

Chapitre 2

Nutrition et alimentation

BASES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES

Quelques notions d'anatomie

Chez un lapin adulte (de 4 à 4,5 kg) ou subadulte (de 2,5 à 3 kg), le tube digestif a une longueur totale d'environ 4,5 à 5 m. Après un œsophage court, on trouve un estomac simple formant réservoir et contenant environ 90 à 100 g d'un mélange d'aliments plus ou moins pâteux. L'intestin grêle qui lui fait suite mesure environ 3 m de longueur pour un diamètre de 0,8 à 1 cm. Le contenu y est liquide, surtout dans la première partie. En outre, il est normal de trouver des portions d'une dizaine de centimètres, vides de tout contenu. L'intestin grêle débouche à la base du cæcum. Ce second réservoir mesure de 40 à 45 cm de longueur pour un diamètre moyen de 3 à 4 cm. Il contient de 100 à 120 g d'une pâte homogène ayant une teneur en matière sèche (MS) de 22 pour cent environ. A son extrémité, l'appendice cæcal (de 10 à 12 cm) a un diamètre nettement plus faible. Sa paroi est constituée de tissus lymphoïdes. Très près de l'abouchement de l'intestin grêle, c'est-à-dire de «l'entrée» du cæcum, se trouve le départ du côlon, autrement dit la «sortie». De ce fait, le cæcum apparaît comme une impasse branchée en diverticule sur l'axe intestin grêle-côlon (figure 2). Les études de physiologie montrent que cette impasse-réservoir est un lieu de passage obligé; le contenu circule de la base vers la pointe en passant au centre du cæcum, puis revient vers la base, le long de la paroi. Après le cæcum, on trouve un côlon d'environ 1,5 m; il est plissé, bosselé sur à peu près 50 cm (côlon proximal) et lisse dans sa partie terminale (côlon distal).

Ces différents organes sont schématisés sur la figure 2, qui contient également quelques données sur l'importance et les caractéristiques du contenu.

Relativement plus développé chez le jeune

que chez l'adulte, le tube digestif a pratiquement atteint sa taille définitive chez un lapin dès 2,5 à 2,7 kg, alors que l'animal ne pèse encore que de 60 à 70 pour cent au maximum de son poids adulte.

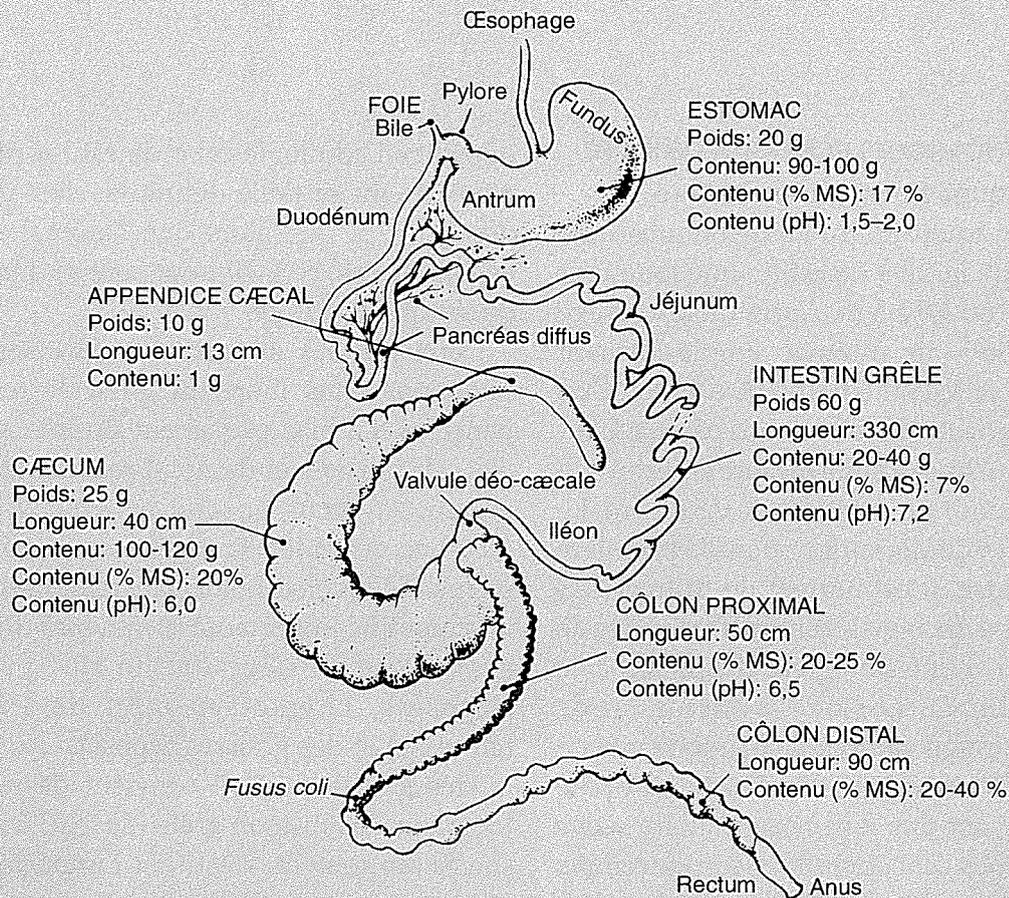
Deux glandes importantes déversent leurs sécrétions dans l'intestin grêle: le foie et le pancréas. La bile, provenant du foie, contient des sels biliaires et de nombreuses substances organiques mais aucune enzyme: c'est une sécrétion qui aide à la digestion sans agir elle-même. A l'inverse, le suc pancréatique contient une quantité importante d'enzymes digestives permettant la dégradation des protéines (trypsine, chymotrypsine), de l'amidon (amylase) et des graisses (lipase).

