

EXTRAIT DU BULLETIN  
DE LA  
SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE D'HYGIÈNE ALIMENTAIRE  
DE  
L'ASSOCIATION FRANÇAISE DES TECHNICIENS  
DE L'ALIMENTATION ANIMALE  
ET DE  
L'ASSOCIATION FRANÇAISE DE ZOOTECHNIE

VOLUME 57

ANNÉE 1969

NUMÉROS 10-11-12

## L'alimentation du lapin

par  
F. LEBAS,

Station de Recherches sur l'élevage des porcs  
Centre national de Recherches zootechniques, 75 - Jarry-en-Josas  
Institut National de la Recherche Agronomique.

### SOMMAIRE

INTRODUCTION (p. 245).

I. — LA DIGESTION CHEZ LE LAPIN (p. 246).

A - Importance des différentes parties du tube digestif (p. 246).

B - La coprophagie (p. 247).

C - Rôle du cæcum (p. 248).

D - Rôle du côlon (p. 249).

E - Rôle de l'estomac (p. 249).

F - Rôle de l'intestin grêle (p. 250).

G - Conclusion sur la digestion (p. 251).

II. — LES NUTRIMENTS (p. 251).

A - L'eau (p. 251).

B - Les matières azotées (p. 252).

C - L'énergie (p. 253).

D - Les matières grasses (p. 254).

E - La cellulose (p. 255).

F - Les minéraux (p. 255).

G - Les vitamines (p. 258).

H - Conclusion sur les nutriments (p. 259).

III. — ALIMENTATION PRATIQUE DU LAPIN DE CHAIR (p. 259).

A - Animaux à l'entretien (p. 259).

B - Lapines en reproduction (p. 260).

C - Lapins en croissance (p. 261).

IV. — CONCLUSION GÉNÉRALE (p. 261).

### INTRODUCTION.

Le lapin, animal à double fin, est utilisé comme sujet d'expérience par les laboratoires de biologie et comme producteur de poil, mais surtout de viande, dans le cadre des exploitations agricoles. La pratique d'une alimentation rationnelle est une des conditions essentielles à la bonne marche des élevages. Certains

auteurs, comme AITKEN et WILSON (1962), BRAEUNLICH et CHEMILLIER (1966), ont réalisé un travail considérable en réunissant dans leurs revues bibliographiques les divers travaux déjà réalisés en matière d'alimentation du lapin. Cependant, depuis la parution de ces ouvrages, un certain nombre de travaux relatifs principalement à la physiologie digestive, viennent éclairer d'un jour nouveau l'alimentation du lapin. D'autre part, l'accélération du rythme de production, l'élevage des reproducteurs en colonie ou l'abaissement du poids à l'abattage, posent les problèmes classiques sous un angle différent. Nous avons donc essayé d'intégrer dans une étude bibliographique les connaissances nouvelles et anciennes afin d'apporter aux problèmes de l'élevage intensif des éléments de réponse basés sur le maximum de travaux de recherche. C'est dans cet esprit que nous avons tenté de coordonner nos acquisitions relatives à la physiologie digestive, puis à la nutrition avant d'aborder les problèmes d'alimentation pratique des élevages modernes. Quelques expérimentations ont été nécessaires pour aborder certains points laissés dans l'ombre par la littérature.

## I — LA DIGESTION CHEZ LE LAPIN.

### A - Importance des différentes parties du tube digestif.

Si, chez les ruminants, l'estomac avec ses 4 réservoirs prend la première place dans la masse viscérale, chez le lapin, comme chez le cheval d'ailleurs, c'est le cæcum qui domine classiquement les organes digestifs. Ainsi BRAEUNLICH et CHEMILLIER (1966) donnent pour le cæcum une capacité de 6 à 12 fois supérieure à celle de l'estomac. Par contre, ALEXENDER et CHOWDURY (1958) affirment que le contenu de l'estomac représente une masse équivalente à la somme des contenus du cæcum et du côlon. De manière à porter un peu de lumière sur un sujet controversé, nous rapportons au tableau I les résultats que nous avons enregistrés à l'abattage de 15 lapins de 11 semaines, d'un poids vif moyen de  $2286 \pm 13$  g ; les animaux ont été pris devant leur auge le matin vers 10 h. et immédiatement abattus.

TABLEAU I.

POIDS DES ORGANES DIGESTIFS ET DE LEUR CONTENU  
POUR DES LAPINS DE 11 SEMAINES.

ORGANE	POIDS DE LA PARTIE (g)	POIDS du CONTENU	
		(g)	(pourcentage du poids vif)
Estomac .....	$23,1 \pm 0,7$ (1)	$94,0 \pm 5,9$	4,2
Cæcum .....	$37,6 \pm 0,8$	$106,0 \pm 6,1$	4,6
Côlon .....	$28,3 \pm 0,7$	$29,8 \pm 2,3$	1,3

(1)  $\bar{x} \pm s \frac{1}{x}$

De l'analyse du tableau I, il ressort que chez le lapin de 11 semaines, tout au moins, estomac et cæcum représentent des réservoirs d'une capacité comparable et que les affirmations de BRAEUNLICH et CHEMILLIER donnant la primauté au cæcum ne semblent pas confirmées par l'expérimentation. Toutefois, il est

très probable que le rapport des capacités entre estomac et cæcum varie avec l'âge des animaux.

Ainsi donc, estomac et cæcum se comportent comme des réservoirs importants où la masse des parois ne représente que 1/4 et 1/3 de celle du contenu, tandis que le côlon, comme l'intestin grêle, sont des organes où contenu et contenu représentent des masses équivalentes.

### B - La coprophagie.

Le phénomène dominant le fonctionnement du tube digestif du lapin est, sans conteste, la pratique de la coprophagie (MOROT, 1982 ; TAYLOR, 1940 ; EDEN, 1940 ; SOUTHERN, 1940 ; HARE, 1942 ; THACKER et BRANDT, 1955 ; MYERS, 1955 ; PROTO, 1965 ; BATTAGLINI, 1968). Ce comportement normal chez le lapin, commence vers 3 semaines d'âge (MYERS, 1955) et se traduit par deux types d'excréments : des crottes dures que l'on retrouve dans la litière et des crottes molles ou « cæcotrophes » que l'animal réingère en les prélevant directement à l'anus. Ces derniers sont produits principalement la nuit (PROTO, 1965) mais ce n'est pas une règle générale (MYERS, 1955). Ils ont une membrane formée de mucus (GRIFFITHS et DAVIES, 1963). Les compositions chimiques fournies au *tableau II* montrent des différences importantes entre les cæcotrophes et les crottes dures principalement pour la teneur en matière sèche, en protéines ou en cellulose.

TABLEAU II.

#### COMPOSITION CHIMIQUE DES 2 TYPES D'EXCRÉMENTS DU LAPIN.

COMPOSANTS	CROTTE DURES		CÆCOTROPHES	
	(1)	(2)	(1)	(2)
Matière sèche p. 100	58,9	62,6	29,3	31,6
Protéines brutes p. 100 MS.	10,7	17,7	32,3	41,0
Matières grasses p. 100 MS.	2,7	1,3	2,2	1,5
Fibres brutes p. 100 MS.	51,1	21,3	28,5	10,2
Cendres p. 100 MS.	5,2	18,2	7,9	16,0
Extractif non azoté p. 100 MS.	30,2	41,5	29,5	31,2

(1) - Selon PROTO (1968). (2) - Selon BATTAGLINI (1968).

Pour une ingestion de 209 g d'aliment complet granulé, BATTAGLINI (1968) enregistre l'excrétion de 60 g de crottes dures (matière sèche) et de 15 g de cæcotrophes (matière sèche). Ainsi, compte tenu de la composition de l'aliment et des excréments, la coprophagie représente un apport de protéines égal à 20 p. 100 de l'apport alimentaire.

En dehors des protéines, la coprophagie fournit à l'animal des quantités importantes de vitamines du groupe B et C (OLCESE et al., 1948 ; KULWICH et al., 1953 ; HARRIS et al., 1956 ; HOVE et HERNDON, 1957 ; BATTAGLINI, 1968). Les quantités produites sont telles qu'elles couvrent les besoins d'entretien de l'animal.

Le recyclage de la coprophagie se traduit par une augmentation du temps

de séjour moyen des aliments dans le tube digestif. Ainsi, PIEKARZ (1963), en marquant l'aliment avec du vert brillant ou de la fuschine, a montré qu'il faut attendre 28 à 38 heures suivant les repas pour que la totalité du colorant soit excrétée quand le lapin ne peut pas pratiquer la coprophagie tandis qu'il est nécessaire de patienter 49 à 60 heures si l'animal est libre de réingérer ses cæcotrophes. Cet allongement du temps de séjour moyen se traduit par une amélioration de la digestibilité des différents éléments de la ration ainsi que de la rétention azotée (THACKER et BRANDT, 1955 ; BATTAGLINI, 1968).

Pour tenter de mieux comprendre le fonctionnement du tube digestif du lapin, nous allons l'aborder par le cæcum, c'est-à-dire à l'origine de matériel constitutif des cæcotrophes.

### C - Rôle du cæcum.

Le cæcum, vaste réservoir aveugle (tableau I), est le siège d'une importante fermentation microbienne :  $14,5 \cdot 10^{11}$  microorganismes par gramme de matière sèche selon BONNAFOUS et RAYNAUD (1968). Leur développement a lieu sur un bol alimentaire qui a été dégradé au cours de son passage dans l'estomac et l'intestin grêle et dont les fractions solubles ont été en grande partie absorbées par la muqueuse intestinale. La composition chimique du contenu cæcal reflète l'alimentation, mais elle est d'autant plus variable que l'animal est libre de pratiquer la coprophagie (YOSHIDA et KANDATSU, 1968). Ces mêmes auteurs, en 1964, MARTY et CARLES, en 1968, ont enregistré la présence de tous les acides aminés dans le contenu cæcal. Dans le milieu brut, la lysine, par exemple, représente 7,5 p. 100 des acides aminés et la méthionine 4,2 p. 100 (MARTY et CARLES, 1968). D'autre part, la paroi cæcale n'est pas inerte, elle est capable de réaliser des aminations et des désaminations comme l'ont montré MARTY et RAYNAUD en 1963. Parallèlement, dans le cas d'un jeûne de 10 jours sans coprophagie, le cæcum maintient constante sa quantité de protéines tandis que toutes les autres parties du tube digestif, appendice cæcal compris, perdent de 30 à 50 p. 100 de leurs protéines constitutives (SALACROUP et RAYNAUD, 1965). Les auteurs interprètent leur observation en émettant l'hypothèse d'une synthèse des protéines constituant la paroi cæcale aux dépens des substances résiduelles du contenu.

