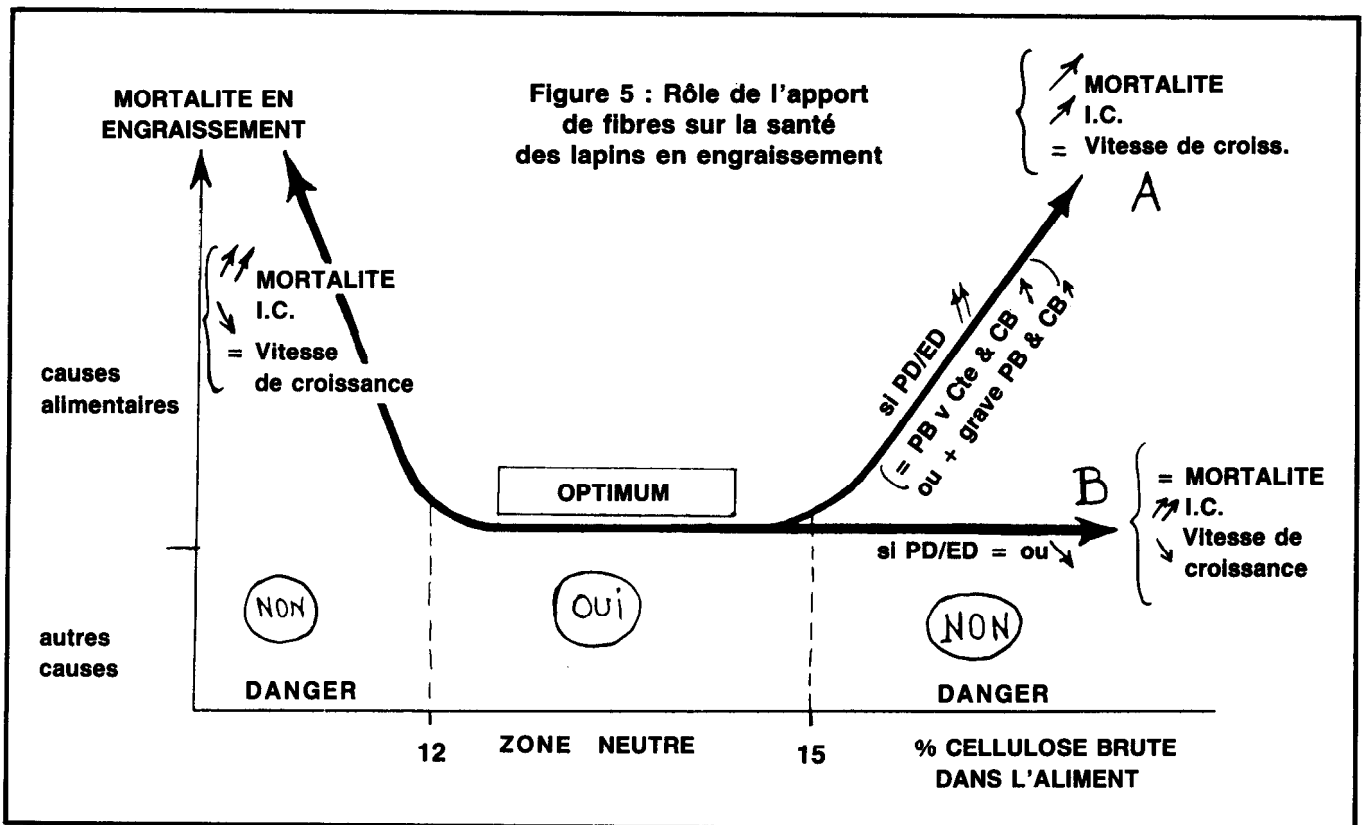
fibres, à base d'orge (Lebas *et al.*, 1988).

• FIBRES ET ENCOMBREMENT ALIMENTAIRE

A coté de leur rôle dans la fourniture d'énergie, les constituants membranaires tiennent une place très importante dans l'alimentation du lapin en fournissant le lest, l'encombrement, nécessaire à un bon fonctionnement du tube digestif. C'est d'ailleurs la principale raison de leur présence dans la ration des lapins. Si le taux est trop faible, la mortalité des lapins (surtout les jeunes en engraissement) peut être très importante par suite d'un dysfonctionnement digestif et du développement d'une flore indésirable. En outre, l'effet des constituants membranaires sur la réduction de la mortalité peut être dépendant de leur origine botanique (figure 3).

Bien que la méthode ne soit pas très spécifique, l'apport de constituants membranaires est généralement correctement contrôlé par la mesure de la teneur en cellulose brute. Un taux d'au moins 10-11 % est généralement considéré comme suffisant pour assurer un fonctionnement digestif normal sans perturbation de la flore (De Blas *et al.*, 1986). En raison de l'incidence de la digestibilité des fibres sur leur aptitude à remplir la fonction de lest (une forte digestibilité signifie un faible





encombrement) des valeurs plus élevées que 11 % sont employées pour les aliments pratiques, ou alors les apports sont calculés en cellulose brute indigestible, le minimum souhaitable étant dans ce cas de 9 % de l'aliment.

Pour l'alimentation pratique des lapins en croissance, une teneur de 13-14 % apparaît comme suffisante. Entre 12 et 16 % de cellulose brute aucune relation fiable ne peut être établie entre l'apport de constituants membranaires et la mortalité des lapins en engraissement (figure 4).

D'assez nombreux travaux ont été conduits pour tenter de mesurer le rôle spécifique de la cellulose, de l'hémicellulose et la lignine déterminées par la méthode de Van Soest. Ils ne conduisent pas à des conclusions fiables (Lebas *et al.*, 1986 et 1989).

De la même manière, les effets respectifs des taux de constituants membranaires et d'amidon sur la mortalité des lapereaux en engraissement ont fait l'objet d'une large controverse (Morisse & Cheeke, 1986) et la conclusion semble bien être une totale indépendance des 2 facteurs (De Blas *et al.*, 1986).

Enfin, comme indiqué plus haut, un apport excessif de cellulose peut altérer la teneur en ED de l'aliment et la faire passer en dessous du seuil de régulation des animaux. Si dans le même

temps le rapport protéines digestible / énergie digestible s'accroît les lapins sont simultanément en carence énergétique et en surplus de protéines. Ceci favorise à l'excès la flore digestive protéolytique génératrice d'ammoniaque et conduit à un accroissement des accidents digestifs (figure 5).

Si l'accroissement de l'apport de constituants membranaires au dessus de 16 % est associé à une réduction de l'apport de protéines digestibles, entraînant un maintien ou une réduction du rapport protéines digestibles / énergie digestible, alors aucun effet néfaste n'est observé sur la viabilité des lapins en engraissement (figure 5). Si un apport élevé de constituants membranaires place l'aliment exactement au seuil minimum de régulation énergétique (9,2 MJ/kg) et que l'apport protéique est excessif, alors le risque de blocage digestif par constipation caecale est très élevé chez le lapin en croissance. Une situation similaire peut être provoquée par un apport de lest minéral réduisant la concentration énergétique (Grobner *et al.*, 1983).

A l'inverse, un taux de constituants membranaires faible entraîne un fort développement du contenu caecal et une élévation de la proportion de protéines dans ce dernier, associée à un plus

faible pourcentage de constituants membranaires. Ceci entraîne une modification des sources d'énergie disponibles pour la flore : moins d'hydrates de carbone et plus de protéines (Carabaño *et al.*, 1988); cette modification de l'équilibre est probablement à l'origine des troubles digestifs : une proportion trop élevée de l'énergie utilisée par la flore provient des protéines, avec corrélativement une forte désamination et une production excessive d'ammoniaque.

Pour les lapines allaitantes, le taux minimum de cellulose brute peut être plus faible que pour les jeunes en croissance, soit 10-11%, en raison d'une ingestion plus élevée par kg de poids vif. Par contre, pendant la fin de la période d'allaitement (phase décroissante de la courbe de lactation), il semble préférable de distribuer aux jeunes lapereaux, et donc aux mères allaitantes en l'état actuel de la technique, un aliment plus cellulosique (Morisse *et al.*, 1989).

Cette élévation du taux de constituants membranaires de l'aliment consommé par l'ensemble mère + jeunes a pour objectif de permettre une "bonne" implantation de la flore digestive des lapereaux (flore cellulolytique productrice d'AGV). Toutefois des études devront encore être réalisées pour préciser le niveau et la nature souhaitable de ces constituants membranaires. La distribution du même type d'aliment aux lapereaux durant les 10 à 15 jours suivant leur sevrage permet d'éviter les accidents digestifs associés, au cours de cette période, à la distribution d'un aliment plus énergétique, riche en amidon (Lebas & Maitre, 1989).

Le degré d'encombrement et la forme physique des constituants membranaires influencent la valorisation énergétique des autres éléments de la ration : les aliments les plus chargés en lest passent plus rapidement à travers le tube digestif; ceci entraîne une réduction de la digestibilité des autres nutriments fournissant de l'énergie, sans influence sur la digestibilité apparente des protéines, dans la mesure toutefois où la nature de ces dernières n'est pas modifiée (Dehalle, 1981 ; Fekete *et al.*, 1984).

De la même manière, le temps de séjour digestif est prolongé lorsque les parti-

cules contenant les constituants membranaires ont une plus petite taille; pour le lapin, les petites particules sont celles inférieures à 0,1-0,2 mm de diamètre, tandis que les particules grossières sont celles restant sur un tamis à mailles de 0,5 mm. Un broyage très fin des constituants de la ration (grilles de broyeur avec perforations de 1 mm de diamètre) peut induire une perturbation de la motricité digestive, en particulier avec les sources cellulosiques particulièrement digestibles (Pairet *et al.*, 1986 ; Auvergne *et al.*, 1987). Un tel broyage fin accroît essentiellement le temps de séjour caecal (Gidenne & Carré, 1989).

Cependant, avec un broyage des matières premières constituant un aliment composé pour lapins, avec les grilles les plus fines (perforations de 2 mm de diamètre) ou les plus grossières (perforations de 7 mm) disponibles pour les broyeurs à marteaux employés dans une usine de fabrication d'aliments du bétail, il n'est pas possible d'induire ni variation mesurable de la digestibilité, ni perturbation des performances de croissance ou de la santé des lapins (Lebas & Franck, 1986 ; Lebas *et al.*, 1986).

• PROTEINES ET ACIDES AMINES

La sensibilité du lapin à la qualité de son alimentation azotée, longtemps controversée (NRC, 1966) est désormais considérée comme certaine (NRC, 1977). Les travaux récents ont permis de démontrer que 10 acides aminés sont indispensables et qu'un onzième, la glycine, est semi-essentiel (Cheeke, 1987).