Très globalement, il convient de retenir la longueur de l'intestin grêle (de 3 à 3,5 m), avec son faible contenu relatif, et l'importance des réservoirs que sont l'estomac et le cæcum; de 70 à 80 pour cent du contenu sec total du tube digestif sont en effet concentrés dans ces deux segments. Enfin, la teneur en eau du contenu peut varier très sensiblement d'un segment à l'autre, par suite des sécrétions de l'organisme ainsi que des absorptions d'eau.

Transit digestif et cæcotrophie

Les particules alimentaires consommées par le lapin arrivent rapidement dans l'estomac. Elles y trouvent un milieu très acide, y séjournent quelques heures (de trois à six environ), mais y subissent peu de transformations chimiques. En fait, il y a une forte acidification entraînant la solubilisation de nombreuses substances, ainsi qu'un début d'hydrolyse des protéines sous l'action de la pepsine. Le contenu de l'estomac est progressivement injecté dans l'intestin grêle par petites salves, grâce aux puissantes contractions stomacales. Dès l'entrée dans l'intes-

FIGURE 2

Schéma des différents éléments de l'appareil digestif du lapin¹

¹ Valeurs numériques observées chez des sujets Néo-Zélandais âgés de 12 semaines et recevant un aliment granulé complet équilibré.

tin grêle, le contenu est dilué par l'afflux de bile, par les premières sécrétions intestinales et enfin par le suc pancréatique. Sous l'action des enzymes contenues dans ces deux sécrétions, les éléments aisément dégradables sont libérés; ils franchissent la paroi de l'intestin et sont répartis par le sang en direction des cellules de l'organisme. Les particules non dégradées, après un séjour total d'environ 1 heure 30 dans l'intestin grêle, entrent dans le cæcum. Elles vont obligatoirement y séjourner un certain temps (de 2 à 12 heures). Pendant cette période, elles subissent une attaque par les enzymes des bactéries vivant dans le cæcum. Les éléments dégradables par cette nouvelle forme d'attaque sont libérés (acides gras volatils principalement) et franchissent à leur tour la paroi du tube

digestif, puis sont repris par le sang. Le contenu du cæcum est alors évacué vers le côlon. Il est constitué approximativement, pour moitié, par des particules alimentaires grosses et petites n'ayant pas été dégradées antérieurement et, pour l'autre moitié, par le corps des bactéries qui se sont développées dans le cæcum aux dépens des éléments arrivant de l'intestin grêle.

Jusqu'à ce stade, le fonctionnement du tube digestif du lapin n'est pas réellement différent de celui des autres monogastriques. Par contre, l'originalité est située dans le fonctionnement dualiste du côlon proximal. En effet, si le contenu cæcal s'engage dans le côlon au cours du début de la matinée, il y subit peu de transformations biochimiques. La paroi colique sécrète un mucus qui enrobe progressivement les bou-