Il existe donc une synthèse importante d'acides aminés par les microorganismes du contenu (MARTY et CARLES, 1968) et la paroi serait peut-être capable d'en utiliser une partie à son usage propre (MARTY et RAYNAUD, 1963 ; SALACROUP et RAYNAUD, 1965).

Un autre type de fermentation est celui de la cellulose. COOLS et JENIAUX (1961) ont montré la formation d'acides gras volatils (A.G.V.) à partir du matériel cæcal (20 à 150  $\mu$  moles d'A.G.V. par ml de contenu). Les produits de dégradation de la cellulose sont absorbés par la paroi cæcale et se retrouvent dans le flot sanguin. Ainsi, le sang de la veine mésentérique contient de 2 à 4  $\mu$  moles d'A.G.V. par ml, soit 8 à 10 fois plus que dans le sang artériel du même animal. Cette action des microorganismes sur la cellulose est démontrée selon une autre voie par YOSHIDA et al. (1968) : ces auteurs enregistrent une diminution de la digestibilité de la cellulose chez les lapins « germ-free » par rapport aux animaux conventionnels, même ne pouvant pas pratiquer la coprophagie.

Par contre, HERNDON et HOVE (1955) ne trouvent pas de différence de digestibilité de la cellulose en pratiquant l'ablation du cæcum. Il est bon de remarquer que leurs lapins opérés, comme les lapins « germ-free » de YOSHIDA et al. (1968) ne pratiquent pas la coprophagie. En réalité, pour les animaux sans cæcum une fermentation compensatrice peut fort bien s'être développée dans l'intestin grêle ou le côlon tandis que les « germ-free » n'avaient de flore à aucun niveau du tube digestif. Ainsi le cæcum est bien le siège de fermentations importantes, mais cette

situation n'est pas exclusive. Par contre, la présence d'une flore et du cæcum simultanément semblent nécessaires à la pratique de la coprophagie.

#### D - Rôle du côlon.

En 1966, BONNAFOUS et RAYNAUD ont montré qu'un segment de côlon isolé sécrète un mucus contenant 70 mg d'azote par gramme de matière sèche. La sécrétion dans cet élément de côlon est continue, mais relativement faible. La pellicule mucoïde des cæcotrophes provient donc bien d'une sécrétion du tube digestif, du côlon plus exactement.

En 1967, les mêmes auteurs ont cherché à mesurer la teneur en eau et en azote du contenu colique à différents niveaux. Lors de l'excrétion de cæcotrophes, les teneurs en eau et en azote varient peu au long du côlon ; par contre, dans le cas d'excrétion de crottes dures, on assiste à une chute brutale de la teneur en azote dans la deuxième portion du côlon proximal. Sur une dizaine de centimètres, la teneur azotée passe de 44 mg par gramme de matière sèche à 20 mg, tandis que la teneur en eau ne passe que de 82 à 77 p. 100. L'ablation de ce segment entraîne l'excrétion d'un seul type de crottes dont l'aspect et la teneur en azote sont l'intermédiaire des 2 types classiquement décrits.

En 1968, toujours les mêmes auteurs ont montré que 71 p. 100 des microorganismes disparaissent au cours du transit colique en cas de production de crottes dures. Il est bon de rappeler que, d'après GRIFFITHS et DAVIES (1963), 56 p. 100 de la masse des cæcotrophes est représenté par des corps microbiens. Cette disparition des microorganismes intéresse donc une part très importante du matériel qui transite. Un broyat de côlon proximal est capable de réduire *in vitro* le nombre de microorganismes de 10 à 30 p. 100 en 4 heures. Cette aptitude ne se manifeste ni pour des broyats de côlon distal, ni pour ceux du duodénum. D'autre part, l'incubation - 3 heures - de matériel cæcal, dans la deuxième portion du côlon proximal *in vivo* se traduit par une disparition de 20 p. 100 des microorganismes.

Ainsi, BONNAFOUS et RAYNAUD (1966, 1967, 1968) ont montré qu'une courte portion du côlon proximal semble responsable de la différence de composition chimique des 2 types d'excréments. D'après des travaux antérieurs des mêmes auteurs (BONNAFOUS et RAYNAUD, 1963), ce mécanisme de résorption serait sous le contrôle des surrénales. La présence de microorganismes en provenance du cæcum semblerait également nécessaire (HERNDON et HOVE, 1955) pour la production de 2 types d'excréments dont un seul est réingéré.

#### E - Rôle de l'estomac.

Lorsque l'animal pratique la coprophagie, il ingère les cæcotrophes sans les mastiquer, si bien que l'on retrouve dans la région du fundus une masse plus ou moins importante de cæcotrophes encore entourés de leur membrane mucoïde. Les microorganismes présents sont en majorité des lactobacilles, et leur durée de vie dans l'estomac est, en général, supérieure à 6 heures (GRIFFITHS et DAVIES, 1963 ; LE BARS et DEMAUX, 1966). Le contenu gastrique contient des quantités importantes d'acide lactique. Celles-ci augmentent au cours des repas et diminuent entre ceux-ci (ALEXANDER et CHOWDURY, 1958). D'autre part, la concentration en acide lactique est nettement plus importante dans le fundus que dans l'antrum. Le fundus est le siège d'une fermentation lactique importante dans un milieu très acide ; en effet, BEAUVILLE et RAYNAUD (1964a) enregistrent une sécrétion gastrique continue dont le pH varie de 1 à 1,6. Cependant, GRIFFITHS et DAVIES (1963) notent qu'un homogénat de cæcotrophes a un fort pouvoir tampon phosphorique et maintient son pH aux environs de 6 à 6,5 ; ils expliquent ainsi la pro-

duction d'acide lactique associée à une augmentation du pH. Cette production à partir de l'amidon et du glucose (GRIFFITHS et DAVIES, 1963) par un homogénat de contenu stomacal est stoppée si l'on ajoute un antibiotique au milieu (ALEXENDER et CHOWDURY, 1958). Il y a donc bien développement de lactobacilles qui produisent de l'acide lactique. Ce dernier est, soit absorbé par la muqueuse intestinale, soit par la muqueuse gastrique elle-même (ALEXENDER et CHOWDURY, 1958), ce qui fait conclure à GRIFFITHS et DAVIES (1963) que l'estomac du lapin rempli de cœcotrophes est analogue au rumen des ovins et des bovins.

Nous avons parlé des fermentations stomacales, mais la paroi n'est pas inactive. BEAUVILLE et RAYNAUD (1964a) ont montré à l'aide de poches isolées d'estomac qu'il existe une sécrétion continue et importante de suc gastrique (0,18 ml/h). Son pH est stable : 1 à 1,6, par contre, l'activité peptique mesurée grâce à des fistules permanentes, est plus forte dans l'antrum que dans le fundus, mais surtout l'activité varie considérablement en fonction du nyctémère principalement dans le fundus où l'activité est nulle le matin (BEAUVILLE et RAYNAUD, 1964 b). Dans une poche gastrique isolée, ces mêmes auteurs, en 1965, enregistrent toujours ces variations d'activité peptique, que l'animal soit alimenté ou « à jeun » depuis 36 heures. Il n'est donc pas possible de retenir la première hypothèse envisagée, d'une action directe des cœcotrophes sur la pepsine. Dans une étude menée sur microscope électronique, PRADAL et TUSQUES (1968) montrent qu'il y a des décharges massives de grains de zymogènes dans une zone donnée de l'estomac, ce qui peut expliquer quantitativement ces variations importantes de l'activité peptique, mais ne fournit pas de justification du rythme nyctéméral.

Nous venons de voir les sécrétions d'HCl et de pepsine classiques de l'estomac, mais, en 1968, VIALARD et RAYNAUD ont démontré la sécrétion par la muqueuse antrale en des zones distinctes des zones productrices de pepsine, d'un agent bactériolytique. Ce dernier est une protéine de poids moléculaire supérieur à 10.000, active à pH acide et jusqu'à la neutralité, activée par la pepsine elle-même inactive sur les bactéries de l'estomac. L'intervention de ce facteur permet la résolution des constituants bactériens dans le milieu gastrique, ce qui a pour effet de mettre à la disposition des enzymes protéolytiques les importantes quantités de protéines intra-bactériennes apportées par les cœcotrophes. Parallèlement à la présence de cet agent bactériolytique, il convient de citer les travaux de SMITH (1965, 1966) et CANAS-RODRIGUEZ et SMITH (1966) qui ont mis en évidence, dans l'estomac des lapereaux allaités (0-16 jours) un facteur antimicrobien et antifongique. La présence de ce dernier, provisoirement dénommé « huile d'estomac de lapin », se traduit par l'absence totale de flore stomacale chez le lapereau, malgré la présence d'aliment et d'un pH favorable de 4,9 à 5,7. Ce facteur antimicrobien proviendrait, selon les auteurs, de la réunion dans l'estomac du lapereau, de lait de lapine riche en matières grasses et des sécrétions stomacales propres. En effet, des jeunes d'autres espèces alimentés au lait de lapine ou des lapereaux nourris avec le lait d'autres femelles ont tous une flore stomacale abondante. Il convient de noter que l'intestin grêle est également stérile, mais cela n'est interprété que comme une conséquence de la stérilité du compartiment digestif le précédant. Il n'est, pour le moment, pas possible de savoir s'il existe une relation entre ces 2 facteurs bactériologiques découverts sur des lapins à des âges très différents par deux équipes de recherche.

#### F - Rôle de l'intestin grêle.

L'intestin reçoit de l'estomac un mélange d'aliments et de résidus de cœcotrophes à flore réduite. L'apport de suc pancréatique se fait par le canal de SANTORINI dans la quatrième portion du duodénum (MICHELAT, 1967). Le rôle digestif de l'intestin grêle est comparable à celui, fort bien étudié du rat et des autres monogastriques, aussi n'avons-nous pas jugé utile de développer plus avant

cet aspect. Il est cependant certain que la microflore de l'intestin grêle joue un rôle non négligeable dans l'utilisation des nutriments. C'est au niveau de l'intestin grêle qu'ont lieu les phénomènes d'absorption les plus importants quantitativement et qualitativement, même si les autres parties du tube digestif remplissent certaines fonctions d'absorption.