Conformément à ce qui a été démontré pour les autres espèces, on considère que la tyrosine et la cystine peuvent remplacer partiellement la phénylalanine et la méthionine respectivement. En fait, la possibilité de remplacement réciproque des 2 acides aminés soufrés - méthionine et cystine - a été confirmée expérimentalement (Lebas, 1983) mais aucun travail n'a été publié sur le "couple" phénylalanine + thyrosine.

Les besoins en acides aminés des lapins en croissance ont été étudiés principalement entre les années 1970 et 1980 (Lebas, 1983), pour la lysine, les acides aminés soufrés et l'arginine et plus récemment pour la thréonine et le

tryptophane (Berchiche, 1985). Plus récemment encore, la vieille idée de la protéine idéale dont la composition serait déterminée d'après la composition en acides aminés des tissus du lapin, a été reprise par Moughan *et al.* (1988) et Schultze *et al.* (1988); et cette idée semble intéresser certains fabricants d'aliment pour lapins (Galvez Moros *et al.*, 1989).

Malheureusement ce principe n'intègre pas les différences de digestibilité entre acides aminés et surtout, il ne peut tenir compte de la contribution de la caecotrophie à l'apport global d'acides aminés (Salse, 1983 ; Proto, 1984). C'est pourquoi le concept de la protéine idéale dont la composition serait déterminée d'après une analyse de l'ensemble de l'organisme du lapin ne saurait être retenue pour formuler les aliments destinés aux lapins.

Lorsque les lapins reçoivent un aliment équilibré pour tous les acides aminés essentiels, l'ingestion alimentaire spontanée est toujours supérieure à celle constatée lorsque l'équilibre de ces acides aminés n'est pas satisfait. Si la concentration de l'aliment en protéines ou l'équilibre de ces dernières sont insuffisants, l'ingestion de matière sèche est réduite, ce qui aggrave le déficit. C'est pourquoi, toute étude sur l'alimentation quantitative ou qualitative réalisée en situation de restriction alimentaires (Schulze *et al.*, 1988) ne permet d'aborder qu'une fraction du problème de l'alimentation azotée du lapin.

En outre, l'alimentation limitée à 1 ou 2 repas par jour est très éloignée de la pratique de l'élevage de rente où les lapins sont alimentés *ad libitum*; une alimentation restreinte accroît le temps de séjour des aliments dans le tube digestif et entraîne une modification différentielle de la digestibilité des divers nutriments (Maertens & Peeters, 1988). En plus, avec une alimentation restreinte, la vitesse de croissance est réduite d'environ un tiers dans les expériences de Schulze *et al.* (1988): 27 vs 40 g/j. De ce fait, les proportions des protéines consommées, utilisées respectivement pour l'entretien de l'organisme et pour la croissance sont modifiées; et comme les besoins qualitatifs pour la croissance et pour l'entretien sont différents, les recommandations issues de tel essais sont nécessairement

différentes de celle obtenues avec des lapins nourris *ad libitum*.

En conséquence, les travaux réalisés en situation de restriction alimentaire, ne sont acceptables que pour l'étude des besoins azotés des lapins élevés dans de telles conditions, c'est à dire dans une situation très éloignée de la pratique de l'élevage. De ce fait, ces travaux restent d'un intérêt très théorique.

L'idée proposée par Schultze *et al.* (1988) d'exprimer les besoins en acides aminés en proportion de l'apport de la lysine, classique pour les autres monogastriques, est nouvelle et intéressante dans le cas du lapin. On peut la considérer comme une amélioration par rapport aux recommandations exprimées en "g/kg d'aliment". Toutefois l'usage pratique d'une telle référence à la lysine nécessite une très bonne connaissance du besoin en cet acide aminé essentiel; et le niveau optimum de l'apport, qu'il soit exprimé en g/kg, en g/kJ ou g/16 g d'azote,...., ne fait pas l'unanimité des chercheurs (Lebas, 1983 ; Pontes & Castello, 1984 ; Santoma *et al.*, 1985 ; Parigi Bini *et al.*, 1988). De nouveaux travaux doivent donc être conduits pour mieux préciser le taux optimum de lysine des différentes catégories de lapins.

Exprimé en pourcentage de l'aliment, le taux optimum d'acides aminés soufrés pour le lapin en croissance post sevrage est d'environ 0,60 % pour un aliment contenant 15-16 % de protéines brutes, 10,4 kJ ED et un rapport protéines digestibles (PD) sur énergie digestible de 10,5 g PD / MJ ED. Dans les mêmes conditions, l'apport d'arginine doit être supérieur à 0,8 % de l'aliment. Pour la lysine, un taux de 0,65 % peut être considéré comme un minimum, mais l'utilisation de taux plus élevés, jusqu'à 1,0 %, peut légèrement accroître la vitesse de croissance et l'efficacité alimentaire (Colin, 1978).

Il existe une différence importante entre le taux jugé optimum pour l'obtention de performances élevées et le seuil de toxicité pour la lysine et l'arginine; tout accroissement du taux alimentaire de ces acides aminés par l'usage de matières premières classiques sans augmentation du coût du kg d'aliment fini, peut être économiquement intéressant. Par contre, il en va autrement pour les acides aminés soufrés (AAS) :

entre le taux optimum et le taux "toxique" associé à une baisse de performances (sans mortalité), la marge est faible. Des réductions de performances de croissance ont été rencontrées avec des taux de 0,7% ou 0,8 % d'AAS dans l'aliment (Colin, 1978). C'est pourquoi une publication sur l'effet d'une "addition" de méthionine sans aucune indication du niveau de base en AAS (comme c'est le cas dans l'article publié par Coan *et al.*, 1988) est totalement dénuée d'intérêt et doit être considérée comme une "pollution" de la littérature scientifique. Dans le même ordre d'idée, une étude sur les possibilités d'utilisation chez le lapin de l'hémoglobine comme protéine alimentaire sans correction de la ration pour l'apport d'AAS alors que cette protéine est connue par les auteurs de la publication pour son faible taux d'AAS, (Beynen *et al.*, 1988) n'est pas le meilleur moyen, pour les 8 signataires de cet article, de faire progresser les connaissances en matière d'alimentation du lapin, ni même pour savoir si cette protéine pouvait être utilisée efficacement par le lapin.

Les travaux de Berchiche (1985) permettent de proposer un besoin en tryptophane très modéré (0,13 % de l'aliment) puisqu'il n'a enregistré aucune amélioration de performance après des apports de tryptophane pur ayant élevé le taux jusqu'à 0,25 % de l'aliment. *A contrario*, cela signifie qu'il n'y a pas de phénomène de "toxicité" avec un apport élevé en tryptophane.

Le taux alimentaire minimum pour les autres acides aminés essentiels a été principalement déterminé d'après l'analyse d'aliments ayant permis de bonnes performances (Lebas, 1983). Cette technique a été récemment employée dans les conditions égyptiennes de production par Ahmed & Abou Ashour (1984).

Quand les protéines alimentaires fournissent tous les acides aminés en proportion suffisante, le besoin en protéines brutes du lapin en croissance est de 15-16 %, avec un rapport PD/ED de 10,5 g/MJ. Si la température ambiante est supérieure à 25°C, la proportion de protéines doit être élevée dans le rapport PD/ED (Lebas & Ouhayoun, 1987). Mais l'évolution souhaitable du rapport n'a pas été déterminée.

D'un autre côté, à température ambiante constante, une élévation du rapport PD/ED au dessus du besoin, donc sans possibilité physiologique de valorisation de l'apport supplémentaire d'azote pour une production, peut entraîner des troubles digestifs (De Blas *et al.*, 1981). Le mécanisme mis en oeuvre avec une production excessive d'ammoniaque a été décrit plus haut, à propos des rations trop faibles en constituants membranaires. Selon Haffar *et al.* (1988), un tel excès de protéines pourrait favoriser dans le tube digestif le développement de bactéries pathogènes comme *Clostridium spiroforme*.

Pour les reproductrices, le taux optimum de protéines est situé entre 17 et 18 % avec un équilibre entre acides aminés essentiels peu différent de celui recommandé pour les lapins en croissance. Les besoins précis en acides aminés des lapines reproductrices ne sont pas connus. Toutefois, un travail de Garcia Guzman (1986) laisse penser que le besoin en lysine des lapines reproductrices pourrait être supérieur à celui des jeunes en croissance. Ce besoin plus élevé en lysine est confirmé par Maertens & De Groote (1988a) : 5 % de protéines contre 4 % pour les jeunes en croissance (INRA, 1984).

Un accroissement de la concentration protéique alimentaire jusqu'à 21 % et plus, accroît la production laitière, mais cela peut simultanément réduire le nombre de lapins sevrés ou vendus (au poids commercial) par portée née (Lebas, 1983 ; Partridge & Allan, 1983 ; Sanchez *et al.*, 1985). Une réduction du taux de protéines alimentaire de 16 % à 13 % réduit le poids au sevrage des lapereaux en raison d'une réduction de la production laitière des mères lapines (Partridge & Allan, 1983), mais sans réduction de la taille de portée (Lebas, 1983). Selon les différents résultats présentés au 4ème congrès de la WRSA à Budapest en octobre 1988, une proportion de 12,3 g PD/MJ ED semble être optimum pour les lapines en reproduction intensive (saillies post partum) et une proportion un peu plus faible de 11,7 g PD/MJ ED semble recommandable pour une reproduction un peu moins intensive (Lebas, 1989).

• UTILISATION DE L'AZOTE NON PROTEIQUE

Les synthèses de protéines bactériennes, et la valorisation ultérieure des protéines bactériennes grâce à la caecotrophie, pourraient laisser penser à une valorisation nutritionnelle de sources azotées non protéiques (ANP) comme l'urée, les sels d'ammonium ou l'oxycellurée, Mais en raison d'une hydrolyse et d'une absorption en dehors du caecum, aucune valorisation alimentaire n'est observée (Teleki *et al.*, 1983; Abou Ashour & Ahmed, 1986; Cheeke, 1987). Les seules utilisations (faibles) ont été décrites pour l'urée chez des lapins à très faible vitesse de croissance (Abou Akkada *et al.*, 1981; Okeke, 1984) ou chez des lapins à l'entretien. La faible valorisation, si elle existe, semble meilleure chez les jeunes en croissance que chez les adultes (Robinson *et al.*, 1986).