les de contenu que les contractions de la paroi ont permis de former. Ces boules se trouvent réunies en grappes allongées. On les nomme crottes molles ou, plus savamment, «cæcotrophes». Si, par contre, le contenu cæcal s'engage dans le côlon à un autre moment dans la journée, son sort est différent. En effet, on observe alors dans le côlon des successions de contractions de sens alterné, les unes tendant à évacuer normalement le contenu, les autres, à l'inverse, à le refouler vers le cæcum. En raison des différences de puissance et de vitesse de déplacement de ces contractions, le contenu est en quelque sorte essoré comme une éponge que l'on presse. La fraction liquide, contenant les produits solubles et les petites particules (moins de 0,1 mm), est en grande partie refoulée vers le cæcum, tandis que la fraction solide, renfermant surtout les grosses particules (plus de 0,3 mm), forme les crottes dures qui seront évacuées dans les litières. En effet, grâce à ce fonctionnement dualiste, le côlon fabrique deux types de crottes: des crottes dures et des cæcotrophes. Leur composition chimique est fournie au tableau 14. Si les crottes dures sont évacuées dans les litières, à l'inverse, les cæcotrophes sont récupérés par l'animal dès leur émission à l'anus. A cet effet, lors de l'émission, le lapin se retourne, aspire les crottes molles dès qu'elles sortent de l'anus, puis les avale sans les mâcher. De ce fait, le lapin peut, sans aucun inconvénient, pratiquer la récupération des cæcotrophes même s'il est sur un sol grillagé. En fin de matinée, on les retrouve en grand nombre dans l'estomac où ils peuvent représenter jusqu'aux trois quarts du contenu. A partir de ce moment, le contenu des cæcotrophes suit une digestion identique à celle des aliments normaux. Compte tenu des fractions éventuellement recyclées, une, deux, voire trois ou quatre fois, et de la nature des aliments, le transit digestif du lapin dure de 18 à 30 heures environ (20 heures en moyenne).

Il convient de rappeler que le contenu des

cæcotrophes est constitué pour moitié environ par des résidus alimentaires non totalement dégradés et des restes des sécrétions du tube digestif, et pour moitié par des corps bactériens. Ces derniers représentent un apport appréciable de protéines de bonne valeur biologique et de vitamines hydrosolubles. La pratique de la cæcotrophie présente donc à priori un intérêt nutritionnel non négligeable. Toutefois, le mode de régulation et les quantités émises en limitent l'impact quantitatif. En effet, la composition des cæcotrophes est relativement indépendante de la nature de l'aliment ingéré (constance des corps bactériens); de plus, la quantité de cæcotrophes émis chaque jour ne semble guère influencée par la composition de cet aliment. En particulier, la quantité de matière sèche recyclée chaque jour via la cæcotrophie est indépendante de la teneur en cellulose de l'aliment (tableau 15). De ce fait, le transit digestif est d'autant plus rapide que la teneur en cellulose brute de l'aliment est élevée et/ou que les particules sont grossières.

Par contre, ce mode de fonctionnement particulier nécessite un apport de lest sous forme grossière. En effet, si l'aliment contient peu de particules grossières et/ou si celles-ci sont hautement digestibles, le refoulement vers le cæcum fonctionne à son maximum et le contenu cæcal s'appauvrit en éléments capables de nourrir les bactéries normales vivant dans le cæcum. De ce fait, il apparaît un risque élevé de voir se développer des bactéries différentes dans ce milieu appauvri, une partie d'entre elles risquant d'être nocives. Il convient donc d'apporter, par voie alimentaire, un lest minimal qui permette aux animaux d'assurer un transit digestif assez rapide. Classiquement, le lest alimentaire est appréhendé par la teneur en cellulose brute de l'aliment, puisque cette dernière est normalement digérée avec une faible efficacité. Toutefois, certaines sources de cellulose (pulpes de betteraves, pulpes de fruits en général) sont hautement digestibles

TABLEAU 14
Composition des crottes dures et des cæcotrophes:
moyennes et valeurs extrêmes pour 10 aliments différents¹

	Crottes dures		Cæcotrophes	
	2	Extrêmes	2	Extrêmes
	(Pourcentage)			
Humidité	41,7	34-52	72,9	63-82
Matière sèche	58,3	48-66	27,1	18-37
	(Pourcentage de la matière sèche)			
Protéines	13,1	9-25	29,5	21-37
Cellulose brute	37,8	22-54	22,0	14-33
Lipides	2,6	1,3-5,3	2,4	1,0-4,6
Minéraux	8,9	3,1-14,4	10,8	6,4-10,8
Extractif non azoté	37,7	28-49	35,1	29-43

¹ Aliments concentrés complets, fourrages verts et secs.
Source: D'après Proto, 1980.

TABLEAU 15
Ingestion et excrétion de matière sèche chez des lapins en croissance
consommant des aliments iso-azotés, à un taux variable de paille
apportée en remplacement d'amidon de maïs

	Aliments expérimentaux	
	Pauvres en cellulose	Riches en cellulose
Taux de paille dans l'aliment (%)	5	20
Taux de cellulose brute de l'aliment (%)	10,8	16,8
Matière sèche consommée par jour (g)	60 ± 28 ¹	67 ± 28
Matière sèche excrétée par jour		
Crottes dures (g)	20 ± 5	33 ± 8
Cæcotrophes (g)	10 ± 4	10 ± 5

¹ Moyenne ± 1 écart type de la moyenne.
Source: D'après Dehalle, 1979.