### G - Conclusion sur la digestion.

L'amélioration de nos connaissances sur le fonctionnement du tube digestif du lapin met actuellement l'accent sur le rôle des flores cœcales et stomacales, dans la digestion des aliments, mais ces considérations ne doivent pas faire perdre de vue le rôle principal de l'intestin grêle dans l'absorption des nutriments. Les caractéristiques du transit digestif de cet animal coprophage sont encore mal connues et nous ne savons pas quels sont les mécanismes de régulation qui président à la formation et à la réingestion de cœcotrophes. Les travaux de l'équipe du Pr RAYNAUD, de Toulouse, ont permis de découvrir le rôle du côlon dans cette production ainsi que certains aspects de celui de l'estomac. Des études prochaines orientées vers la régulation des phénomènes observés permettront maintenant de mieux connaître la physiologie digestive du lapin et, par là, d'utiliser cet animal au mieux de ses possibilités.

## II. — LES NUTRIMENTS.

Pour l'entretien de son organisme, pour les différentes productions qui lui sont demandées, le lapin a besoin d'un certain nombre de nutriments. Dans les différents paragraphes de ce chapitre, nous allons tenter de montrer l'incidence exacte de chacun des différents éléments à la lumière des divers travaux menés en la matière, afin d'essayer de raisonner des normes pour la couverture des besoins.

### A - L'eau.

De tous les besoins du lapin, le besoin en eau est quantitativement le plus important. Ainsi, d'après PRUD'HON (1967), le lapin ingère une quantité d'eau égale à 2 fois celle de matière sèche. Ce rapport serait constant avec l'âge des animaux, dans le cadre de son étude menée entre 4 et 26 semaines. Il est remarquable que cette proportion de 2 pour 1, corresponde approximativement à la teneur en eau du lait de lapine (LEBAS, 1966). D'autre part, cette proportion est également proche de celle enregistrée par CIZEK (1961) sur des lapins adultes normalement alimentés et abreuvés. Il convient donc de retenir ce rapport de 2 pour 1 entre l'eau et la matière sèche ingérée quel que soit l'âge des lapins, bien qu'ABGAROWICZ (1948) enregistre une variation de 2,0 à 2,8 en fonction de la nature du régime pour un groupe de 4 animaux adultes. La suppression brutale de l'eau de boisson se traduit par l'arrêt total de l'alimentation solide en 72 heures (CIZEK, 1961). Cependant, HAYWARD (1961) remarque la grande aptitude du lapin sauvage à résister aux conditions australiennes de sécheresse. Au cours d'expériences répétées sur les mêmes animaux durant 6 mois à 1 an, CIZEK (1961) maintient fréquemment ses lapins mâles et femelles 7 jours consécutifs sans eau de boisson. Mais, dans ce cas comme dans celui du désert australien, où elle peut atteindre 48 p. 100, la perte de poids des animaux est très importante.

Si, à l'inverse, on supprime l'alimentation solide (diète hydrique) la consommation d'eau est multipliée par 6 à 8. CIZEK (1961) explique cette polydipsie par une perte d'ion sodium non compensée par voie buccale, puisque l'addition de chlorure de sodium (à 0,45 p. 100) supprime ce phénomène, tandis qu'une solution équimoléculaire de chlorure de potassium est sans action. Cette privation de nourriture ne modifie pas, en valeur relative, la quantité d'eau contenue dans le tube digestif, pendant les premières 48 heures, alors que l'ingestion a déjà été multipliée par 5 (CIZEK, 1954). Cette quantité va même en diminuant si le jeûne se prolonge. L'eau ingérée est donc rapidement absorbée et puis éliminée par voie urinaire. Dans une reprise de ces travaux, CIZEK et al. (1966) ont montré que ce phénomène est, pour une partie tout au moins, sous la dépendance des hormones sexuelles.

## B - Les matières azotées.

Les études relatives aux besoins protéiques du lapin sont peu nombreuses et leurs résultats parfois contradictoires. Ainsi SMITH et al. (1960) n'enregistrent pas d'amélioration de la vitesse de croissance entre 13 et 19 p. 100 de protéines brutes tandis que HOVE et HERNDON (1957 a) observent une amélioration de la vitesse de croissance jusqu'à 40 p. 100 de protéines, mais sans jamais atteindre les performances obtenues dans le cas précédent. Les premiers utilisaient pour leurs expériences un mélange de protéines d'origine végétale tandis que les derniers ont eu recours à de la caséine purifiée. Les différences dans les résultats observés par ces auteurs semblent provenir en grande partie de la composition trop dissemblable des protéines employées. HOVE et HERNDON (1957 a) avaient déjà remarqué ce phénomène en supplémentant en acides aminés la ration de caséine. HOFMANN et STEINER (1959) ont, d'autre part, mis en évidence que le besoin protéique variait d'une façon sensible avec l'âge pour les animaux en croissance tout au moins.

La notion de besoin protéique brut ne permettant pas d'apporter une solution satisfaisante, il s'avère indispensable de se pencher sur le besoin en acides aminés. HOVE et HERNDON (1957 a) ont montré que la supplémentation d'une ration contenant 20 p. 100 de caséine avec de l'arginine + glycine + méthionine + tryptophane, permet de doubler la vitesse de croissance de lapereaux âgés de 4 semaines. Mc WARD et al. (1967) ont chiffré le besoin en arginine du lapereau en croissance aux environs de 5 à 5,5 p. 100 des protéines brutes. Pour leur étude, ils ont utilisé de la caséine avec une éventuelle supplémentation en DL méthionine, de manière à maintenir cette dernière à 0,77 p. 100 de la ration. L'arginine est, à notre connaissance, le seul acide aminé dont le besoin ait été chiffré. STARY et al. (1966) ont bien montré qu'un taux de 0,05 p. 100 de lysine dans la ration, entraîne des phénomènes de carence, mais le taux témoin de 0,5 p. 100 ne correspond pas nécessairement à l'optimum. HOVE et al. (1957 b) ont également démontré qu'un taux de 0,6 p. 100 de méthionine évite les phénomènes de carence, mais ils n'ont pas cherché à mesurer le besoin optimum (travail sur caséine supplémentée en tryptophane).

S'il est certain que malgré le phénomène de coprophagie, le lapin ait un besoin spécifique en un certain nombre d'acides aminés, il semble qu'il puisse également tirer parti d'azote non protéique comme l'urée. VIALLARD et RAYNAUD (1966) ont nettement démontré que les microorganismes de l'estomac du lapin sont capables *in vitro* de synthétiser des protéines à partir de l'urée. Il est à remarquer que les bactéries d'origine fundique ont une action plus marquée que celles prélevées dans l'antrum. Ces dernières ont, en effet, séjourné plus longtemps dans l'estomac et sont peut-être inhibées par l'agent bactériolytique mis en évidence dans cette zone par les mêmes auteurs en 1968. D'autre part, HOUPY, en 1963, a démontré que de l'urée administrée par tubage stomacal est utilisée

à des synthèses protéiques. Cette utilisation diminue si l'on administre des antibiotiques aux lapins, ce qui est en accord avec les travaux de VIALLARD et RAYNAUD (1968).

En matière d'apport protéique, il convient donc de retenir notre faible connaissance des besoins, conséquence du petit nombre de travaux. Aucune norme pour la reproduction n'est actuellement basée sur une expérimentation. Le lapin en croissance (5-8 semaines) semble se satisfaire d'un apport d'environ 14 p. 100 de protéines brutes, si l'équilibre en acides aminés est satisfaisant. D'autre part, dans le cas de rations pauvres en protéines, il pourrait y avoir une possibilité d'utilisation d'azote non protéique (urée) grâce aux microorganismes du tube digestif.

### C - L'énergie.

Dès 1939, LEE a montré et chiffré l'augmentation du besoin énergétique avec le poids vif pour le lapin à l'entretien. Il admet que le besoin d'entretien augmente en fonction de la puissance 0,82 du poids vif. AXELSON et ERIKSON (1953) ont déterminé le besoin d'entretien aux environs de 200 Kcal d'énergie métabolisable, pour un lapin adulte d'environ 3 kg. Cet apport énergétique est utilisé pour 70 p. 100 au remplacement des tissus tandis que 30 p. 100 se perdent sous forme de chaleur. Ces auteurs ont remarqué que le besoin en énergie métabolisable est indépendant de la teneur en cellulose de la ration d'entretien, mais, par contre, des sujets en groupe ont un besoin d'entretien supérieur à celui d'animaux isolés.

Sur des lapereaux en croissance, NEHRING et al. (1959) ont montré une relation linéaire entre l'apport énergétique (métabolisable) et l'utilisation qui en est faite ; comme d'autre part ils ont également démontré que la digestibilité de la matière organique, donc de l'énergie, diminue lorsque la quantité ingérée augmente, il semble que le besoin énergétique brut relatif augmente en même temps que le niveau d'ingestion. En 1962, NEHRING et al. ont montré que la quantité d'énergie retenue dans l'organisme des lapins en croissance dépend considérablement de la nature de la source d'énergie : ainsi le glucose permet un coefficient de rétention meilleur que le fructose tandis que l'huile d'arachide permet au lapin de fixer une part d'énergie plus grande que le glucose. Ainsi le pourcentage d'utilisation de l'énergie métabolisable est de 93 p. 100 pour l'huile d'arachide, de 71 et 67 p. 100 pour le glucose et le fructose.

En 1949, KELLOGG et al. mirent l'accent sur le rôle de la quantité et de la qualité des protéines sur la dépense énergétique nécessaire pour obtenir un gain de poids unitaire. Ainsi, le tourteau d'arachide nécessite une dépense énergétique de 7 p. 100 supérieure à celle entraînée par le tourteau de soja. Avec des taux et des origines protéiques différentes, l'orge demande une dépense supérieure de 11 p. 100 par rapport au soja. Ces travaux n'ont malheureusement pas été repris et nous manquons d'information sur l'équilibre souhaitable entre l'apport énergétique et l'apport azoté. KELLOGG et al. ont également enregistré une variation saisonnière dans l'utilisation des aliments par le lapin en croissance. Par rapport au minimum de Mai à Août, les besoins ont augmenté de 2,4 p. 100 en Avril-Mars de 5,0 p. 100 en Novembre et de 14,5 p. 100 en Septembre-Octobre.