Avec le biuret, une réelle valorisation de cette source d'ANP a été décrite chez le lapin en croissance (Cheeke, 1972; Proto *et al.*, 1987; Gioffré *et al.*, 1988). Ceci est expliqué par une vitesse d'hydrolyse intermédiaire qui libère la plus forte proportion d'azote (sous forme d'ammoniaque) dans le caecum, à la disposition des bactéries capables de faire de la protéosynthèse. Toutefois, des expériences complémentaires sont nécessaires pour déterminer les conditions pratiques d'utilisation du biuret. Mais il faut bien garder à l'esprit que dans les meilleures conditions théoriques, l'ANP valorisé à travers la caecotrophie ne peut fournir qu'une fraction (15 à 25 %) des acides aminés indispensables au lapin. La fraction principale devra donc être toujours fournie par l'alimentation.

• MINERAUX

- Calcium, phosphore, magnésium

Les besoins en calcium et en phosphore des lapins en engraissement pour une croissance maximale sont, en pourcentage de l'aliment, inférieurs à ceux des lapines allaitantes. Des quantités conséquentes de minéraux sont exportées dans le lait : 7 à 8 g/jour au pic de la lactation, ce qui représente 1,5 à 2 g de calcium et 0,6 à 1 g de phosphore (Lebas *et al.*, 1971). Un excès de phosphore (1,0 %) ou un manque (0,42 % de

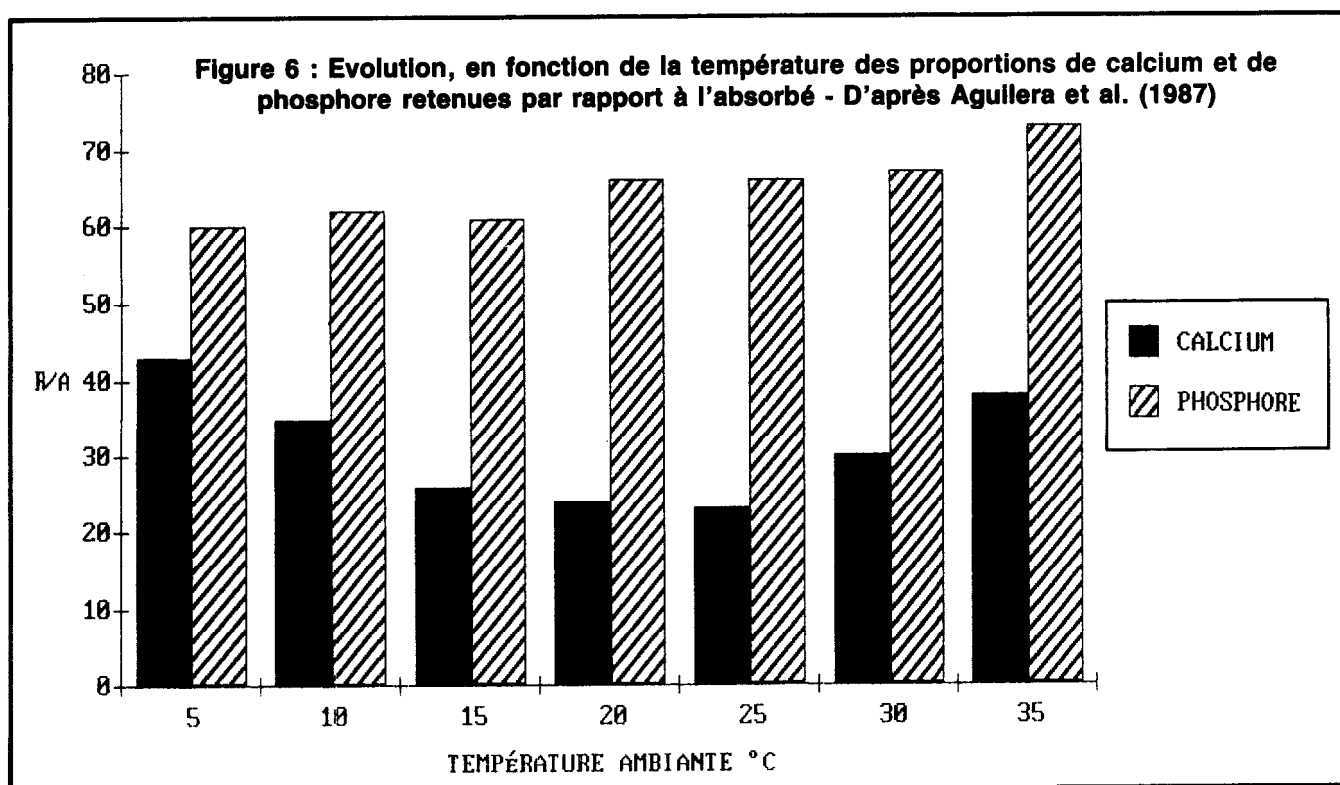
l'aliment) induisent une altération significative de la fertilité et de la prolificité des lapines (Lebas & Jouglar, 1984). La lapine reproductrice est plus tolérante à l'excès de calcium alimentaire, mais un taux élevé (1,9 %) accroît la proportion de lapereaux mort-nés et réduit le poids de portée au sevrage (Lebas & Jouglar, 1984). L'apport optimum est de 1,1 à 1,3 % de l'aliment, avec un maximum de 1,6 % à ne pas dépasser.

La digestibilité réelle du calcium est élevée (70 - 80 %) et indépendante du taux de calcium de l'aliment : testé entre 0,7 % et 3,8 % de la matière sèche, chez le lapin adulte (Cartensen, 1984). Un taux élevé de calcium réduit la digestibilité apparente du phosphore, mais accroît celle du magnésium (Kamphues *et al.*, 1986). Ce même accroissement du taux de calcium alimentaire réduit l'excrétion rénale du phosphore alors que celle du magnésium est soit non modifiée (Whiting & Quamme, 1984) soit augmentée (Kamphues *et al.*, 1986). Les apports élevés de calcium (2%) favorisent la calcification des reins et de l'aorte, en synergie avec l'apport de vitamines D. Un travail de Cheeke *et al.* (1985) a montré une digestibilité apparente élevée pour le calcium contenu dans le carbonate de calcium (environ 80%) alors que celle du calcium contenu dans la phosphate bicalcique ou la luzerne est plus modérée : environ 50 % (tableau 7).

La disponibilité du phosphore phytique est similaire à celle du phosphore minéral, pour les différentes sources testées : céréales, sous produits céréaliers, tourteaux d'oléagineux (Cheeke *et al.*, 1985; Nelson *et al.*, 1985). La

Tableau 7 : Digestibilité apparente chez le lapin, du calcium provenant de différentes sources - D'après Cheeke et al. (1985)

Sources de CALCIUM	CUDA
- Carbonate de Calcium	81
- Phosphate Bicalcique	54
- Oxalate de Calcium	53
- Calcium de la LUZERNE	53
- Calcium du TREFLE	54



digestibilité apparente du phosphore est faible à très faible : 50% à 15% (Cheeke, 1987; Aguilera *et al.*, 1987) ; le phosphore contenu dans la luzerne est particulièrement peu disponible : CUDa de 16,9% ou 33,8% selon Cheeke *et al.* (1985) ou selon Lebas (1987b). Cette faible digestibilité est peut-être à relier à la teneur élevée en calcium de la luzerne. En tout état de cause, si le besoin minimum en phosphore a été estimé à 0,22% de la ration pour le jeune en croissance (NRC, 1977), une teneur plus élevée doit être utilisée pour les aliments commerciaux pour tenir compte du doute subsistant sur la disponibilité du phosphore et d'une possible interaction négative avec un éventuel apport excessif de calcium.

L'influence de la température ambiante sur le métabolisme phospho-calcique a été étudiée par Aguilera *et al.* (1987) entre 5° et 35°C. L'utilisation du calcium est plus efficace aux températures extrêmes de 5° et 35°C (figure 6). Par contre, ces mêmes auteurs ne trouvent aucun effet de la température ambiante sur l'utilisation du phosphore.

En suivant les résultats publiés il y a de nombreuses années par Kunkel & Pearson (1948), les recommandations pour l'apport de magnésium ont longtemps été de 400 mg/kg (NRC, 1977; INRA, 1984). Mais

les travaux récents de Evans *et al.* (1983a), ont montré qu'un aliment contenant 1700 mg de magnésium par kg est sensiblement amélioré par une adjonction de MgO, élevant le taux de magnésium à 3500 mg/kg: la vitesse de croissance des lapins est accrue de 47%! Dans un deuxième essai, les mêmes auteurs (Evans *et al.*, 1983b) observent entre 4 et 10 semaines d'âge, une augmentation de la vitesse de croissance de 10% seulement, avec la même variation des apports de magnésium. En outre, un apport de 0,42% de magnésium dans l'aliment (4200 mg/kg) entraîne dans leurs essais, une réduction de l'ingestion alimentaire et de la vitesse de croissance par rapport à une teneur de 0,34%. La proposition des auteurs est d'assurer dans les aliments pour lapins, un apport de magnésium total représentant 0,25% à 0,34% de la matière sèche. Toutefois, des essais complémentaires sont encore nécessaires pour confirmer cette recommandation; en effet, elle a été obtenue avec une ration de base contenant 30% de protéines brutes - soit 2 fois le besoin - et l'on sait, chez le rat du moins, qu'un excès de protéines alimentaires accroît le besoin en magnésium (Colby & Frye, 1951).

- Sodium, potassium et chlore

Un déséquilibre des apports alimentaires de sodium, de potassium et de

chlore peut entraîner des néphrites (Surdeau *et al.*, 1978), une réduction de la croissance (Evans *et al.*, 1983a) et des problèmes de reproduction (Candau *et al.*, 1982). Le risque est particulièrement élevé avec les plantes, telle la luzerne, qui sont cultivées avec une importante fumure potassique.

Chez des lapins en engraissement, sevrés à l'âge de 28 jours, Harris *et al.* (1984) ont observé d'aussi bonnes performances de croissance après addition à la ration de base, de 0% -0,5% ou 1% de chlorure de sodium : gain de poids de 37,5 à 39,5 g/jour et indice de consommation de 2,81 à 3,06. Cheeke (1987), dans sa revue, propose une addition classique de 0,5% de NaCl pour les aliments courants, mais il suggère un accroissement à 1,0% si nécessaire, pour aider à prévenir l'apparition de la constipation caecale; cette dernière suggestion est basée sur l'accroissement de la consommation d'eau associé à un excès de sel, accroissement censé réduire l'absorption d'eau à partir de contenu caecal.