(coefficient d'utilisation digestive de la cellulose brute de 60 à 80 pour cent) en raison de leur faible degré de lignification. C'est pourquoi des recommandations sont parfois proposées en cellulose brute indigestible. A titre indicatif, quelques valeurs de composition chimique sont données au tableau 16

pour des matières premières classiques en Europe.

La régulation de la cæcotrophie est dépendante de l'intégrité de la flore digestive et soumise au rythme d'ingestion. En effet, l'ingestion des cæcotrophes est observée dans un délai de 8 à 12 heures, soit après le repas chez les lapins ra-

TABLEAU 16
Composition chimique de différentes matières premières
utilisables pour l'alimentation du lapin

	MS	MG	CB	CBI	MAT	Lys	AAS	Mx	Ca	P	ED
Avoine	86	5,3	10,2	9,8	10,0	0,40	0,50	2,70	0,08	0,34	2 800
Blé	86	1,9	2,3	1,0	11,3	0,32	0,47	1,65	0,06	0,33	3 100
Maïs	86	4,2	2,2	0,6	9,0	0,25	0,39	1,35	0,01	0,27	3 200
Orge	86	2,0	4,0	3,8	10,0	0,37	0,42	2,30	0,05	0,35	3 000
Sorgho	86	3,0	2,5	1,0	10,0	0,23	0,33	1,45	0,03	0,30	3 150
Riz paddy	87	2,1	8,6	6,5	8,0	0,28	0,35	4,53	0,05	0,26	2 850
Son fin de blé	87	4,0	9,6	6,8	15,0	0,56	0,50	5,60	0,13	1,20	2 300
Farine basse de blé	88	2,7	1,4	0,1	14,9	0,50	0,46	2,00	0,07	0,45	3 200
Drèches de brasserie	91	7,6	15,3	3,5	25,2	0,70	0,61	4,07	0,28	0,50	2 800
Son de maïs	89	6,3	9,0	3,8	10,1	0,27	0,36	2,69	0,03	0,23	2 750
Tourteau de soja 44	88	1,8	7,4	6,8	42,5	2,70	1,27	6,00	0,30	0,62	3 260
Tourteau de soja 48	88	2,0	5,6	4,8	45,8	2,91	1,37	6,30	0,30	0,69	3 310
Tourteau de tournesol	90	1,8	26,5	18,6	29,5	1,07	1,26	6,22	0,35	0,90	2 770
Tourteau de colza	89	1,8	11,7	7,4	35,2	1,93	1,73	7,00	0,75	1,10	2 800
Tourteau de coton	91	1,4	13,0	9,0	41,0	1,72	0,59	6,46	0,20	1,00	2 790
Féverole	87	1,3	7,5	5,0	26,4	1,66	0,53	3,38	0,11	0,61	2 800
Pois fourrager	86	1,6	5,5	4,0	22,0	1,60	0,59	3,40	0,08	0,45	2 800
Graine de soja extrudée	89	18,0	6,0	4,2	37,0	2,35	1,15	4,45	0,25	0,57	4 400
Farine d'herbe	91	3,7	21,0	14,3	17,1	0,75	0,44	12,7	0,70	0,42	1 730
Luzerne déshydratée A	90	3,0	27,0	22,0	15,5	0,68	0,42	9,00	1,40	0,25	1 800
Luzerne déshydratée B	90	2,9	25,0	20,5	16,6	0,73	0,45	9,45	1,50	0,25	1 850
Coques de soja	92	2,0	34,0	32,0	12,7	0,70	0,35	5,69	0,40	0,17	1 800
Coques de cacao	90	4,5	18,6	14,0	16,5	0,90	0,38	7,62	0,30	0,35	2 190
Paille de blé	88	1,3	42,0	39,0	4,0	0,20	0,12	8,30	0,47	0,09	700
Pulpes de betteraves	90	1,0	18,0	5,0	8,8	0,54	0,13	5,42	0,90	0,11	2 700
Pulpes d'agrumes	90	3,0	12,0	5,1	6,0	0,25	0,06	5,45	2,10	0,12	3 000
Gluten feed	90	3,0	8,3	4,6	21,0	0,69	0,97	7,10	0,28	0,70	2 770
Manioc	85	0,17	4,6	2,0	2,6	0,09	0,06	5,22	0,30	0,19	2 850
Caroube	86	2,4	7,8	7,0	5,0	0,18	0,16	3,43	0,65	0,10	2 390
Mélasse de betteraves	77	0,3	0,0	0,0	7,7	0,04	0,10	8,93	0,25	0,02	2 600
Graisse animale	99,5	99,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8 000

(Suite à la page 26)