Pour les apports énergétiques, le besoin d'entretien par kg de poids vif diminue quand la taille du sujet croît ; par contre, la quantité d'énergie brute relative doit augmenter lorsqu'on veut obtenir des vitesses de croissances plus élevées, donc des niveaux d'ingestion plus importants. Comme pour les autres espèces l'équilibre énergie-protéines est très important, mais nous manquons d'information à ce sujet.

## D - Les matières grasses.

AHLUWALIA et al. (1967), ont démontré l'existence d'une carence en acide gras essentiel. Avec un régime semi-purifié sans lipides ils obtiennent en 10 semaines les symptômes d'une carence en acide gras essentiel : diminution de la vitesse de croissance (31,17 g par jour) une augmentation très sensible de l'indice de consommation, un foie qui double de poids tandis que vésicule séminale et prostate voient le leur diminuer. Parallèlement, les lapins perdent leurs poils. De tels symptômes avaient déjà été signalés par différents auteurs utilisant de l'huile de coprah hydrogénée comme seule source de lipides pour des lapins en croissance. Des rations contenant 2 p. 100 d'une huile de maïs, de tournesol... empêchent l'apparition de ce phénomène, mais nous ne connaissons pas le niveau souhaitable d'acide gras essentiel.

Différents auteurs ont fait varier l'apport de matières grasses de la ration. PIETTE et SAUGIER (1968) constatent qu'un apport quotidien supplémentaire d'huile de coton (4 ml/kg de poids vif) et de cholestérol (1,25 g/kg de poids vif) entraîne simultanément une hyperlipémie et une augmentation du taux de leucocytes sanguins ; il y aurait donc une modification de l'activité de la moelle osseuse. Sur un plan plus général, PARAGI-BINI (1968), TELEKI et DARWISH (1969) ont fait varier l'apport lipidique de 3 à 9 p. 100. Ces derniers observent une amélioration de la digestibilité de la matière sèche, des protéines, de l'extractif non azoté, de la quantité de matières grasses retenues, tandis que les protéines sont retenues en quantité équivalente et que la digestibilité de la matière grasse, de la cellulose, de même que le quotient respiratoire, diminuent lorsqu'augmente la teneur en matières grasses. PARAGI-BINI enregistre une amélioration de l'indice de consommation, mais une baisse du niveau d'ingestion et de la vitesse de croissance. Il n'est pas impossible que la qualité de la graisse ajoutée (du suif) ait eu une influence néfaste sur l'appétibilité du produit, ce qui expliquerait cette baisse de consommation (— 34 p. 100 avec 6 p. 100 de suif).

THACKER (1956) a fait varier, avec des régimes semi-purifiés, l'apport lipidique de 5 à 25 p. 100 de la ration. Il n'enregistre pas de variation sensible de la digestibilité, contrairement à TELEKI et DARWISH (1969). A l'inverse de PARAGI-BINI il observe une augmentation du niveau d'ingestion et de la vitesse de croissance. Pour son expérience, il a utilisé des graisses d'origine végétale et non du suif. THACKER observe une amélioration de la vitesse de croissance entre 5 et 10 p. 100 de matières grasses, mais au-dessus de ce niveau de lipides tous les régimes donnent des résultats équivalents. Ainsi des lapereaux entre 5 et 15 semaines tolèrent un régime où les matières grasses représentent 1/4 de la matière sèche et valorisent ces lipides jusqu'au taux de 10 p. 100. Au-dessus de ce seuil, ils gaspillent l'énergie apportée.

Si la quantité de lipides apportée a une grande importance, la composition de ceux-ci a également un rôle actif, nous avons vu plus haut les conséquences de régimes lipido-prive ou sans acide gras essentiel. Certains auteurs se sont penchés sur l'influence de la composition des graisses du régime, sur celle des graisses de dépôt. À notre connaissance, aucun ne s'est encore penché sur l'action des lipides alimentaires, sur ceux du lait de lapine.

Le lapin incorpore les acides linoléique et octadécadiénoïque directement dans les graisses de dépôt (SHORLAND, 1953). Ceci est en accord avec les travaux de MOORE et WILLIAMS (1968) où les graisses de dépôt reflètent d'une manière assez fidèle la composition des graisses alimentaires (huile de maïs, beurre, huile de coprah hydrogénée, matières grasses du lait, à 20 p. 100 du régime). Ce résultat est, cependant, nuancé par des différences significatives systématiques entre les graisses sous-cutanées, péri-rénales ou hépatiques. FUTTER et SHORLAND (1957), sur des lapins de garenne, ont déterminé que 30 p. 100 des graisses du muscle ou du rein sont représentées par les phospholipides, les glycérides

formant la majorité de la fraction restante. La composition en acides gras de ces lipides est proche de celle des graisses du foie. Si des acides gras alimentaires sont directement incorporés dans les graisses de dépôt, les acides gras volatils formés au cours de la digestion (COOLS et JENIAUX, 1961) se retrouvent également dans les acides à chaîne longue des graisses de dépôt (GARTON, 1960).

Le lapin est donc un animal qui tolère de fortes proportions de graisses dans son alimentation, mais il ne semble pas en tirer profit au-dessus de 10 p. 100. Cette limite est probablement une conséquence d'un déséquilibre entre les apports énergétique et protéique. Les acides gras alimentaires peuvent se retrouver sans transformation dans les graisses de dépôt, bien qu'il existe une flore active produisant des A.G.V. qui viennent participer à l'élaboration des graisses de dépôt. La carence en acides gras essentiels existe, mais son apparition semble rester du domaine expérimental.

### E - La cellulose.

Très souvent, le lapin a été comparé aux bovins pour ses capacités de digestion de la cellulose. Dans tous les cas, il s'est avéré qu'il digère la cellulose beaucoup moins bien que ceux-ci (ELLIS et al., 1946). Le taux moyen de digestibilité de la cellulose des aliments grossiers (20 à 40 p. 100) se situe au niveau des 29 p. 100 observés pour la partie « post-rumen » du veau, par PUTNAM et DAVIS (1965) sur de la luzerne. Dans sa thèse, FURRER (1966) a étudié le rôle de chacun des constituants des parois cellulaires : cellulose, lignine, pentosane. Il montre le rôle néfaste de la présence de lignine et la possibilité d'une bonne digestion de la combinaison cellulose-pentosanes ou pentosanes seuls ; les coefficients de digestibilité sont de 71 p. 100 dans le premier cas pour la cellulose et de 87 p. 100 dans le deuxième cas pour les pentosanes. Dans une autre thèse de la même université de Zurich, LENZ (1967) a montré qu'une partie de la lignine subit une transformation en matières humiques. Il a même trouvé sur de la lignine du bois un coefficient de digestibilité moyen de 45 p. 100, mais il a utilisé une forme de lignine qui ne représente que 15 p. 100 de la totalité de la lignine présente dans le bois.

La « digestion » de la cellulose se déroule principalement dans le cæcum et se traduit par une production d'A.G.V. (COOLS et JENIAUX, 1961). L'apport énergétique ainsi réalisé a la même valeur métabolique que celui fourni par d'autres nutriments (AXELSON et ERIKSON, 1953). Cependant, ABGAROWICZ (1948) a démontré l'existence du rôle de lest de la cellulose, différent de celui d'aliment énergétique. Ainsi, pour le lapin, comme pour les monogastriques, la cellulose doit surtout être considérée comme apport de lest en sachant que ce besoin est relativement élevé (10 à 20 p. 100 de la ration), mais que, suivant son origine, il constitue une source énergétique plus ou moins importante. Il convient également de signaler les travaux de GLOVER et DUTHIE (1958) qui ont montré une diminution de 25 points du coefficient de digestibilité, des protéines par exemple, entre des rations contenant de 0 à 40 p. 100 de cellulose.

### F - Les minéraux.

Si, pour les différents nutriments les informations sont rares, nous sommes actuellement un peu mieux renseignés sur le besoin minéral du lapin. Les travaux de CHAPIN et SMITH (1967 b), STERNKOPF (1963) BESANÇON et LEBAS (1969) ont démontré la grande tolérance du lapin vis-à-vis de l'apport phosphocalcique. Il accepte des régimes titrant jusqu'à 2,5 p. 100 et plus, de calcium dans la ration, tant pour la croissance que pour la reproduction ; un rapport calcium phosphore de 12 lui permet une croissance et une reproduction normale. Une ration riche

en calcium peut cependant créer une carence en zinc (GRAHAM et TELLE, 1967). CHAPIN et SMITH (1967 a) ont chiffré le besoin en calcium pour le lapin en croissance : moins de 0,07 p. 100 donnent une carence, 0,22 p. 100 de la ration la meilleure croissance et la meilleure efficacité alimentaire. Si l'ossification est prise comme référence, le besoin est un peu plus élevé : 0,35 à 0,40 p. 100 de la ration. Il convient de signaler, cependant, que BHATTACHARYA et WARNER (1968) ont observé une amélioration de la vitesse de croissance et de l'indice de consommation entre des régimes comportant 1,1 et 2,3 p. 100 de calcium. L'apport supplémentaire était réalisé grâce à 2 p. 100 de chaux ajoutés à la ration de base ; les auteurs attribuent cette meilleure performance, non à une action propre du calcium, mais à un effet stimulant des agents alcalins sur l'appétit des animaux (+ 30 p. 100) lié à une augmentation du pH au niveau caecal (6,50 contre 6,31). Les travaux de BESANÇON et LEBAS (1969) ont montré qu'à ce niveau d'ingestion il y a un gaspillage important de calcium et une élimination par voie urinaire.

Pour l'apport phosphorique, MATHIEU et SMITH, 1961, considèrent qu'un taux de 0,22 p. 100 de phosphore par rapport à la matière sèche de la ration permet la maximisation de la croissance et l'ossification des lapereaux en engraissement.

VOLKOV et LIPATOVA (1956) ont testé un type de régime sur des lapines au repos ou en reproduction. Leur aliment, qui permet des bilans phospho-calciques positifs au repos, ne donne qu'un bilan négatif pour le calcium, mais toujours positif pour le phosphore lorsque les femelles sont gestantes ou allaitantes.