Selon les résultats de Colin (1977), un taux de chlore de 0,17% dans l'aliment est insuffisant et conduit à une croissance limitée: 33,77 g/j; des apports de 0,32% ou 0,42% permettent une vitesse de croissance significativement plus élevée: 37,5 à 38,7 g/jour.

- Soufre

Les besoins des lapins en soufre n'ont jamais été clairement définis. Dans de nombreuses expériences, les additions d'oligoéléments sont effectuées sous forme de sulfate, et jamais les résultats ne sont analysés sous l'angle d'un effet possible du soufre ainsi apporté.

Selon les résultats de Florescu *et al.* (1985), un taux de soufre de 0,2% dans l'aliment serait suffisant pour les lapins en croissance: en effet, ces auteurs n'ont observé aucune modification significative de la vitesse de croissance ou du métabolisme du soufre, après une addition de 0,1% ou 0,2% de soufre au régime de base. Chez le lapin Angora, une amélioration du métabolisme protéique, de la cystine plus particulièrement, est observée après une addition de sulfate se traduisant par un taux final de soufre de 0,36% dans l'aliment (Teleki *et al.*, 1985; Jecsay *et al.*, 1985).

- Oligo-éléments

Dans plusieurs publications, une réduction de la mortalité des lapins (en engraissement), est signalée en réponse à une addition de certains oligoéléments, généralement en mélange, en sus de la couverture des besoins nutritionnels stricts; par exemple, Kulikov *et al.* (1985) obtiennent de bons résultats avec une addition de Cu 32 ppm, de Zn 88 ppm et de Fe 360 ppm sous forme de sulfate. Chez des lapins Angora, Sheng *et al.* (1986) observent une forte interaction positive entre une addition de méthionine et une addition d'un cocktail de minéraux incluant du fer, du zinc, du manganèse, du cuivre et du cobalt; l'interaction se manifeste surtout sur la qualité du poil et sur la viabilité des lapins.

En situation de déficience en zinc (2 à 3 ppm de l'aliment), le statut immunitaire local de la muqueuse digestive est altéré: en particulier il est observé une réduction des tissus lymphoïdes (Majmunder & Ali, 1987). La situation est jugée normale, par ces auteurs, avec 70-75 ppm de zinc. Mais selon les observations de Schwartz (1985), une concentration de 15 ppm serait suffisante pour assurer une croissance normale.

Une amélioration des performances de croissance est parfois décrite, mais pas toujours, après une forte supplémentation en cuivre (150-200 ppm) plaçant l'apport bien au dessus des besoins (Anugwa *et al.*, 1984; Ding *et al.*, 1984; Samoggia, 1987). Selon les essais, la mortalité en engraissement est soit réduite, soit accrue. Mais en tout état de cause, une proportion élevée de luzerne dans la ration (54% vs 20%) semble protéger les lapins en croissance contre la toxicité liée aux excès de cuivre, et cela sans réduction de l'absorption intestinale de ce métal.

Enfin, signalons qu'en situation de stress simulé par des injections d'ACTH, la digestibilité apparente des oligoéléments (Al, Fe, Mn, Zn, Cu, Si) ou des macroéléments (K, Ca, P, S, Mg, Na) n'est pas modifiée (Fekete *et al.*, 1988). Les risques de carence par défaut d'absorption peuvent donc être négligés en cas de stress.

• VITAMINES

- Vitamines hydrosolubles

La flore digestive du lapins synthétise des quantités importantes de vitamines hydrosolubles, et celles-ci sont rendues disponibles par la caecotrophie (Cheeke, 1987). De cette manière la totalité des besoins en vitamines du groupe B et en vitamine C, est couverte pour les lapins à l'entretien comme pour ceux ayant une productivité moyenne. Des essais anciens (Lebas, 1969), ont montré que des lapins en croissance rapide pouvaient répondre positivement à des suppléments en certaines vitamines du groupe B : B1 et B6 (1-2 ppm), B2 (6 ppm) et acide nicotinique (30-60 ppm). Mais ces résultats ont été acquis avec des rations de base qui seraient jugées inadéquates aujourd'hui. C'est pourquoi de nouveaux travaux seraient nécessaires dans ce domaine, pour confirmer les recommandations.

Une addition de 1% de vitamine C à la ration, n'entraîne aucun effet positif ou négatif sur les performances de croissance. Par contre, en situation de stress, il a été suggéré qu'une addition de vitamine C puisse avoir un effet bénéfique sur la santé des lapins. Cette suggestion est basée sur l'inhibition de la production de toxine par *Clostridium spiroforme*, constatée lorsque de la vitamine C est introduite *in vitro*, dans la culture bactérienne. Un certain nombre de contrôles *in vivo* sont toutefois nécessaires afin de vérifier les possibilités réelles d'application de cette idée (Cheeke, 1987). Par ailleurs, l'addition de 250 ppm de vitamine C à une ration riche en cholestérol, induit une protection de la paroi du tube digestif contre la rétention de cholestérol (Lazuga *et al.*, 1982). Des travaux de physiopathologie de la nutrition seraient donc nécessaires pour élucider le rôle potentiel réel des additions de vitamine C.

- Vitamines liposolubles

Le besoin quotidien de vitamine A pour une croissance maximum serait de 8 µg/kg de poids vif (PV) selon Payne *et al.* (1972) ou de 12 µg/kg PV selon Donogue *et al.* (1975); mais un apport quotidien de 46 µg/kg PV est nécessaire pour

assurer le maintien d'une pression normale du liquide cérébrospinal (Donogue *et al.*, 1975). Pour la reproduction, les besoins en vitamine A seraient plus élevés chez la femelle que chez le mâle. Un apport quotidien de 20 µg/kg PV serait le minimum nécessaire à une lapine en reproduction (Payne *et al.*, 1972)

Compte tenu d'une ingestion alimentaire quotidienne de 50 à 100 g/kg PV, en fonction du type de production, ces différents besoins sont couverts par un aliment contenant 3000 UI de vitamine A par kg (1 UI = 0,3 µg de rétinol). En raison de la sensibilité de la vitamine A à l'oxydation (Moghaddam *et al.*, 1987), des additions un peu plus élevées, de l'ordre de 6000 à 10000 UI de vitamine A par kg, sont recommandables pour les aliments commerciaux.

L'apport de vitamine A peut être efficacement réalisé sous forme de β-carotène. La muqueuse intestinale des lapins convertit le β-carotène en rétinol: chaque molécule de β-carotène est coupée en 2 et donne naissance à une seule molécule de rétinol, ainsi 0,6 µg de β-carotène conduisent à la libération de 0,3 µg (1 UI) de vitamine A (Bondi & Sklan, 1984). Selon Olson & Lakshamanan (1970), la muqueuse intestinale serait capable de transformer quotidiennement, de 750 à 2500 µg de β-carotène, par kg de poids vif. Après conversion, cela représente au minimum 375 µg de rétinol par kg de poids vif, soit environ 10 fois les besoins quotidiens en vitamine A. En conséquence, on peut admettre que la totalité des besoins de vitamine A puissent être couverts par le β-carotène alimentaire. Par contre la conversion intestinale, et donc l'intégrité de la muqueuse, sont nécessaires puisque même avec des apports massifs de β-carotène (40 000 µg/kg d'aliment) il n'est pas possible de déceler de β-carotène au niveau du sang (Kormann *et al.*, 1988).

La toxicité de la vitamine A a également fait l'objet d'assez nombreux travaux en raison de la détestable habitude de certains éleveurs qui croient (à tort) bien faire en ajoutant un cocktail vitaminique dans l'eau de boisson de leurs lapins dès qu'ils les pensent "affaiblis" (Lebas, 1984; Cheeke, 1985). Comme indiqué plus haut, tous les besoins en vitamine A peuvent être couverts par une ration additionnée de 3000

UI de vitamine A par kg et la quasi totalité des aliments commerciaux sont supplémentés par 10000 UI de vitamine A par kg, en plus des apports de β -carotène provenant des matières premières. Dans un aliment contenant 20% de luzerne deshydratée, cette dernière apporte à elle seule sous forme de β -carotène, au minimum l'équivalent de 20000 à 30000 UI de vitamine A /kg, soit déjà 10 fois le besoin. C'est dire que tout apport supplémentaire de vitamine A par l'eau de boisson est un non-sens en terme de couverture des besoins des animaux, mais en plus, cela est criminel pour les lapereaux portés par les lapines gestantes au moment où est effectué cet apport.

En effet, le foie des lapins peut stocker de grandes quantités de vitamine A (de 100 000 à 200 000 UI par foie), mais lorsqu'il arrive à saturation, de l'ester de rétinol est libéré dans le flot sanguin et les signes de toxicité peuvent se développer. Ceci a été observé après une addition expérimentale de 190 000 UI de vitamine A /kg d'aliment, et s'est traduit chez les lapines gestantes, entre autre, par des avortements, la naissance de lapereaux hydrocéphales le plus souvent mort-nés (mêmes symptômes que ceux de la carence en vitamine A !) et par une très mauvaise viabilité des lapereaux nés vivants (Cheeke *et al.*, 1984). Par contre, aucun symptôme n'était visible chez les lapines; toutefois, selon Moghaddam *et al.* (1987), une teneur en vitamine A supérieure à 150 000 UI dans le foie d'une lapine (10 000 UI/kg MS) est le signe de son intoxication par la vitamine A.

La même addition de 190 000 UI/kg d'aliment, ne s'avère de son côté, pas capable de modifier les performances de croissance de lapereaux en engraissement (Grobner *et al.*, 1985). Chez le mâle adulte, une administration unique de 300 000 UI de vitamine A ou plus, dégrade la qualité du sperme (Dubiel *et al.*, 1975). Ainsi les lapins reproducteurs semblent plus sensibles à l'excès de vitamine A, que les jeunes en croissance.

D'un autre côté, l'équipe de la société Hoffman-La Roche fait de gros efforts pour tenter de prouver l'existence d'un besoin spécifique en β -carotène, indépendant de celui de la vitamine A (Kormann & Schlachter, 1984; Kormann *et al.*, 1988). Mais dans les

différents travaux publiés, la supplémentation en vitamine A du lot témoin, est nettement supérieure aux recommandations classiques: 20 000 UI à 30 000 UI de vitamine A /kg d'aliment, et/ou la valeur absolue des performances du lot témoin est médiocre (Parigi-Bini *et al.*, 1983; Kormann & Schlachter, 1984; Kormann *et al.*, 1988).