	MS	MG	CB	CBI	MAT	Lys	AAS	Mx	Ca	P	ED
Huile de soja	99,5	99,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8 500
Farine de viande A	92	7,5	0,0	0,0	59,0	3,46	1,39	22,7	7,05	3,35	3 180
Farine de viande B	95	14,5	0,0	0,0	58,2	3,40	1,34	19,3	6,55	3,10	3 680
Farine de poisson	91	8,3	0,0	0,0	67,8	5,00	2,50	15,0	3,90	2,55	4 160

Note: Matière sèche (MS), matières grasses (MG), cellulose brute (CB), cellulose brute indigestible (CBI), matières azotées totales (MAT), lysine (Lys), acides aminés soufrés (AAS), minéraux totaux (Mx), calcium (Ca) et phosphore (P) en pourcentage de l'aliment tel quel. Energie digestible lapin (ED) en kilocalories par kilogramme d'aliment tel quel.

Sources: D'après l'INRA, 1989, et Maertens *et al.*, 1990.

tionnés, soit après le pic d'ingestion chez les animaux nourris à volonté. Chez ces derniers, le rythme d'ingestion, et par voie de conséquence celui de la cæcotrophie, est le résultat du rythme lumineux auquel ils sont soumis.

Il faut signaler par ailleurs que la cæcotrophie est également sous la dépendance de régulations internes encore mal connues. En particulier, l'ablation des glandes surrénales entraîne un arrêt de la pratique de la cæcotrophie, et des injections de cortisone à ces animaux surrénalectomisés permettent de restituer un comportement normal. Ainsi, le transit digestif du lapin semble sous la dépendance étroite des sécrétions d'adrénaline. Une hypersécrétion associée à un stress entraîne un ralentissement de la motricité digestive et un risque élevé de troubles digestifs.

Enfin, le comportement de cæcotrophie apparaît chez le jeune lapin (domestique ou sauvage) aux environs de trois semaines d'âge, au moment où les animaux commencent à consommer des aliments solides en plus du lait maternel.

COMPORTEMENT ALIMENTAIRE

Les études de comportement alimentaire ont principalement porté sur des lapins recevant des aliments complets équilibrés ou, lors des études de préférence alimentaire, sur des aliments présentés secs, tels que grains, pailles, fourrages secs.

Rythme d'ingestion

Chez le lapereau nouveau-né, le rythme des tétées est imposé par la mère. Celle-ci vient

allaiter ses petits une seule fois par 24 heures. La tétée proprement dite ne dure que 2 ou 3 minutes. Parfois, quelques lapines donnent à téter deux fois par 24 heures. Eventuellement, lorsque la quantité de lait est insuffisante, des lapereaux essaient de téter leur mère chaque fois que celle-ci entre dans la boîte à nid, mais cette dernière retient son lait. Ce comportement est le signe d'une production laitière insuffisante chez la mère.

Dès la troisième semaine de vie, les lapereaux commencent à se mouvoir; ils ingèrent quelques grammes de l'aliment maternel et un peu d'eau de boisson si celle-ci est disponible. Dans les jours qui suivent, l'ingestion d'aliments solides et d'eau devient rapidement prédominante par rapport à celle du lait. Durant cette période, les modifications du comportement alimentaire sont extraordinaires: le jeune lapereau passe d'une seule tétée par jour à une multitude de repas solides et liquides plus ou moins alternés et répartis irrégulièrement le long de la journée: de 25 à 30 repas solides ou liquides par 24 heures.

Dans le tableau 17 figure un exemple de l'évolution du comportement alimentaire chez des lapins Néo-Zélandais Blancs, entre 6 et 18 semaines d'âge. Le nombre de repas solides, stable jusqu'à 12 semaines, tend à décroître légèrement ensuite. La durée totale consacrée aux repas toutes les 24 heures est, à 6 semaines, supérieure à 3 heures; elle décroît ensuite rapidement et tombe en dessous de 2 heures. Quel que soit l'âge des animaux, un aliment qui aurait plus de 70 pour cent d'eau (fourrage vert, par exemple) apporterait largement

TABLEAU 17
Evolution du comportement alimentaire de neuf lapins mâles Néo-Zélandais Blancs entre 6 et 18 semaines, recevant à volonté de l'eau et un aliment granulé complet équilibré, dans une salle maintenue à 20 ± 1 °C

	Age (semaines)		
	6	12	18
Aliment solide (89% MS)			
Quantité totale (g/jour)	98	194	160
Nombre de repas par jour	39	40	34
Quantité moyenne par repas (g)	2,6	4,9	4,9
Eau de boisson			
Quantité totale (g/jour)	153	320	297
Nombre de prises par jour	31	28,5	36
Poids moyen d'une prise (g)	5,1	11,5	9,1
Rapport eau/aliment (matière sèche)	1,75	1,85	2,09
Teneur en eau calculée pour l'ensemble de la consommation quotidienne «aliment solide + boisson» (%)	65,3	66,4	68,8