En l'absence d'expérimentation sur le besoin calcique des lapines allaitantes, une évaluation des quantités exportées permet de donner la limite minimum de l'apport. D'après ABDERHALDEN (1898-99), les cendres du lait de lapines ont une teneur en calcium d'environ 30 p. 100. Une lapine exportant en moyenne 5,4 g de cendres par jour (LEBAS, 1966 et 1968 ; COWIE, 1969), l'élimination quotidienne de calcium dans le lait est donc d'environ 1,6 g. L'utilisation d'un régime à base de luzerne, comportant 0,12 p. 100 de phosphore comparée à celle d'une autre titrant à 0,26 p. 100 de phosphore, se traduit dans une étude sur 4 générations de HEINEMANN et al. (1957) par une plus faible productivité des lapines et par une croissance et une ossification retardées chez les jeunes. Donc, tant pour la croissance que pour la reproduction, le taux de 0,26 p. 100 de phosphore semble satisfaisant.

Pour le potassium, HOVE et HERNDON (1955) ont décelé les symptômes de carence en-dessous de 0,3 p. 100 de potassium dans la ration. Un apport de 0,8 p. 100 par rapport à la matière sèche évite l'apparition de ces phénomènes et autorise une croissance normale.

Pour le fer, le problème se pose classiquement pour les animaux allaités. Les travaux de BOTHWELL et al. (1958), DAVIES et al. (1959) ont montré le transport actif du fer maternel vers le fœtus et le stockage dans le foie. TARVYDAS et al. (1968), dans une étude sur la lapine allaitante ont enregistré une excrétion de 150 à 300 µg de fer dans le lait chaque jour. D'après leur étude, les lapereaux absorberaient en totalité le fer présent dans le lait, mais le besoin n'a pas encore été chiffré. Au cours de la mise au point d'aliments pour lapin « germ-free », REDDY et al. (1965) ont montré que la flore intestinale joue un rôle relativement important dans l'absorption du fer animal puisque les lapins « germ-free » utilisent le fer d'origine naturelle (soja) mieux que celui fourni par du chlorure ou du sulfate de fer. A la lumière de cette expérience, il convient peut-être de se poser la question de la forme de l'apport du fer et peut-être même des autres minéraux. D'autre part, MATRONE et al. (1959) en administrant de fortes quantités de manganèse ont provoqué une action dépressive sur la formation de l'hémoglobine à partir de 50 à 150 ppm de Mn dans la ration. Cet effet nocif peut être contrecarré grâce à un apport plus élevé en fer (400 ppm), ce qui démontre les interrelations entre les apports minéraux.

Alimentés durant 3 générations avec des plantes carencées en manganèse,

des lapins ne présentent, eux, aucun symptôme d'une éventuelle déficience en cet élément (ROTH, 1960), si bien que des apports de manganèse ne se justifient pas en alimentation classique d'origine végétale et surtout pas à des taux très élevés comme ceux employés par MATRONE et al. (1959).

Une expérience analogue a été menée par SIMNETT et SPRAY (1965) avec des plantes (avoine, foin) cultivées sur un sol déficient en cobalt. Ces aliments avaient une teneur de 0,01 à 0,03  $\mu\text{g}$  de Co par g ; les lapins ont présenté des teneurs plus faibles en vitamine  $\text{B}_{12}$  (sérum, foie, reins) que les témoins, mais pas de symptômes typiques de carence alors que des moutons nourris avec les mêmes produits ont été carencés d'une manière aiguë. Ainsi, le lapin, ou plus exactement sa flore digestive, aurait un besoin en cobalt plus faible que celle du mouton, à moins que le lapin n'ait un besoin plus faible en vitamine  $\text{B}_{12}$ .

Les travaux de BECK (1963), HUNT et CARLSON (1965), ont permis de mesurer le besoin minimum en cuivre chez le jeune en croissance, un apport inférieur à 3 ppm de Cu dans la ration entraîne des lésions cardiovasculaires, de l'anémie. Toutefois, si l'apport de vitamine C est très important (1 p. 100), les symptômes de carence apparaissent même avec 3 ppm.

Sur des lapins en croissance, GRAHAM et TELLE (1967) ont comparé deux régimes ayant un taux de 25 ou 50 ppm de zinc. Le premier donne en 5 semaines une croissance inférieure de 40 p. 100 et les premiers symptômes de carence dès le 5<sup>e</sup> jour de distribution. Ces auteurs ont remarqué que si l'on distribue à des animaux carencés, du zinc par voie orale, la rétention de celui-ci est bien meilleure que celle observée chez les témoins. Ces auteurs posent, pour une étude expérimental, le problème du rôle de l'ordre de succession des régimes et de leurs interférences possibles, à propos de la carence en zinc. Pour le magnésium, KUNKEL et PEARSON (1948) ont estimé le besoin des lapereaux en croissance à 30-40 mg pour 100 g de ration. En 1962, AIKAWA et al. ont déterminé avec précision les symptômes de la carence en magnésium : perte de poids, chute de la teneur en Mg uniquement dans les poumons et les os ; elle apparaît avec des régimes à 20 mg de Mg/100 g.

Deux autres minéraux, apportés en grande quantité, se révèlent nocifs : le molybdène et l'iode. D'après ARRINGTON et DAVIS (1952) une quantité de molybdène supérieure ou égale à 0,1 p. 100 de la ration entraîne des troubles nombreux par intervention sur le métabolisme du phosphore et du manganèse ; un apport supplémentaire de cuivre évite l'apparition des troubles. Il s'agit donc de considérer le couple molybdène-cuivre et non chaque élément séparément. Selon WESTRA (1933) un apport de 0,1 g d'iodure de potassium par voie orale chaque jour, provoque la mort de lapins adultes, tandis que des jeunes tolèrent jusqu'à 1,4 g. ARRINGTON et al. (1965) ont provoqué une forte mortalité par un apport de 250 à 1.000 ppm d'iode, le phénomène ne semblant pas affecter l'état physique des femelles, ni leur avenir. Un excès d'iode est donc toxique pour les fœtus avant d'atteindre leur mère.

Pour terminer ce chapitre sur les minéraux, nous avons réuni dans le *tableau III* l'ensemble des données chiffrées sur les apports de minéraux.

Avant de clore définitivement ce chapitre sur les minéraux, il convient de citer les travaux de WOOLEY et MICKELSEN (1954) qui rappellent que le besoin en minéraux du lapin est lié aux différentes combinaisons de ces derniers, mais également des autres éléments de la ration.

**TABEAU III.**  
**APPORTS MINÉRAUX POUR LE LAPIN EN ppm DE LA RATION.**

MINÉRAUX (en ppm)	CARENCE	GUÉRISON de CARENCE	OPTIMUM	TOXICITÉ	STADE
Calcium .....	700 —		3.000 —	50.000 25.000	Croissance Reproduction
Phosphore ...	1.200 1.200	2.600 2.600	2.200 —	— —	Croissance Reproduction
Potassium ....	3.000	6.000	—	—	Croissance
Magnésium ...	200	400	—	—	Croissance
Manganèse ..	—	—	—	50	Croissance
Iode .....	— — —	— — —	— — —	10.000 700 250	Croissance Adulte entretien gestation
Molybdène ..	—	—	—	1.000	Croissance
Cobalt .....	0,2	1	—	—	Croissance
Cuivre .....	2	3	—	—	Croissance
Zinc .....	25	50	—	—	Croissance

### G - Les vitamines.

Nous ne nous attarderons pas dans ce chapitre aux nombreuses descriptions des symptômes de carences vitaminiques, pour n'envisager que le niveau du besoin quand celui-ci a été chiffré.

Pour les vitamines hydrosolubles, le lapin adulte synthétise, grâce à sa flore, ce qui lui est nécessaire. OLCESE et al. (1948) l'ont démontré pour l'acide panto-thénique, la riboflavine, la biotine et l'acide folique, KULWICH et al. (1953) pour l'acide nicotinique et la vitamine B<sub>12</sub>, HOVE et HERNDON (1957 b) pour la vitamine B<sub>6</sub>, HARRIS et al. (1956) pour la vitamine C.

Cependant, dans le cas de sujets en croissance, il existe un besoin spécifique en thiamine (REID et al., 1963) en acide nicotinique (WOOLEY et SEBRELL, 1945) et en pyridoxine (HOVE et HERNDON, 1957 b). Pour l'acide nicotinique, l'apport de 10 mg par kg de poids vif chaque jour permet la meilleure croissance. Pour les 2 autres vitamines B, le besoin optimum n'a pas été chiffré, mais les travaux précités permettent d'affirmer qu'un apport de 0,1 mg de thiamine et autant en pyridoxine pour 100 g de ration, permet d'éviter les phénomènes de carence.

Pour l'acide nicotinique, le lapin manifeste une très bonne tolérance aux apports massifs puisque, d'après RANDOIN et CAUSERET (1950), il ne manifeste

### B - Lapines en reproduction.

La possibilité de saillies fécondes au cours de l'allaitement et même dès la mise bas (PRUD'HON et BEL, 1968 ; HARNED et CASIDA, 1969) supprime de plus en plus la séparation classique entre gestation et allaitement. Pour les femelles gestantes et allaitantes les besoins de lactation priment sur ceux de gestation (ADAMS, 1967), il convient donc, durant cette phase, d'apporter les nutriments en quantité suffisante pour éviter les accidents enregistrés par SMIDT et al. (1968).

L'élevage actuellement pratiqué par certains (BRANDSCH, 1968) des lapines en colonie pose théoriquement le problème de l'adaptation du régime à la gestation ou à l'allaitement, mais en pratique nous retombons dans le cas précédent de la juxtaposition des deux phases, car les lapines sont fécondées dans les quelques jours qui suivent la mise-bas.

Ces tendances nouvelles de l'élevage posent un problème alimentaire différent de la classique séparation des stades de reproduction avec un éventuel repos en fin de cycle. Il convient d'apporter à chaque instant ce qui est nécessaire à la production puisque la lapine n'a pas la possibilité de reconstituer des réserves éventuellement entamées par une alimentation momentanément inadaptée. Ces données théoriques se heurtent à une méconnaissance quasi totale des besoins des lapines gestantes-allaitantes. En première approximation et compte tenu des observations de ADAMS (1967) nous considérerons les apports nécessaires comme égaux à ceux de lactation seule. Même en se limitant ainsi, nos connaissances sont réduites. Le NRC (1966) base ses recommandations beaucoup plus sur des observations que sur des expérimentations. Sa recommandation d'un taux de protéines brutes de 17 p. 100 correspond à des performances moyennes, tandis qu'un taux de 23 p. 100 de protéines nous a permis (LEBAS, 1968 et 1969) d'obtenir de fortes productions laitières et un accroissement régulier de celles-ci avec l'effectif de la portée. Le même taux (22,7 p. 100) permet à PRUD'HON et BEL (1968) de maintenir la production de lapines gestantes - allaitantes. En réalité, aucune expérimentation n'ayant cherché à déterminer le besoin de la lapine allaitante, nous ne pouvons connaître le taux optimum, nous nous contenterons donc de donner quelques rations extrêmes réellement utilisées (tableau IV).