En outre, il n'y pas de d'analyse statistique des résultats, ce qui complique l'interprétation; et quand une analyse statistique est possible *a posteriori* sur les données, les différences n'atteignent pas les seuils classiques de signification. Par exemple dans le travail de Kormann *et al.* (1988) il est possible de tester, entre le lot témoin et le lot supplémenté en β -carotène, la valeur du nombre de gestations obtenu par rapport aux possibilités maximum - essai A: 58/72 vs 68/77 P=0,19 NS et essai B: 62/81 vs 62/75 P=0,34 NS. En plus, dans cette même publication, les auteurs ont mesuré la teneur en vitamine A du foie des lapines après 7 gestations successives (essai B): 186 400 UI /foie dans lot témoin et 54 490 UI /foie dans le lot supplémenté en β -carotène. Or selon Moghaddam *et al.* (1987), une teneur supérieure à 150 000 UI /foie doit être considérée comme un signe d'intoxication par la vitamine A; ceci conduit donc à penser que les lapines du lot témoin seraient intoxiquées par un excès de vitamine A (supplémentation par 30 000 UI/kg d'aliment), et alors le β -carotène agirait comme le "contrepoison" limitant les effets toxiques découlant d'une supplémentation excessive en vitamine A (?). En tout état de cause l'équipe du groupe Hoffmann-La Roche devra maintenant fournir des résultats plus probants, pour que puisse être conseillée une addition de β -carotène au taux de 30 ou 40 mg/kg dans les aliments commerciaux pour lapins.

Les besoins quotidiens en vitamine D, n'ont pas été clairement établis, mais d'après les travaux de Curry *et al.* (1974), une valeur de 10-13 UI/kg PV peut être proposée (1 UI = 0,025 μ g de vitamine D₃). Ce niveau est celui employé pour le lot témoin dans une étude sur les effets de la carence en vitamine D. Cet apport quotidien peut être fourni par un aliment contenant 100 à 200 UI de vitamine D par kg. En tout état de cause, un aliment commercial

supplémenté par 1000 UI /kg couvre très largement les besoins des lapins.

Comme pour la vitamine A, le problème majeur rencontré dans les élevages avec la vitamine D, est celui de sa toxicité. L'une des raisons est l'utilisation par les éleveurs de cocktails vitaminiques AD3 ajoutés à l'eau de boisson, comme déjà indiqué, et l'autre est une supplémentation souvent excessive des aliments commerciaux. Les symptômes de l'excès de vitamine D - c'est à dire calcification des tissus mous, en particulier de l'aorte, des reins,...- ont été observés avec des rations contenant 3250 UI de vitamine D /kg (Löfliger & Vogt, 1980). Ce risque est accru si la teneur en calcium de la ration est située au-dessus de celle couvrant les besoins.

Des problèmes de motricité et de mortalité ont été rencontrés dans des élevages canadiens utilisant un aliment contenant 7230 UI de vitamine D /kg (Stevenson *et al.*, 1976). Une administration de 10000 UI de vitamine D par lapine pendant 3 jours en fin de gestation (du 26ème au 28ème jour) fait passer le taux de foetus trouvés morts à 29 jours, de 2,8% pour le témoin à 17,9% pour le lot traité (Kubota *et al.*, 1982). Enfin, la distribution d'un aliment contenant 5000 UI de vitamine D /kg accroît significativement la calcification de la paroi de l'aorte chez l'adulte (Kamphues *et al.*, 1986). Ces différents résultats démontrent que des apports supplémentaires de vitamine D (dans l'eau de boisson ou dans l'aliment) peuvent présenter des inconvénients, sans espoir d'amélioration de la productivité.

Le besoin quotidien en vitamine E (dl- α -tocophérol) a été estimé entre 0,32 et 1,4 mg /kg PV (Hunt & Harrington, 1974). Cette quantité est fournie par l'ingestion d'un aliment contenant au moins 25 mg de vitamine E /kg. Selon les observations de Ringler & Abrams (1971) un aliment n'en contenant que 16,7 mg/kg doit être considéré comme déficient. Aussi, une supplémentation des aliments par 40 à 50 mg de vitamine E par kg est-elle recommandée.

Le symptôme le plus classique de la carence en vitamine E est la dystrophie musculaire (Johanssen, 1972). Si celle-ci se traduit par des troubles de la locomotion, elle peut aussi entraîner la mort soudaine des lapins sans signe

clinique; dans ce cas, la mort est la conséquence d'une atteinte du muscle cardiaque (López Fuentes, 1989). De nombreux cas de forte mortalité dans des élevages espagnols ont été constatés par López Fuentes (1989) en raison d'une carence en vitamine E dans les aliments commerciaux utilisés.

De leur côté, Yamini & Stein (1989) signalent aux USA des élevages carencés en vitamine E, où les symptômes étaient ceux de la dystrophie musculaire déjà décrits (locomotion, coeur,...) mais où a été constatée, aussi, une altération de la reproduction: réduction du taux de gestation et forte augmentation des avortements et de la mortalité péripartum. La situation de ces élevages a été redressée par une distribution d'huile de germe de blé, riche en vitamine E. Enfin, contrairement à ce qui a été décrit plus haut pour les vitamines A et D, aucune publication n'est disponible sur les effets éventuels d'un excès de vitamine E (Hunt & Harrington, 1974).

ALIMENTATION DES DIFFÉRENTES CATEGORIES DE LAPINS

En fonction de leurs besoins quotidiens, les lapins présents dans un élevage de production, peuvent être classés en 4 catégories à besoins croissants:

- 1 - les adultes à l'entretien (mâles et lapines non gestantes)
- 2 - les lapines gestantes (mais non allaitantes) et les futurs reproducteurs des 2 sexes
- 3 - les jeunes en engraissement (4 à 12 semaines)
- 4 - les lapines allaitantes (gestantes ou non)

Les lapines allaitantes doivent recevoir l'aliment le plus concentré pour assurer une production laitière maximum. Mais ce concept est actuellement remis en question pour la phase de décroissance de la production laitière (après le 18ème - 20ème jour de lactation). Les données expérimentales étant encore insuffisantes, l'usage d'un aliment unique pour toute la période d'allaitement sera encore pratiqué quelques années.

Tableau 8 : Composition recommandée pour les aliments destinés aux différentes catégories de lapins, en système d'élevage rationnel.

Composition des ALIMENTS (en supposant une teneur en matières sèches de 89%)		Unités	C A T E G O R I E S				
			ENGR.	LACT.	GEST.	ENTR.	MIXTE
Energie Digestible	MJ/kg	10,4	10,9	10,4	9,2	10,4	
Matières Grasses	%	3	4	3	3	3	
Cellulose Brute	%	14	11	14	15-16	14	
Cellulose Brute Indigestible	%	10	9	11	12	10	
Proteines Brutes	%	15,5	18,0	16,0	13,0	16,5	
Proteines Digestibles	%	10,9	13,4	11,0	9,2	12,0	
Rapport Prot.Digest./Ener.Digest.		10,5	12,3	10,6	10,0	11,5	
<i>Acides Aminés :</i>							
Lysine	%	0,65	0,90	-	-	0,75	
Acides Aminés Soufrés	%	0,60	0,55	-	-	0,60	
Tryptophane	%	0,13	0,15	-	-	0,15	
Threonine	%	0,55	0,70	-	-	0,60	
Leucine	%	1,05	1,25	-	-	1,20	
Isoleucine	%	0,60	0,70	-	-	0,65	
Valine	%	0,70	0,85	-	-	0,80	
Histidine	%	0,35	0,43	-	-	0,40	
Arginine	%	0,90	0,80	-	-	0,90	
Phenylalanine+tyrosine	%	1,20	1,40	-	-	1,25	
<i>Minéraux :</i>							
Calcium	%	0,80	1,20	0,80	0,40	1,20	
Phosphore	%	0,50	0,70	0,50	0,30	0,70	
Sodium	%	0,30	0,30	0,30	-	0,30	
Potassium	%	0,60	0,90	0,90	-	0,90	
Chlore	%	0,35	0,35	0,35	-	0,35	
Magnesium	%	0,30	0,30	0,30	-	0,30	
Soufre	%	0,25	0,25	-	-	0,25	
<i>Oligoéléments :</i>							
Fer	ppm	50	100	50	50	100	
Cuivre	ppm	15	15	-	-	15	
Zinc	ppm	25	50	50	-	50	
Manganèse	ppm	8,5	2,5	2,5	2,5	8,5	
Cobalt	ppm	0,1	0,1	-	-	0,1	
Iode	ppm	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
Fluor	ppm	0,5	-	-	-	0,5	
<i>Vitamines :</i>							
Vitamine A	UI/kg	6000	10000	10000	6000	10000	
Vitamine D	UI/kg	1000	1000	1000	1000	1000	
Vitamine E	ppm	50	50	50	50	50	
Vitamine K	ppm	0	2	2	0	2	
Vitamin B1 (thiamine)	ppm	2	-	0	0	2	
Vitamin B2 (riboflavine)	ppm	6	-	0	0	4	
Acide Panthoténique	ppm	20	-	0	0	20	
Vitamin B6 (pyridoxine)	ppm	2	-	0	0	2	
Vitamin B12	ppm	0,01	0	0	0	0,01	
Niacine	ppm	50	-	-	-	50	
Acide Folique	ppm	5	-	0	0	5	
Biotine	ppm	0,2	-	-	-	0,2	

(Source: P.LEBAS, INRA -1989)

Si la lapine n'est pas gestante, la lactation peut durer de 40 à 50 jours, voire plus; mais si la lapine est fécondée post-partum, la lactation est réduite à 27-28 jours (Lebas, 1968; Maertens & De Groot, 1988b). Dans les 2 situations, la production maximum de lait est observée à la fin de la 3ème semaine (besoin alimentaire maximum), et atteint 200 à 300 g/jour (1 seule tétée par 24 heures). Après la première semaine de lactation, la composition du lait est quasi constante: 260 g de matières sèches, 120-130 g de protéines, 100-120 g de lipides, 10 g de lactose, 22 g de minéraux et 7,0 à 7,5 MJ d'énergie (digestible) par kg (Lebas, 1971). Les réserves corporelles de la lapine ne peuvent contribuer que de manière marginale aux exportations dans le lait, en raison de leur faible masse relative, par rapport à celle de ces exportations (Lebas, 1971; Lebas *et al.*, 1971; Lebas, 1973). L'alimentation doit donc être suffisante, en quantité comme en qualité.