Source: D'après Prud'hon, 1975.

toute l'eau nécessaire aux lapins sous une température de 20 °C. La répartition des repas et prises de boisson n'est pas homogène au cours des 24 heures, comme l'indique la figure 3. La part de l'alimentation quotidienne consommée chaque heure en période d'obscurité est nettement plus importante que la part correspondante ingérée en période d'éclaircissement, tant pour l'aliment solide que pour l'eau de boisson. Il convient de remarquer la forte consommation précédant l'extinction de la lumière dans le local d'expérimentation. Au fur et à mesure que les lapins vieillissent, le caractère nocturne du comportement alimentaire s'accroît. Le nombre de repas pris en période d'éclaircissement diminue, et le «repos alimentaire» matinal tend à s'allonger. Le comportement alimentaire des lapins de garenne est encore plus nocturne que celui des sujets domestiques.

Evolution des quantités ingérées en fonction de l'âge et du stade physiologique de l'animal

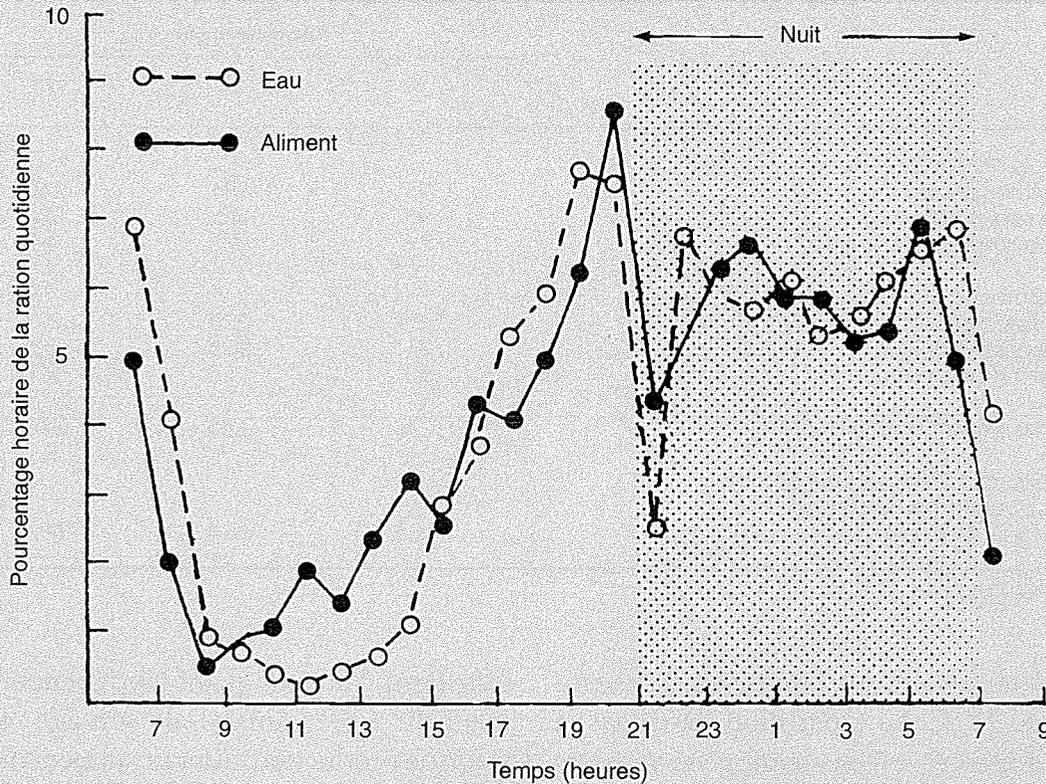
Les quantités de nourriture et d'eau consommées dépendent de la nature des aliments présentés aux lapins (voir la rubrique sur la

nutrition). Mais ces quantités dépendent également du type d'animal, de son âge et de son stade de production. Pour un aliment donné, en prenant pour référence la consommation spontanée d'un adulte (de 140 à 150 g par jour de MS, par exemple pour des Néo-Zélandais Blancs de 4 kg), on constate qu'à 4 semaines la consommation quotidienne d'un jeune lapereau en représente le quart, alors que son poids vif ne représente que 14 pour cent du poids vif adulte. A 8 semaines, les proportions équivalentes sont de 62 et 42 pour cent et à 16 semaines de 100 à 110 pour cent et 87 pour cent.