TABLEAU IV.

COMPOSITION CHIMIQUE DE RATIONS " EXTRÊMES " UTILISÉES POUR LA REPRODUCTION DU LAPIN.

COMPOSANTS (p. 100)	HEINEMAN et al. 1957	PRUD'HON et BEL 1968	LEBAS 1968
Protéines brutes .....	11,8	22,7	23,1
Ext. non azoté .....	43,9	50,1	45,5
Cellulose brute .....	28,0	14,0	10,6
Matières grasses .....	1,2	3,6	2,2
Cendres .....	9,1	9,6	9,3

Toutes les lapines n'étant pas soumises au rythme intensif de reproduction, le problème de l'alimentation des lapines simplement gestantes reste posé. Le niveau global d'alimentation a une influence très nette sur les performances de reproduction. Un niveau élevé (animaux alimentés *ad libitum*) ou trop faible (légèrement en dessous de l'entretien) se traduisent par une diminution de la

fécondité et de la fertilité des lapines par rapport à des témoins rationnés à un taux un peu supérieur à l'entretien (HAMMOND, 1965 ; HAFEZ et al. 1967 b) ; mais, 7 jours plus tard, les lapereaux ont comblé leur retard. Si l'incidence du rationnement global est envisagée nous manquons, par contre, totalement de renseignements sur les besoins spécifiques de gestation.

### C - Lapins en croissance.

La majorité des études alimentaires ayant été menées sur des jeunes en croissance, nous sommes beaucoup mieux renseignés sur les besoins pour une croissance maximum ainsi que des limites entre lesquelles peut varier l'apport alimentaire. Nous avons résumé au tableau V l'ensemble des données pour la croissance.

TABLEAU V.  
BESOINS ALIMENTAIRES DU LAPIN EN CROISSANCE.

NUTRIMENTS	UNITES	CARENCE	MINIMUM	OPTIMUM	MAXIMUM (1)
Protéines	p. 100 M.S.	—	8	14	40
- Arginine	p. 100 protéin.	—	—	5	—
- Lysine	p. 100 M.S.	0,05	0,5	—	—
- Méthionine	p. 100 M.S.	—	0,6	—	—
Matières grasses	p. 100 M.S.	—	—	10	25
Cellulose	p. 100 M.S.	—	0	15	40
Minéraux	voir le tableau III				
Vitamine A	UI Jour	—	500	—	—
" B <sub>1</sub>	ppm	—	1	—	—
" B <sub>6</sub>	ppm	—	1	—	—
Niacine	mg / Kg P. vif / j	—	—	10	2.000
Vitamine C	mg / j	—	0	—	1.000
Vitamine E	ppm	—	—	50	—
Choline	p. 100 M.S.	—	—	0.12	—

(1) - Niveau expérimenté sans phénomène de toxicité.

Ce tableau comporte encore de nombreuses lacunes mais permet cependant de situer le besoin du lapereau en croissance. Il n'y est pas fait mention des variations avec l'âge envisagées par le NRC (1966) bien que celles-ci soient très probables. Le besoin différencié selon le sexe n'a également pas encore été étudié, tandis que les différences raciales ont été tout juste abordées par ROUVIER (1968).

### IV. — CONCLUSION GÉNÉRALE.

Cette étude bibliographique, qui se veut complémentaire de celles de AITKEN et WILSON (1962) et de BRAEUNLICH et CHEMILLIER (1966) nous a permis de réunir les données nouvelles concernant la physiologie digestive et les besoins alimentaires. Il a été ainsi possible de commencer à démontrer les mécanismes de la

coprophagie et de nous sensibiliser au rôle des microorganismes dans le cæcum, mais également dans l'estomac. Ceux-ci offrent des possibilités alimentaires nouvelles par l'utilisation d'une source d'azote non protéique comme l'urée. Par le biais de la coprophagie, ils valorisent l'azote non digéré en le transformant en azote bactérien à haute valeur biologique.

Sur le plan des besoins alimentaires, les progrès sont relativement lents, car il s'agit de construire l'édifice de connaissances dans tous les domaines simultanément. Les particularités digestives de l'animal interdisent d'extrapoler les normes établies pour les monogastriques ou les ruminants aux lapins. Ainsi l'utilisation dans la pratique de rations végétales relativement simples fait dire que, comme un ruminant, le lapin serait insensible à la qualité des protéines, or récemment, un besoin spécifique en arginine a été chiffré comme pour le porc ou le rat. Pour terminer cet article, il nous reste donc à espérer que des travaux nombreux rendront nécessaire, par l'avancement des connaissances, la rédaction d'une nouvelle revue bibliographique dans les années prochaines.

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

- 1 ABDERHALDEN (E.). — Relations entre la teneur en cendres des jeunes à la mamelle et les cendres du lait (All). *Z. Physiol. Chem.*, 1898-1899, 26, 489.
- 2 ABGAROWICZ (F.). — Untersuchungen über den Einfluss des Ballastes in der Nahrung des Kaninchens. *Thèse Univer.*, Zürich, 1948, 70 p.
- 3 ADAMS (C.E.). — Concurrent lactation and pregnancy in the rabbit. *J. Reprod. Fertil.*, 1967, 14, 351-352.
- 4 AITKEN (F.C.) et WILSON (W.K.). — Rabbit feeding for meat and fur. *C.A.B. éd.* Londres, 1962, 66 p.
- 5 AHLUWALIA (B.), PINCUS (G.) et HOLMAN (R.T.). — Essential fatty acid deficiency and its effects upon reproductive organs of male rabbit. *J. Nutr.*, 1967, 92, 209-214.
- 6 AIKAWA (J.K.), READON (J.Z.) et HARMS (D.R.). — Effect of magnesium deficient diet on magnesium metabolism in rabbits : a study with  $Mg^{45}$ . *J. Nutr.*, 1962, 76, 90-93.
- 7 ALEXENDER (F.) et CHOWDURY (A.K.). — Digestion in the rabbits' stomach. *Brit. J. Nut.*, 1958, 12, 65-73.
- 8 ARRINGTON (L.R.) et DAVIS (G.K.). — Molybdenum toxicity in the rabbit. *J. Anim. Sci.*, 1962, 11, 756.
- 9 ARRINGTON (L.R.), TAYLOR (R.N.), AMMERMAN (C.B.) et SHIRLEY (R.L.). — Effects of excess dietary iodine upon rabbits, hamster rats and swine. *J. Nutr.*, 1965, 87, 394-398.
- 10 AXELSON (J.) et ERIKSON (S.). — Energie requirement for maintenance of domestic animals. *Kungl. Lantbrukshögskolans Annaler*, 1953, 20, 51-70.
- 11 BATTAGLINI (M.B.). — Importanza della coprofagia nel coniglio domestico, in rapporto alla utilizzazione di alcuni principi nutritivi. *Riv. Zootec. Agric. Vet.*, 1963, 6, 21-37.
- 12 BEAUVILLE (M.) et RAYNAUD (P.). — Action de la cæcotrophie sur le rythme nyctéméral de l'activité peptique du contenu gastrique du lapin. *J. Physiol., Paris*, 1964 a, 56, 849-852.
- 13 BEAUVILLE (M.) et RAYNAUD (P.). — Existence d'une sécrétion gastrique continue chez le lapin. *J. Physiol., Paris*, 1964 b, 56, 287-288.

- 14 BECK (A.B.). — The copper metabolism of warm-blood animal with special reference to the rabbit and the sheep. *Aust. J. Agric. Res.*, 1963, 14, 129.
- 15 BESANÇON (P.) et LEBAS (F.). — Utilisation digestive réelle et rétention du calcium par le lapin en croissance recevant un régime riche en calcium et en phosphore. *Ann. Zootech.*, 1969, 18, (4) 437-442.
- 16 BHATTACHARYA (A.N.) et WARNER (R.G.). — Voluntary feed intake of pelleted diets for cattle, sheep and rabbits as affected by different alkali supplements. *J. Anim. Sci.*, 1968, 27, 1418-1425.
- 17 BONNAFOUS (R.) et RAYNAUD (P.). — Recherches sur le rythme nyctéméral de l'excrétion de l'azote fécale chez le lapin domestique (*Oryctolagus cuniculi*). Influence des surrénales. *Comp. Biochem. Physiol.*, 1963, 8, 321.
- 18 BONNAFOUS (R.) et RAYNAUD (P.). — Recherches sur la sécrétion du mucus par un segment de côlon isolé chez le lapin domestique. *Arch. Sci. Physiol.*, 1966, 20, 177-182.
- 19 BONNAFOUS (R.) et RAYNAUD (P.). — Recherches sur le rôle du côlon dans la dualité d'excrétion fécale du lapin. *Arch. Sci. Physiol.*, 1967, 21, 261-270.
- 20 BONNAFOUS (R.) et RAYNAUD (P.). — Mise en évidence d'une activité lysante du côlon proximal sur les microorganismes du tube digestif du lapin. *Arch. Sci. Physiol.*, 1968, 22, 57-64.
- 21 BORGMAN (R.F.). — The effects of feeding rabbits a vitamin E - low diet containing oleic acid. *Am. J. Vet. Res.*, 1966, 27, 809-814.
- 22 BOTHWELL (T.H.), PRIBILLA (W.F.), MEBUST (W.) et FINCH (C.A.). — Iron metabolism in the pregnant rabbit. Iron transport across the placenta. *Am. J. Physiol.*, 1958, 193, 615-622.
- 23 BRAEUNLICH (K.) et CHEMILLIER (J.). — L'alimentation du lapin. Première partie : l'étude des besoins. Hoffmann - La Roche et Cie, éd. Paris, 1966, 78 p.
- 24 BRANDSCH (H.). — Probleme der qualitätsgerechten Production von Kaninchenfleisch. *Tierzucht*, 1968, 22, 222-223.
- 25 CANAS-RODRIGUEZ (A.) et SMITH (H.W.). — The identification of the antimicrobial factors of the stomach content of suckling rabbits. *Biochem. J.*, 1966, 100, 79-82.
- 26 CHAPIN (R.E.) et SMITH (S.E.). — Calcium requirement of growing rabbit. *J. Anim. Sci.*, 1967 a, 26, 83-71.
- 27 CHAPIN (R.E.) et SMITH (S.E.). — Calcium tolerance of growing and reproducing rabbits. *J. Anim. Sci.*, 1967 b, 26, 905.
- 28 CHEVREL (M.L.) et CORMIER (M.). — Effet de la carence en vitamine E sur le système génital mâle du lapin. *C.R. Acad. Sci.*, 1948, 226, 2013.
- 29 CIZEK (L.J.). — Relationship between food and water ingestion in the rabbit. *Am. J. Physiol.*, 1961 c, 201, 557-566.
- 30 CIZEK (L.J.). — Total water content of laboratory animals with special reference to volume of fluid within the lumen of the gastrointestinal tract. *Am. J. Physiol.*, 1954, 179, 104-110.
- 31 CIZEK (L.J.), NOCENTI (M.R.) et OPARIL (S.). — Sex difference in fluid exchange during food deprivation in the rabbit. *Endocrin.*, 1966, 78, 291-296.
- 32 COOLS (A.) et JENIAUX (Ch.). — Fermentation de la cellulose et absorption des acides gras volatils au niveau du cæcum du lapin. *Arch. Int. Physiol. Bioch.*, 1961, 69, 1-3.
- 33 COWIE (A.T.). — Variation of yield and composition of the milk during lactation in the rabbit and the galactopoietic effect of prolactin. *J. Endocrin.*, 1969, 44, 437-450.