Le gain de poids des lapereaux en engraissement a une teneur élevée en protéines (210 g/kg), faible en matières grasses (35 g/kg) et modérée en énergie (6,6 MJ/kg) (Schürch, 1949; Moughan *et al.*, 1988). Le respect des équilibres alimentaires par rapport à l'énergie est indispensable pour l'obtention de performances élevées.

Les caractéristiques recommandables pour les aliments destinés aux différentes catégories de lapins, figurent au tableau 8. En plus, de manière traditionnelle, le tableau comprend des recommandations pour un aliment "mixte" utilisable pour tous les sujets d'un élevage: il s'agit d'un compromis entre les besoins des jeunes en engraissement et ceux des lapines allaitantes. Il peut sans dommage être utilisé pour les autres catégories de lapins; mais en aucun cas, l'usage d'un tel aliment unique ne peut permettre d'obtenir des animaux l'extériorisation de toutes leurs potentialités de production.

Si le rythme de reproduction est intensif, tous les lapins doivent être alimentés ad libitum. Si ce rythme est moins intensif, les lapines peuvent recevoir un aliment de reproduction en quantité limitée, au cours de la période qui va du sevrage d'une portée à la mise bas de la portée suivante. Le niveau de

restriction est alors de 30-35 g MS/kg PV. Pour les lapines futures reproductrices appartenant à un type génétique particulièrement sujet à l'engraissement, un rationnement peut être pratiqué à partir de l'âge de 10 semaines et jusqu'à 4 jours avant la première présentation au mâle. Dans ce cas le niveau de restriction recommandable est un peu plus libéral: 40-45 MS/kg PV et /jour.

Pour le calcul des prévisions de dépenses alimentaires, les quantités quodidiennes suivantes peuvent être retenues par lapin présent:

Jeune en engraissement
 (4-12 semaines): 110-130 g/j
 (4-10 semaines): 100-110 g/j
 Lapine allaitante avec sa portée
 (sevrage à 4 semaines): 350 g/j
 Jeune lapine (10 semaines à 1ère saillie):
 alimentation restreinte: 150 g/j
 alimentation ad libitum: 180 g/j
 Adultes à l'entretien: 120 g/j

Pour l'ensemble des lapins d'un élevage naisseur-engraisseur, il faut compter 1 à 1,4 kg d'aliment consommé par jour et par lapine moyenne présente. En moyenne en France, pour un élevage de lapins utilisant des méthodes de production rationnelles, la dépense alimentaire totale est de 4,2 kg d'aliment composé complet pour chaque kg de lapin vivant produit (vendu), les lapins étant commercialisés au poids vif moyen de 2,3 kg. Ceci correspond à une dépense de 7,4 kg d'aliment par kg de carcasse commerciale, les élevages les plus performants descendant à 6,3 kg.

Reçu le 20 Octobre 1989
 Accepté pour publication le 27 Novembre 1989

BIBLIOGRAPHIE

- Abou-Akkada A.R., Abdel-Rahman M.M., El-Danasory M.S., Barakat M.A., 1981. The effect of the addition of urea to replace a proportion of vegetable proteins in the diets of the rabbits. *Egypt. J. Anim. Prod.*, 21, 191-198.
- Abou-Ashour A.M., Ahmed B.M., 1986. Urea utilization by growing rabbits. *Wld. Rev. Anim. Prod.*, 22, 23-26.
- Ahmed B.M., Abou-Ashour A.M., 1984. Protein quality and essential amino acid requirements for growing Baladi rabbits. *Minuf. J. Agric. Res.*, 8, 207-219.
- Aguilera J.F., Sanz Sampelayo R., Fonolla J., Boza J., 1987. Efecto de la temperatura ambiental sobre los balances de calcio y fosforo en conejos. *Arch. Zootec.*, 36, 137-149.
- Aikawa J.K., Readon J.Z., Harms D.R., 1962. Effect of a magnesium deficient diet on magnesium metabolism in rabbit : a study with Mg²⁸. *J. Nutr.*, 76, 90-93.
- Anugwa F.O.I., Okorie A.U., Enunwaonye C.A., 1984. Effect of varying copper and protein levels on the performance, tissue copper and zinc concentrations of growing rabbits in the tropics. *Trop. Vet.*, 2, 103-112.
- Auvergne A., Bouyssou Th., Pairet M., Bouillier Oudot M., Ruckebusch Y., Candau M., 1987. Nature de l'aliment, finesse de mouture et données anatomo-fonctionnelles du tube digestif proximal du lapin. *Reprod. Nut. Dévelop.*, 27, 755-768.
- Barge M.T., Masoero G., Reviglio L., 1984. Fabbisogno lipidico per coniglie riproduttrici. *Mém. 3ème Congrès mond. Cunicult.*, Rome avril 1984, Vol 1, 453-460.
- Barge M.T., Masoero G., 1986. Impegno di grasso animale o vegetale in diete per coniglie appartenenti a due gruppi etnica e sua influenza sulla carriera riproduttiva. *Zoot. Nutr. Anim.*, 12, 367-378.
- Battaglini M., Grandi A., 1984. Stima del valore nutritivo dei mangimi composti per conigli. 3rd World Rabbit Congress, Roma, Vol. 1, 252-264.
- Berchiche M., 1985. Valorisation des protéines de la féverole par le lapin en croissance. Thèse doctorat I.N.P. Toulouse, pp 137.
- Beynen A.C., Lovati M.R., Peters M.A.W., van Tintelen G., Haas J.W.M., van Hellemond K.K., Sirtori C.R., West C.E., 1988. Case report of wasting in rabbits fed hemoglobin as sole source of protein. *Nutr. Rep. Int.*, 37, 99-104.
- Bombeke A., Okerman F., Moermans 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, 947-957.
- Bondi A., Sklan D., 1984. Vitamin A and carotene in animal nutrition. cited by Cheeke (1987)
- Cañas Rodriguez A., Smith H.W., 1966. The identification of the antimicrobial factors of the stomach content of suckling rabbits. *Biochem. J.*, 100, 79-82.
- Candau M., Auvergne A., Babile R., Benhallou A., 1982. Influence des apports minéraux de la ration sur le sex-ratio chez le lapin. 3èmes Journées Rec. Cuni. France, ITAVI ed. Paris, Communication N°1.
- Carabaño R., Fraga M.J., Santoma G., De Blas J.C., 1988. Effect of diet on composition of cecal contents and on excretion and composition of soft and hard feces of rabbits. *J. anim. Sci.*, 66, 901-910.
- Carstensen P., 1984. Untersuchungen zum Kalziumstoffwechsel ausgewachsener Kaninchen. Thesis doc. Vet. Med. Univ. Hannover, 139 pp.
- Champe K.A., Maurice D.V., 1983. Response of early weaned rabbits to source and level of dietary fiber. *J. anim. Sci.*, 56, 1105-1114.
- Cheeke P.R., 1972. Nutrient requirements of the rabbit. *Feedstuffs*, 44 (48), 28.
- Cheeke P.R., 1985. Vitamins swallowing an unnecessary pill, or vitamins make strang bedfellows. *J. Appl. Rabbit Res.*, 8, 101-103.
- Cheeke P.R., 1987. "Rabbit feeding and nutrition". Academic Press Inc. ed., Orlando USA, 376 pp.
- Cheeke P.R., Patton N.M., Diwyanto K., Lasmini A., Nurhadi A., Prawirodigdo S., Sudaryanto B., 1984. The effect of high vitamin A levels on reproductive performance of female rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.*, 7, 135-140.

- Cheeke P.R., Bronson J., Robinson K.L., Patton N.M., 1985. Availability of calcium, phosphorus and magnesium in rabbit feeds and mineral supplements. *J. Appl. Rabbit Res.*, 8, 72-74.
- Coan M.A., Kellog D.W., Nelson T.S., Daniels L.B., 1988. Effect of dietary level of protein and methionine supplementation on growing rabbits. *J. Applied Rabbit Res.*, 11, 84-86.
- Colby R.W., Frye C.M., 1951. Effect of feeding high levels of protein and calcium in rat rations on magnesium deficiency syndrome. *Am. J. Physiol.*, 166, 408-412.
- Colin M., 1977. Effet d'une variation du taux de chlore dans l'alimentation du lapin en croissance. *Ann. Zootech.*, 26, 99-103.
- Colin M., 1978. Contribution à l'étude des besoins en acides aminés essentiels du lapin en croissance. Thèse Doct. Ing. Univ. Montpellier, 135 pp.
- Coudert P., Lebas F., 1982. Incidence de divers facteurs pathologiques et nutritionnels survenant pendant la croissance, sur le devenir des reproductrices. 3èmes journées de la Recherche Cunicole en France, Paris déc. 1982, Itavi ed., communication N° 33.
- Curry O.B., Basten J.F., Francis M.J.O., Smith R., 1984. Calcium uptake by sarcoplasmic reticulum of muscle from vitamin D-deficient rabbits. *Nature*, 249, 83-84.
- De Blas Beorlegui, 1984. "Alimentación del conejo". Mundi Prensa ed., Madrid, 215 pp.
- De Blas C., Santoma G., 1984. Valor nutritivo de los alimentos. In "Alimentación del conejo" (Ed. C. De Blas Beorlegui) (Mundi Prensa, Madrid) pp 59-66.
- 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.
- De Blas J.C., Santoma G., Carabaño R., Fraga M.J., 1986. Fibre and starch levels in fattening rabbits. *J. anim. Sci.*, 63, 1897-1904.
- Dehalle C., 1981. Equilibre entre les apports azotés et énergétiques dans l'alimentation du lapin en croissance. *Ann. Zootech.*, 30, 197-208.
- Ding X.M., Chao G.X., Lu Z.N., Li C.Y., Lu R.Q., Yang Z.G., 1984. [The effect of dietary protein, fish meal and copper supplement on the growing of rabbits 2 to 5 months old]. *Chin. J. Rabbit Farm.*, (1984 N°2), 32-33.
- Donogue S., Frier H.I., Hall R.C., Eaton H.D., Nielsen S.W., Rousseau J.E., 1975. Cerebrospinal fluid pressure in acute and chronic hypovitaminosis of the male weaning rabbit. Res. report 49 Univ. Connecticut USA, 75 pp.
- Dorier A., Bacquès Cl., 1982. Adaptation du lapereau aux variations de la composition en lipides du lait maternel. *Sci. Vét. Méd. Comp.*, 84, 249-256.
- Dubiel A., Monkiewicz J., Graczyk S., 1975. [Preliminary examination on the influence of vitamin A on some semen parameters in the rabbits]. *Med. Wet.*, 31, 439-441.
- Eriksson S., 1952. Metabolism of rabbits at different levels of crude fiber and protein. *Kungl. Lantbruks-Högsk. Ann.*, 19, 7-108.
- Evans E., Jebelian V., Rycquart W.C., 1983a. Effects of potassium and magnesium levels upon performance of fryer rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.*, 6, 49-51.
- Evans E., Jebelian V., Rycquart W.C., 1983b. Further evaluation of the magnesium requirements of fryer rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.*, 6, 130-131.
- Fekete S., Gippert T., Ferenczi J., Sirko E., 1984. [Fibre-protein interaction in nutrition of rabbits]. *Allatteny. Takarm.*, 33, 163-171.
- Fekete S., Maertens L., Tölgyesi Gy., 1988. Digestion and fecal mineral content of virginiamycin-fed rabbits exposed to physiological and simulated stress. *Acta Vet. Hung.*, 36, 61-68.
- Florescu S., Paraschiv S., Florescu A., 1985. L'utilisation du soufre aux jeunes lapins de reproduction. *Bull. Acad. Sci. Agri. Fores. Romania*, N°14, 219-225.
- Fraga M.J., Lorente M., Carabaño R.M., De Blas J.C., 1989. Effect of diet and remating interval on milk production and milk composition of the doe rabbit. *Anim. Prod.*, 48, 459-466.
- Galvez Morros J., Diaz G., Vilella Albo I., 1989. Proteína ideal para conejos en crecimiento. XIV Symposium de Cunicultura, Mansera Spain, June 1989, 77-89.
- Gidenne T., Carré B., 1989. Fibre digestion and rate of passage in rabbit. Colloque OCDE "Cell walls: structure, biodegradation and utilisation", Nantes, 10-13 Juillet 1989
- Gioffré F., Proto V., Di Franca A., Maiolino A., Crociani R., Minardi A., Prandini A., 1988. Alcune fonti di azoto non proteico nell'alimentazione del