Au cours du cycle de reproduction, la consommation spontanée d'une lapine varie beaucoup (voir figure 4). La baisse de consommation en fin de gestation est marquée chez toutes les mères et peut arriver à l'arrêt complet de l'ingestion d'aliment solide chez certaines femelles la veille de la mise bas. Par contre, l'ingestion d'eau ne devient jamais nulle. Après la mise bas, la consommation alimentaire croît très rapidement et peut atteindre quotidiennement plus de 100 g de matière sèche par kilogramme de poids vif. L'ingestion d'eau est alors également importante: de 200 à 250 g par

FIGURE 3

Répartition horaire de la consommation quotidienne d'eau et d'aliment complet granulé, au cours d'une période de 24 heures, chez un lapin âgé de 12 semaines



Source: D'après Prud'hon, 1975.

jour et par kilogramme de poids vif. Enfin, lorsqu'une lapine est simultanément gestante et allaitante, sa consommation alimentaire est très comparable à celle d'une lapine simplement allaitante, mais elle ne lui est pas supérieure.

Comportement alimentaire et environnement

Les dépenses énergétiques du lapin sont dépendantes de la température ambiante. L'ingestion d'aliments permettant de faire face aux dépenses est donc elle-même liée à cette température. Ainsi, différents travaux conduits en laboratoire montrent qu'entre 5 et 30 °C la consommation de lapins en croissance passe par exemple de 180 à 120 g par jour pour l'aliment granulé et de 330 à 390 g par jour pour l'eau (tableau 18). Une analyse plus précise du

comportement indique que, lorsque la température s'accroît, le nombre de repas (solides et liquides) par 24 heures décroît. Il passe de 37 repas solides à 10 °C à 27 seulement à 30 °C chez des jeunes lapines Néo-Zélandaises. Par contre, si la quantité d'aliments consommée à chaque repas est réduite par les fortes températures (5,7 g par repas à 10 et 20 °C contre 4,4 g à 30 °C), à l'inverse, la quantité d'eau consommée à chaque prise s'accroît avec la température (de 11,4 à 16,2 g par prise entre 10 et 30 °C).

Une étude récente de Finzi, Valentini et Fillipi Balestra (1992) montre que, lorsque la température s'élève (tests à 20 °C, à 26 °C et à 32 °C), le rapport eau/aliment ingéré est sensiblement accru, ce qui était connu, mais les différents ratios concernant l'ingestion et l'excrétion sont aussi modifiés (tableau 19). Les auteurs proposent même d'utiliser ces ratios (les plus faciles à

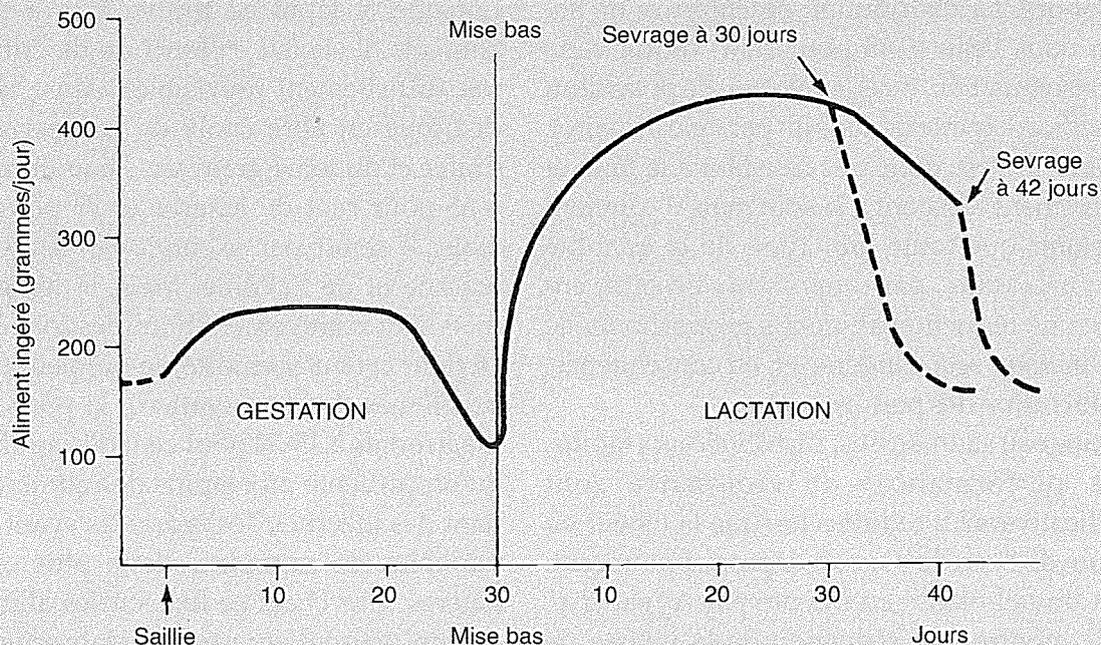
TABLEAU 18
Quantités d'aliments et d'eau consommées par des lapins
en croissance, en fonction de la température ambiante

Température ambiante	5 °C	18 °C	30 °C
Humidité relative (%)	80	70	60
Aliment granulé consommé ¹ (g/jour)	182	158	123
Eau consommée (g/jour)	328	271	386
Rapport eau/aliment	1,80	1,71	3,14
Gain de poids moyen (g/jour)	35,1	37,4	25,4

Source: D'après Eberhart, 1980.