- 34 DAVIES (J.), BROWN (E.B.Jr), STEWART (D.), TERRY (C.W.) et SISSON (J.). — Transfer of radioactive iron via the placenta and accessory fetal membranes in the Rabbit. *Am. J. Physiol.*, 1959, 197, 87.
- 35 DIEHL (J.F.). — Effect of vitamin E deficiency on uptake of aminoacid and incorporation in isolated rabbit diaphragm. *Nature*, 1966, 209, 75-76.
- 36 EDEN (A.). — Coprophagy in the rabbit. *Nature*, 1940, 145, 36 et 628.
- 37 ELLIS (G.H.), MATRONE (G.) et MAYNARD (L.A.). — A 72 p. 100 SO<sub>2</sub> H<sub>2</sub> method for the determination of lignine and its use in animal nutrition studies. *J. Anim. Sci.*, 1946, 5, 285-297.
- 38 FITCH (C.D.) et DIEHL (J.F.). — Metabolism of 1-alfa tocopherol by the vitamin E - deficient rabbit. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 1965, 119, 553-557.
- 39 FRESDFORF (E.). — Vitamin D Mangel bei einem Kaninchen und einer Zeige. *Deutsch. Tierärztl. Wochenschr.*, 1947, 54, 121.
- 40 FURRER (O.J.). — Über die stoffliche und energetische Wirkung einiger Rohfaserkomponenten beim Kaninchen. *Thèse Université Zürich*, 1966, 77 p.
- 41 FUTTER (J.H.) et SHORLAND (F.B.). — Studies on the composition of lipids of the rabbit. *Biochem. J.*, 1957, 65, 689-693.
- 42 GARTON (G.A.). — Lipid metabolism in herbivorous animals. *Nutr. Abs. Rev.*, 1960, 30, 1-16.
- 43 GLOVER (J.) et DUTHIE (D.W.). — The apparent digestibility of crude protein by non ruminants and ruminants. *J. Agric. Sci.*, 1958, 51, 289.
- 44 GRAHAM (E.R.) et TELLE (P.). — Zinc retention in rabbits: effect of previous diet. *Sci.*, 1967, 155, 691-692.
- 45 GRIFFITHS (M.) et DAVIES (D.). — The role of the soft pellets in the production of lactic acid in the rabbit stomach. *J. Nut.*, 1963, 80, 171-180.
- 46 HAFEZ (E.S.E.), COLLNICK (P.D.) et MOUSTAFA (L.A.). — Effect of maternal feed intake on body composition of neonatal rabbits before and after witholding of feed. *Am. J. Vet. Res.*, 1967 a, 28, 1837-1841.
- 47 HAFEZ (E.S.E.), LINDSAY (D.R.) et MOUSTAFA (L.A.). — Effect of feed intake of pregnant rabbits on nutritional reserves of neonates. *Am. J. Vet. Res.*, 1967 b, 28, 1153-1159.
- 48 HAMMOND (J.). — The effect of high and low planes of nutrition on reproduction in rabbits. *N.Z.J. Agri. Res.*, 1965, 8, 708-717.
- 49 HARE. — Coprophagy in the rabbit. *Vet. Record*, 1940, 523, 39 et 406.
- 50 HARRIS (L.J.), CONSTABLE (B.J.), HOWARD (A.N.) et LEADER (A.). — Vitamin C economy of rabbits. *Brit. J. Nutrition*, 1956, 10, 373.
- 61 HARNED (M.A.) et CASIDA (L.E.). — Some post partum reproductive phenomena in the domestic rabbit. *J. Anim. Sci.*, 1969, 28, 785-788.
- 52 HAYWARD (J.S.). — The ability of the wild rabbit to survive conditions of water restriction. *C.S.I.R.O. Wildlif. Res.*, 1961, 6, 160-175.
- 53 HEINEMANN (W.W.), ENSMINGER (M.E.), HAM (W.E.) et OLDFIELD (J.E.). — The effect of phosphate fertilisation on alfalfa on growth reproduction and body composition of domestic rabbit. *J. Anim. Sci.*, 1957, 16, 467-475.
- 54 HERNDON (J.F.) et HOVE (E.L.). — Surgical removal of the cœcum and its effect on digestion and growth in rabbits. *J. Nut.*, 1955, 57, 261-270.
- 55 HOUP (T.R.). — Urea utilisation by rabbit fed a low-protein ration. *Ann. J. Physiol.*, 1963, 205, 1144-1150.
- 56 HOVE (E.L.) et COPELAND (D.H.). — Progressive muscular dystrophy in rabbits as a result of chronic choline deficiency. *J. Nut.*, 1954, 53, 391.

- 54 HOVE (E.L.), COPELAND (D.H.), SALMON (W.D.). — Choline deficiency in the rabbit. *J. Nutr.*, 1954, 53, 377.
- 55 HOVE (E.L.) et HERNDON (J.F.). — Potassium deficiency in the rabbit as a cause of muscular dystrophy. *J. Nutr.*, 1955, 55, 363.
- 59 HOVE (E.L.), COPELAND (D.H.), HERNDON (J.F.) et SALMON (W.D.). — Further studies on choline deficiency and muscular dystrophy in rabbits. *J. Nutr.*, 1957, 63, 289-299.
- 60 HOVE (E.L.) et HERNDON (J.F.). — Growth of rabbits on purified diets. *J. Nutr.*, 1957 a, 63, 193-199.
- 61 HOVE (E.L.) et HERNDON (J.F.). — Vitamin B<sub>6</sub> deficiency in rabbits. *J. of Nutrition*, 1957 b, 61, 127.
- 62 HUNT (C.E.) et CARLSON (W.W.). — Cardiovascular lesions associated with experimental copper deficiency in the rabbit. *J. Nutr.*, 1965, 87, 385-393.
- 63 JARL (F.). — *Husdjursforsökst. Medd.*, 1948, 29, 1 (cité par BRAEUNLICH (K.) et CHEMILLIER (J.), 1966).
- 64 KELLOGG (C.E.), TEMPLETON (G.S.) et SUTOR (A.). — Feed required to produce 8-pound rabbits after weaning and conditions affecting their carcass grades and cuts. *U.S. Dept. of Agric. Circular N° 819*, April 1949.
- 65 KULWICH (R.), STRUGLIA (L.) et PEARSON (P.B.). — The effect of coprophagy on the excretion of B vitamins by the rabbit. *J. of Nutrition*, 1953, 49, 639.
- 66 KUNKEL (H.O.) et PEARSON (P.B.). — Magnesium in the nutrition of the rabbit. *J. Nutr.*, 1948, 36, 657-666.
- 67 LAMMING (G.E.), SALISBURY (G.W.), HAYS (R.L.) et KENDALL (K.A.). — The effect of incipient vitamin A deficiency on reproduction in the rabbit: I Decidua, Ova and fertilisation. *J. Nutr.*, 1954 a, 52, 217-225.
- 68 LAMMING (G.E.), SALISBURY (G.W.), HAYS (R.L.) et KENDALL (K.A.). — The effect of incipient vitamin A deficiency on reproduction in the rabbit: II Embryonic and fetal development. *J. Nutr.*, 1954 b, 52, 227-239.
- 69 LE BARS (H.) et DEMAUX (G.). — Quelques problèmes posés par la coprophagie physiologique du lapin, place de l'acide lactique dans la nutrition. *Proceedings of the 7th International Congress of Nutrition - Hamburg 5/1. Physiology and Biochemistry of Food Components*, 1966, p. 130.
- 70 LEBAS (F.). — Evolution de la composition du lait de lapine, 1966. (Données non publiées).
- 71 LEBAS (F.). — Mesure quantitative de la production laitière chez la lapine. *Ann. Zootech.*, 1968, 17, 169-182.
- 72 LEBAS (F.). — Alimentation lactée et croissance pondérale du lapin avant sevrage. *Ann. Zootech.*, 1969, 18, 197-208.
- 73 LEE (R.L.). — Size and basal metabolism of adult rabbit. *J. Nutr.*, 1939, 18, 489-500.
- 74 LENZ (F.J.). — Über das Verhalten von Lignin in Verdauungstrakt des Kaninchens. *Thèse Université Zurich*, 1967, 50 p.
- 75 Mc WARD (G.W.), NICHOLSON (L.B.) et POULTON (B.R.). — Arginine requirement of the young rabbit. *J. Nutr.*, 1967, 92, 118-120.
- 76 MARTY (J.) et RAYNAUD (P.). — Recherches sur le rôle de la paroi caecale du lapin dans le métabolisme des acides aminés. *Arch. Sci. Physiol.*, 1963, 17, 413.
- 77 MARTY (J.) et CARLES (J.). — Les acides aminés dans le caecum de lapin. *C.R. Acad. Sci.*, 1968, 267, sér. D, 638-641.
- 78 MATHIEU (L.G.) et SMITH (S.E.). — Phosphorus requirement of growing rabbits. *J. Anim. Sci.*, 1961, 20, 510-513.