- coniglio con e senza ciecotrofia e relativa influenza sui batteri ureolitici anaerobi e sull'ureasi. Coniglicoltura, 25 (5), 49-55.
- Grobner M.A., Cheeke P.R., Patton N.M., 1983. The effect of sodium bentonite on performance and feed intake preferences of weanling rabbits. J. Applied Rabbit Res., 6, 9-14.
- Grobner M.A., Robinson K.L., Cheeke P.R., Patton N.M., 1985a. Utilization of low and high energy diets by dwarf (Netherland Dwarf) intermediate (Mini Lop, New Zealand White) and giant (Flemish Giant) breeds of rabbits. J. Applied Rabbit Res., 8, 12-18.
- Grobner M.A., Cheeke P.R., Patton N.M., 1985b. A note on the effect of a high dietary vitamin A level on the growth of fryer rabbits. J. Appl. Rabbit Res., 8, 6.
- Haffar A., Laval A., Guillou J.P., 1988. Entérotoxémie à Clostridium spiroforme chez des lapins adultes. Le Point Vétérinaire, 20, 647-650.
- Harris D.J., Cheeke P.R., Patton N.M., 1984. Effect of feeding various salt on growth performance, mortality and feed preferences of fryer rabbits. J. Appl. Rabbit Res., 7, 117-119.
- Harris P.M., Dellow D.W., Broadhurst R.B., 1985. Protein and energy requirements and deposition in the growing brushtail possum and Rex rabbit. Austr. J. Zool., 33, 425-436.
- Hunt C.E., Harrington D.D., 1974. Nutrition and nutritional diseases of the rabbit. in Weisbroth S.H., Flatt R.E. and Kraus A.L. "The biology of the rabbit", 1974, Academic Press ed. New York, 403-433.
- INRA, 1984. "L'alimentation des animaux monogastriques : porc, lapin, volailles" INRA ed., Paris, 282 p.
- Isar O., 1981. [Energy requirement of meat rabbits]. Lucr. Stiin. Instit. Cerc. Nutr. Anim., 9/10, 253-264.
- Jecsai G., Teleki J., Juhasz B., 1985. Effect of feeding sulphate with angoras on nitrogen, sulfur and amino acid metabolism. II/ Amino acid metabolism. Allatten. Takarm., 35, 355-360.
- Johannsen U., 1972. Zumvorkommen einer fütterungsbedingten Muscular dystrophie bei Kaninchen. Mh. Vet. Med., 26, 266-272.
- Kamphues J., Cartensen P., Schroeder D., Meyer H., Choon H.A., Rosenbruch M., 1986. Effekte einer steigenden Calcium- und Vitamin D-Zufuhr auf den Calciumstoffwechsel von Kaninchen. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr., 56, 191-208.
- Kelley D.S., Nelson G.J., Serrato C.M., Schmidt P.C., Branch L.B., 1988. Effects of type of dietary fat on indices of immune status of rabbits. J. Nutr., 118, 1376-1384.
- King J.O.L., 1974. The effects of pelleting rations with or without an antibiotic on the growth rate of rabbits. Vet. Rec., 94, 586-588.
- Kormann A.W., Schlachter M., 1984. Preliminary trials concerning growth and reproduction of rabbits on variable supplementation of β -carotene and vitamin A. Proc. 3rd World Rabbit Congress, Rome, Vol.1, 467-474.
- Kormann A.W., Riss G., Weiser H., 1988. Improved reproductive performance of rabbit does supplemented with dietary β -carotene. J. Appl. Rabbit Res., 10, 15-21.
- Kubota M., Ohno J., Shiina Y., Suda T., 1982. Vitamin D metabolism in pregnant rabbits: differences between the maternal and fetal response to administration of large amounts of vitamin D3. Endocrinology, 110, 1950-1956.
- Kulikov N.E., Morozova K.N., Aleksandrova V.S., 1985. [Requirements of young (rabbits) for minerals]. Krolik. Zverov., (1985 N°1), 14-15.
- Kunkel H.O., Pearson P.B., 1948. Magnesium in the nutrition of the rabbit. J. Nutr., 36, 657-666.
- Lazuga A., Szember B., Wawrzenska M., Nagorna-Stasiak B., 1982. [The effect of vitamin C on cholesterol content in the intestine wall of rabbit]. Pol. Arch. Weter., 23 (3), 39-47.
- Lebas F., 1968. Mesure quantitative de la production laitière chez la lapine. Ann. Zootech., 17, 169-182.
- Lebas F., 1969. L'alimentation du lapin. Alim. Vie, 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. Variations des réserves corporelles de la lapine au cours d'un cycle de reproduction. Journées Rech. avicole et cunicole, Paris, Déc. 1973 (ITAVI, Paris), pp. 59-61.
- Lebas F., 1975. Influence de la teneur en énergie de l'aliment sur les performances de croissance chez le lapin. Ann. Zootech., 24, 281-288.
- Lebas F., 1983. Bases physiologiques du besoin protéique des lapins. Analyse critique des recommandations. Cuni-

- Sciences, 1, 16-27.
- Lebas F., 1984.** Alimentation des lapines reproductrices. Quelques données récentes. *Cuniculture*, 11, 133-137.
- Lebas F., 1987a.** Influence de la taille de la portée et de la production laitière sur la quantité d'aliment ingérée par la lapine allaitante. *Reprod. Nutr. Dévelop.*, 27, 207-208.
- Lebas F., 1987b.** La luzerne deshydratée et le lapin. *Cuni-Sciences*, 4, 11-22.
- Lebas F., 1988.** Livestock feed resources and feed evaluation in Europe: III 3.2 Rabbits. *Livest. Prod. Sci.*, 19, 289-298.
- Lebas F., 1989.** Alimentation énergétique et azotée des lapines reproductrices. Quelques données récentes.. *Cuniculture*, 16, 195-196.
- Lebas F., Franck T., 1986.** Incidence du broyage sur la digestibilité de quatre aliments chez le lapin. *Reprod. Nutr. Dévelop.*, 26, 235-236.
- Lebas F., Jouglar J.Y., 1984.** Apports alimentaires de calcium et de phosphore chez la lapine reproductrice. 3rd World rabbit Congress, Roma, Vol. 1, 461-466.
- Lebas F., Maitre I., 1989.** Alimentation de présevrage: Etude d'un aliment riche en énergie et pauvre en protéines, résultats de 2 essais. *Cuniculture*, 16, 135-140.
- Lebas F., Ouhayoun J., 1987.** Incidence du niveau protéique de l'aliment, du milieu d'élevage et de la saison sur la croissance et les qualités bouchères du lapin. *Ann. Zootech.*, 36, 421-432.
- Lebas F., Besançon P., Abouyoub A., 1971.** Composition minérale du lait de lapine. Variations en fonction du stade de lactation. *Ann. zootech.*, 20, 487-495.
- Lebas F., Maitre I., Seroux M., Franck T., 1986.** Influence du broyage des matières premières avant l'agglomération de 2 aliments pour lapins, différant par leur taux de constituants membranaires : digestibilité et performances de croissance. 4e Journées Recherche Cunicole en France, Paris Déc. 1986, communication n° 9.
- Lebas F., Viard-Drouet F., Coudert P., 1988.** Reproduction and morbidity of rabbit does. Effects of diet energy level and origin. First results. *Proceedings 4th World Rabbit Congress, Budapest oct. 1988*, Vol 3, 53-58.
- Lebas F., Maitre I., Arveux P., Bouillet P., Bourdillon A., Duperray J., Saint Cast Y., 1989.** Performances du lapin de chair. Effet du taux d'hémicellulose. *Rev. Alim. anim.*, (429), 32-36.
- Löfliger H.C., Vogt H., 1980.** Calcinosis of kidneys and vessels in rabbits. *Proceedings II World Rabbit Congress, Barcelona, Vol 2*, 283-284.
- López Fuentes R., 1989.** Síndrome avitaminico neurmiogastroenterico en conejos. XIV Symposium Cunicultura, Manresa Spain, 277-288.
- 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 performances of growing rabbits. *Proceedings II World's rabbit congress, Barcelona, Vol. 2*, 65-75.
- Maertens L., De Groote G., 1987.** Quelques caractéristiques spécifiques de l'alimentation des lapins. *Rev. Agric.*, 40, 1185-1203.
- Maertens L., De Groote G., 1988a.** The effect of the dietary protein energy and lysine content on the breeding results of does. *Arch. Geflügelk.*, 52, 89-95.
- Maertens L., De Groote G., 1988b.** The influence of the dietary energy content on the performances of post-partum breeding does. *Proceedings 4th World Rabbit Congress, Budapest, Vol 3*, 42-52.
- Maertens L., Parigi-Bini R., 1988.** Valuatione energetica degli alimenti per coniglio, un esame critico. *Coniglicoltura*, 25 (7), 15-21.
- Maertens L., Peeters J.E., 1988.** Effect of a feed restriction after weaning on fattening performances and caecal traits of early weaned rabbits. Communication to the "6. Arbeitstagung über Pelztier-, Kaninchen-, und Heimtier-produktion und -krankheiten, Celle, June 1988.
- Maertens L., Huyghebaert G., De Groote G., 1985.** Digestibility and digestible energy content of various fats for growing rabbits. *Cuni-Sciences*, 3, 7-14.
- Maertens L., Moermans R., De Groote G., 1988.** Prediction of the apparent digestible energy (ADE) content of commercial pelleted feeds for rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.*, 11, 60-67.
- Majmunder M.S.I., Ali A., 1987.** Effect of zinc deficiency on Peyer's patches of rabbits. *Nutr. Res.*, 7, 1103-1106.
- Moghaddam M.F., Cheeke P.R., Patton N.M., 1987.** Toxic effects of vitamin A on reproduction in female rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.*, 10, 65-67.
- Monari S., Ricci F., 1987.** Soia estrusa per conigli all'ingrasso. *Professionaallevatore*, 14 (1), 40-41.