- 79 MATRONE (G.), HARTMAN (R.H.) et CLAWSON (A.J.). — Studies of manganese iron antagonism in the nutrition of rabbits and baby pig. *J. Nutr.*, 1959, **67**, 309-317.
- 80 MEUNIER (P.), VINET (A.) et JOUANNETEAU (J.). — Sur les actions antagonistes de la vitamine E et des huiles de foie de poisson sur la croissance du lapin. *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 1947, **29**, 507-513.
- 81 MICHELAT (J.). — Notes sur l'anatomie du lapin. IV - Le pancréas. *Rec. Méd. Vét. Ecole d'Alfort*, 1967, **143**, 1281-1287.
- 82 MOORE (J.H.) et WILLIAMS (D.L.). — The effect of diet on the composition and positional distribution of the fatty acids in the triglycerides obtained from the adipose tissues of rabbits. *Br. J. Nutr.*, 1968, **22**, 473-482.
- 83 MOORE (R.A.), BITTENCER (L.), MILLER (M.L.) et HELLEMAN (L.M.). — Abortion in rabbits feed a vitamin K deficient diet. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 1942, **43**, 1007.
- 84 MOROT. — Mémoire relatif aux pelotes stomacales des léporides. *Rec. Méd. Vét.*, 1882, **59**, 635-646.
- 85 MYERS (K.). — Coprophagy in the European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) in Australia. *J. Aust. Zool.*, 1955, **3**, 336-345.
- 86 NEHRING (K.), HOFFMANN (L.) et SCHIEMANN (R.). — Die Verwertung der Futterenergie in Abhängigkeit von Ernährungsniveau. I. Mitteilung : Versuche mit Kaninchen und Ratten. *Arch. Tierernäh.*, 1959, **9**, 85-139.
- 87 OLCESE (O.), PEARSON (P.B.) et SCHWEIGERT (B.S.). — The synthesis of certain B Vitamins by rabbit. *J. of Nutr.*, 1948, **35**, 577-590.
- 88 PARIGI-BINI (R.). — Diere ad alta energia per conigli da carne contributo sperimentale. *Riv. Zootec.*, 1968, **3**, 145-159.
- 89 PIEKARZ (R.). — Effet de la coprophagie sur le temps de transit digestif chez le lapin domestique (Pol). *Acta. Physiol. Polon.*, 1963, **14**, 359.
- 90 PIETTE (M.) et SAUGIER (J.). — Variations de la leucocytose sanguine provoquée chez le lapin par un régime hyperlipidique. *C.R. Soc. Biol.*, 1968, **162**, 331-333.
- 91 PIRIE (A.) et WOOD (C.). — Effect of vitamin A deficiency in the rabbit : 1. on vitamin C metabolism, 2. on power to use preformed vitamin A. *Biochem. J.*, 1946, **40**, 557-560.
- 92 PRADAL (G.) et TUSQUES (J.). — Mise en évidence au microscope électronique d'un cycle sécrétoire des cellules principales de l'estomac du lapin dans le cadre de la sécrétion continue. *J. Physiol.*, Paris, 1968, **60**, 291-292.
- 93 PROTO (V.). — Esperienze di coprofagia nel coniglio. *Prod. Anim.*, 1965, **4**, 1-21.
- 94 PRUD'HON (M.). — L'appétit du lapin alimenté à sec. *Bull. Tech. Inf.*, 1967, **219**, 1-16.
- 95 PRUD'HON (M.) et BEL (L.). — Le sevrage précoce des lapereaux et la reproduction des lapines. *Ann. Zootech.*, 1968, **17**, 23-30.
- 96 PUTNAM (P.A.) et DAVIS (R.E.). — Post ruminal fiber digestibility. *J. Anim. Sci.*, 1965, **24**, 826-829.
- 97 RANDOIN (L.) et CAUSERET (J.). — Flore microbienne intestinale et hypervitaminose PP chez le lapin. *C.R. Acad. Sci.*, 1950, **231**, 369.
- 98 REDDY (B.S.), PLEASANTS (J.R.), ZIMMERMAN (D.R.) et WOSTMANN (B.S.). — Iron and copper utilisation in rabbits as affected by diet and germ-free status. *J. Nutr.*, 1965, **87**, 189-196.
- 99 REID (J.M.), HOVE (E.L.), BRAUCHER (P.F.) et MICKELSEN (O.). — Thiamine deficiency in rabbits. *J. Nutr.*, 1963, **80**, 381-385.
- 100 ROTH (H.). — Über Manganmangelkrankheiten bei Pflanze und Tier. *Biochem. Ztech.*, 1960, **331**, 361.

- 401 ROUVIER (R.). — Variation des besoins d'entretien et de croissance chez des jeunes lapins (42-84 jours) de 2 races. *Journée d'étude de la Fédération Européenne de Zootechnie*, 1968, 17-22 Mai 1968, Dublin.
- 402 SALACROUP (J.) et RAYNAUD (P.). — Influence du jeûne sur la teneur en azote de la paroi du tractus digestif du lapin. *Arch. Sci. Physiol.*, 1965, 19, 19-28.
- 403 SHORLAND (F.B.). — Animal fats. Recent researches in the fats researchs laboratory D.S.I.R., New Zealand. *J. Sci. Food. Agric.*, 1953, 4, 497-503.
- 404 SHORT (R.E.), PETERS (J.B.) et CASIDA (L.E.). — Effect of two levels of feeding on ovarian activity embryo survival and ovarian compensatory hypertrophy in the rabbit. *J. Anim. Sci.*, 1968, 27, 701-703.
- 405 SIMNET (K.I.) et SPRAY (G.H.). — The effect of low cobalt diet in rabbits. *Br. J. Nutr.*, 1965, 19, 119-124.
- 406 SMIDT (D.), THOMSEN (J.J.) et HAFEZ (E.S.E.). — Untersuchungen zum Einfluss der Lactation auf Implantation und Fötalentwicklung beim Kaninchen. *Z. Tierzucht Zucht biol.*, 1968, 84, 115-126.
- 407 SMITH (H.W.). — The development of the flora of the alimentary tract in young animals. *J. Path. Bact.*, 1965, 90, 495-513.
- 408 SMITH (H.W.). — The antimicrobial activity of the stomach contents of suckling rabbits. *J. Path. Bact.*, 1966, 91, 1-9.
- 409 SMITH (S.E.), DONEFER (E.) et MATHIEU (L.G.). — Protein for growing fattening rabbits. *Fedd. Agr.*, 1960, 10, N° 7, 52-54.
- 410 SOUTHERN. — Coprophagy in the wild rabbit. *Nature (London)*, 1940, 145, 262.
- 411 SRIVASTAVA (U.), DEVI (A.) et SARKAR (N.K.). — Biochemical changes in progressive muscular dystrophy. III. Nucleic acid, phosphorus and creatine metabolism in the muscle liver and brain of rabbits maintained with a choline deficient diet. *J. Nutr.*, 1965, 86, 298-302.
- 412 STARY (H.C.), Mc MILLAN (G.C.) et WEIGENBERG (B.I.). — Wound healing in rabbits with a lysine deficiency. *Arch. Path.*, 1966, 82, 280.
- 413 STERNKOPF (G.). — Über Calcium-Phosphor Bilanzen an Kaninchen bei Fütterung mit Lucerne und Rotklee. *Arch. Tierernähr.*, 1963, 13, 247-253.
- 414 TARVYDAS (H.), JORDAN (S.M.) et MORGAN (E.H.). — Iron metabolism during lactation in the rabbit. *Br. J. Nutr.*, 1968, 22, 565-573.
- 415 TELEKI (M.) et DARWISH (A.M.). — The effect of dietary fat on energy and protein utilisation of rabbits. *Acta Agron. Hung.*, 1969, 18, 93-98.
- 416 THACKER (E.J.) et BRANDT (C.S.). — Coprophagy in the rabbit. *J. of Nutrition*, 1955, 55, 375.
- 417 THACKER (E.J.). — The dietary fat level in the nutrition of the rabbit. *J. Nutr.*, 1956, 58, 243-249.
- 418 USUI (K.). — Vitamin A deficiency and reproductive disorder in domestic animals (review) (Jap.). *Jap. J. Anim. Reprod.*, 1960, 6, 73-77.
- 419 VIALARD (V.) et RAYNAUD (P.). — Recherches sur l'utilisation de l'urée par les microorganismes de l'estomac du lapin. *C. R. Soc. Biol.*, 1968, 160, 2478-2483.
- 420 VIALARD (V.) et RAYNAUD (P.). — Présence d'un agent bactériolytique dans le contenu de l'estomac du lapin. *J. Physiol. (Paris)*, 1968, 60, 323.
- 421 VILLARD (H.), VIALLEFONT (H.) et DIACONO (E.). — Essais de réalisation d'hypervitaminose C chez le cobaye et le lapin. *Arch. Soc. Sci. Méd. Biol. Montpellier*, 1935, 16, 428-430.
- 422 VOLKOV (D.T.) et LIPATOVA (N.A.). — Métabolisme phosphocalcique chez la lapine normale, gestante et allaitante (Russe). *Trud. Mosk. Vet. Akad.*, 1956, 15, 111-119.

- 123 VOROBIEVA (N.P.). — Vitamin E deficiency on the development of experimental atherosclerosis in rabbits. *Vopr. Pitania*, 1965, 24, 37-42.
- 124 WESTRA (J.J.). — The effect of prolonged administration of potassium iodide in rabbit. *Amer. J. Physiol.*, 1933, 105, Proc. 98.
- 125 WOOLEY (J.G.) et SEBRELL (W.H.). — Niacin (nicotinic acid) an essential growth factor for rabbits fed on purified diet. *J. Nutr.*, 1945, 29, 191.
- 126 WOOLEY (J.G.) et MICKELSEN (O.). — Effect of potassium, sodium or calcium on the growth of young rabbits feed purified diets containing different levels of fat and protein *J. Nutr.*, 1954, 52, 591.
- 127 YOSHIDA (T.) et KANDATSU (M.). — Studies on cæcum digestion: IX time course of changes in the chemical composition of rabbit's cæcal contents (Jap.). *Jap. J. Zootec. Sci.*, 1968, 39, 220-227.
- 128 YOSHIDA (T.), PLEASANTS (J.R.), REDDY (B.S.) et WOSTMANN (B.S.). — Efficiency of digestion in germ-free and conventional rabbits. *Br. J. Nutr.*, 1968, 22, 723-737.