- Morisse J.P., 1988. Contrôle de la pathologie digestive. Essais de mise au point d'un aliment adapté au sevrage. L'Eleveur de Lapins, (22), 29-31.
- Morisse J.P., Maurice R., Le Gall G., Boilletot E., 1989. Interêt zootchnique et sanitaire d'un aliment de présevrage chez le lapereau. Rev. Méd. Vét., 140, 501-506.
- Moughan P.J., Schultze W.H., Smith W.C., 1988. Amino acid requirements of the growing meat rabbit 1- The amino acid composition of rabbit whole-body tissue - a theoretical estimate if ideal amino acid balance. Anim. Prod., 47, 297-301.
- Nelson T.S., Daniels L.B., Shriver L.A., Kirby L.K., 1985. Hydrolysis of phytate phosphorus by young rabbits. Akansas Farm Res., 34 (4), 8.
- N.R.C., 1966. Nutrient requirements of rabbits. 1st revised edition, Natl. Acad. Sci. Washington DC USA, 17 pp.
- N.R.C., 1977. Nutrient requirements of rabbits. 2d revised edition, Natl. Acad. Sci. Washington DC USA, 30 pp.
- Okeke G.C., 1984. Urea utilization by growing rabbits. East Afri. Agri. Fores. J., 49, 53-56.
- Olson J.A., Lakshmanan M.R., 1970. Enzymatic transformation of vitamin A, with particular emphasis on carotenoid cleavage. cited by Hunt & Harrington (1974).
- Ouhayoun J., Kopp J., Bonnet M., Demarne Y., 1987. Influence de la composition des graisses alimentaires sur les propriétés des lipides perirénaux et la qualité de la viande de lapin. Sci. Alim., 7, 521-534.
- Pagano Toscano G., Benatti G., Zoccarato I., 1985. Digeribilità degli alimenti per conigli : confronto dei metodi Weende e Van Soest per la stima della frazione fibrosa. Coniglicoltura, 21 (1), 37-42.
- Pairet M., Bouyssou Th., Auvergne A., Candau M., Ruckebusch Y., 1986. Stimulation physicochimique d'origine alimentaire et motricité digestive chez le lapin. Reprod. Nutr. Dévelop., 26, 85-95.
- Parigi-Bini R., 1983. The effect of β -carotene on the reproductive performance of female rabbits. Proc. 5th. World Conf. Anim. Prod., Vol. 2, 231-232.
- Parigi-Bini R., 1988. Fabbisogni di energia e proteine. Professioneallevatore, 15 (14), 35-36.
- Parigi-Bini R., 1989. Stima del contenuto energetico dei mangimi. Professioneallevatore, 16 (1), 35.
- Parigi-Bini R., Xiccato G., 1986. Utilizzazione dell'energia e della proteina digeribile nel coniglio in accrescimento. Coniglicoltura, 23 (4), 54-56.
- Parigi-Bini R., Xiccato G., Cinetto M., 1988. Integrazione con metionina e lisina di sintesi di un mangime per coniglio in accrescimento. Coniglicoltura, 25 (8), 33-38.
- Partridge G.G., Allan S.J., 1983. The effects of dietary protein concentration on the lactational performance of the rabbit. Anim. Prod., 37, 119-123.
- Partridge G.G., Daniels Y., Fordyce R.A., 1986. The effects of energy intake during pregnancy in doe rabbits on pup birth weight, milk output and maternal body composition change in the ensuing lactation. J. Agric. Sci., 107, 697-708.
- Partridge G.G., Garthwaite P.H., Findlay M., 1989. Protein and energy retention by growing rabbits offered diets with increasing proportions of fibre. J. agric. Sci. Camb., 112, 171-178.
- Payne A.S., Donefer E., Baker R.D., 1972. Effects of dietary vitamin A on growth and reproduction in rabbits. Can J. Anim. Sci., 52, 125-136.
- Perret J.P., 1980. Lipolyse gastrique des triglycerides du lait maternel et absorption gastrique des acides gras à chaine moyenne chez le lapereau. J. Physiol. Paris, 76, 159-166.
- Pontes M., Castello J.A., 1984. Ingesta de lisina y sulfoaminoacidos y rendimiento del gazapo entre el deste y el peso de mercado. Boletin de Cunicultura, 10 (4), 21-24.
- Proto V., 1984. Aspetti applicativi della ciecotrofia nell'allevamento del coniglio. Coniglicoltura, 21 (11), 26-35.
- Proto V., 1986. Attuali conoscenze di nutrizione ed alimentazione del coniglio. Coniglicoltura, 24 (10), 26-36.
- Proto V., Gioffré F., Di Franca A., Maiolino A., 1987. L'utilizzazione di alcuni fonti di azoto non proteico (NPN) nella nutrizione del coniglio con ciecotrofia. Coniglicoltura, 24 (3), 45-51.
- Prud'hon M., Chérubin M., Goussopoulos J., Carles Y., 1975. Evolution au cours de la croissance des caracteristiques de la consommation d'aliments solide et liquide du lapin domestique nourri ad libitum. Ann. Zootech., 24, 289-298.

- Ringler D.H., Abrams G.D., 1971. Laboratory diagnosis of vitamin E deficiency in rabbits fed a faulty commercial ration. *Lab. Anim. Sci.*, 21, 383-388.
- Robinson K.L., Cheeke P.R., Mathius I.W., Patton N.M., 1986. Effect of age and cecotrophy on urea utilization by rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.*, 9, 76-79.
- Salse A., 1983. Particularités digestives du lapin. Conséquences sur sa nutrition. *Cuni-Sciences*, 1, 28-45.
- Samoggia G., 1987. Effetto del rame sulle performances produttive del coniglio da carne. *Coniglicoltura*, 24 (10), 41-43.
- Sanchez W.K., Cheeke P.R., Patton N.M., 1985. Effect of dietary crude protein level on the reproductive performance and growth of New Zealand White rabbits. *J. anim. Sci.*, 60, 1029-1039.
- Santoma G., Galvez J.F., Garcia P., Perez de Ayala P., 1985. Nota sobre las necesidades e inclusion de lisina en ditas de conejo en cebo. *An. INIA -ser.Ganadera-*, 22, 83-91.
- Santoma G., Perez de Ayala P., Carabaño R., 1987. Nota sobre utilizacion de oleinas desodorizadas en dietas de conejos en cebo. *Invest. agr.: Prod. Sanid. anim.*, 2, 105-112.
- Scheele C.W., Van den Broek A., Hendricks F.A., 1985. Maintenance requirements and energy utilisation of growing rabbits at different temperatures. *Proceedings 10th Energy Metabolism Symposium, Airlie USA, Rowman and Littlefield ed.*, 202-205.
- Schultze W.H., Smith W.C., Moughan P.J., 1988. Amino acid requirements of the growing meat rabbit 2- Comparative growth performance on practical diets of equal lysine concentration but decreasing levels of other amino acids. *Anim. Prod.*, 47, 303-310.
- Schürch A., 1949. Die theoretischen Grundlagen der Kaninchenfütterung. *Schw. Landw. Monatsh.*, 17 (2), 3-27.
- Schwartz G., 1985. Untersuchungen zum Zinc-stoffwechsel des Kaninchens (*Oryctolagus cuniculus* L.). *Thesis Univ. Giessen*, 204 pp.
- Sheng Y.Z., Liang M.L., Wang Q.X., Dong K.Y., Tang Y.H., Sheng M.X., 1986. [Effect of methionine and trace element supplements on the rate of wool growth in angora rabbits]. *Chin. J. Rabbit Farm.*, (1986 N° 3), 39-42.
- Spreadbury D., Davidson J., 1978. A study of the need for fibre by the growing New Zealand White rabbit. *J. Sci. Fd. Agric.*, 29, 640-648.
- Stevenson R.G., Palmer N.C., Finley G.G., 1976. Hypervitaminosis D in rabbits. *Can. Vet. J.*, 17, 54-57.
- Surdeau Ph., Hénaff R., Perrier G., Brossard G., Desvignes C., 1978. Etude des besoins en sodium, potassium et chlore chez le lapin en croissance. 2ème Journ. Rec. Cuni. France, ASFC éd. Paris, Communication N°8.
- Teleki J., Szegedi B., Juhasz B., 1983. Effect of feed mixtures and urea supplementation on the protein metabolism of angora rabbits. *Allattenyesztes és Takarmanyozas*, 32, 165-169.
- Teleki J., Jecsei G., Juhasz B., 1985. [Effect of feeding sulphate with angoras on nitrogen, sulfur and amino acid metabolism (I). (Nitrogen and sulfur metabolism)]. *Allatten. Tarakarm.*, 34, 349-354.
- Van Soest P.J., 1982. "Nutritional ecology of the ruminant" O&B Books Ed., Corvallis, cited by Cheeke, 1987.
- Whiting S.J., Quamme G.A., 1984. Effects of dietary calcium on renal calcium, magnesium and phosphate excretion by the rabbit. *Miner. Electrolyte Metab.*, 10, 217-221.
- Xiccato G., 1989. Quale sistema energetico per il coniglio. *Professionaallevatore*, 16 (2), inserto 1-8.
- Yamini B., Stein S., 1989. Abortion, stillbirth, neonatal death and nutritional myodegeneration in a rabbit breeding colony. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 194, 561-562.