FIGURE 4

Evolution de la consommation d'aliment concentré équilibré (89% de MS) par une lapine au cours d'une gestation et d'une lactation



Source: D'après Lebas, 1975.

mesurer localement) pour identifier l'existence d'un stress thermique chez le lapin.

Si, dans l'environnement du lapin, l'eau de boisson vient à manquer totalement et que seuls des aliments secs (moins de 14 pour cent d'eau) sont à sa disposition, la consommation de matière sèche s'annule en 24 heures. Dans les condi-

tions d'un manque total d'eau et en fonction des conditions ambiantes (températures, hygrométrie), un lapin adulte peut survivre de quatre à huit jours sans altération irréversible des fonctions vitales; mais son poids peut être réduit de 20 à 30 pour cent en moins d'une semaine. Si, par contre, des lapins ont de l'eau de boisson (pro-

TABLEAU 19
Incidence de la température ambiante sur les différents ratios
relatifs à l'ingestion et à l'excrétion chez des lapins adultes

Ratios	20 °C		26 °C		32 °C	
	Moyenne A		Moyenne B	B/A (%)	Moyenne C	C/A (%)
Eau/aliment	1,7		3,5	206	8,3	489
Urine/aliment	1,0		1,6	167	4,0	413
Eau/fèces	1,9		5,5	287	11,2	583
Urine/fèces	1,1		2,5	234	5,3	493

Source: Finzi *et al.*, 1992.

pre) à leur disposition, mais aucun aliment solide, ils peuvent survivre de trois à quatre semaines. Par rapport à la normale, l'ingestion d'eau est alors augmentée de quatre à six fois en quelques jours. La distribution de chlorure de sodium dans l'eau (0,45 pour cent) réduit cette surconsommation, mais le chlorure de potassium est inefficace (perte de sodium par voie urinaire). Le lapin s'avère donc très résistant à la faim et relativement résistant à la soif; mais il convient de retenir que toute limitation de la quantité d'eau nécessaire, par rapport aux besoins, entraîne une réduction au moins proportionnelle de la matière sèche ingérée et, en conséquence, une altération des performances.

Si une eau saumâtre est distribuée aux lapins, leurs performances de croissance sont significativement réduites lorsque la teneur en sodium de l'eau de boisson dépasse 1 pour cent.

Un travail réalisé en Egypte par Ayyat *et al.* (1991) montre une réduction de la vitesse de croissance de 12 à 16 pour cent lorsque la teneur en sodium dépasse 1,5 pour cent (tableau 20). La consommation d'aliment solide (granulé) n'est pas altérée par la salinité de l'eau; par contre, la consommation d'eau s'accroît légèrement avec la salinité: de 14 à 16 pour cent dans l'essai d'Ayyat *et al.* En complément, il convient de retenir que, même avec une teneur en sodium de 2,4 g (6 g de sel Rashid ajouté), aucun cas de mortalité n'est mentionné dans cet essai qui a duré huit semaines, et les

lapins avaient encore une croissance de 23 g par jour (77 pour cent de celle du témoin).

Les préférences alimentaires du lapin

Lorsque le lapin se trouve face à plusieurs aliments, il choisit en fonction de critères parfois difficilement prévisibles. Ainsi, quand on distribue en libre choix de la luzerne déshydratée et du maïs-grain sec, l'équilibre se place à 65 pour cent de luzerne et 35 pour cent de maïs. Il serait par exemple 60/40 avec de la luzerne et de l'avoine. Mais, si les grains de maïs sont relativement humides (plus de 14 ou 15 pour cent d'humidité, ce qui peut poser des problèmes de conservation), la proportion de maïs monte à 45-50 pour cent d'humidité. Lorsqu'on présente aux lapins des aliments contenant des luzernes déshydratées ayant des taux variables de saponine, donc plus ou moins amères, leur choix se fixe sur les aliments qui ont un degré d'amertume relativement élevé. Ces mêmes aliments ont par exemple été délaissés par des rats ou des porcs lors des essais réalisés par Cheeke, Kinzell et Pedersen (1977) aux Etats-Unis.

L'alimentation des lapins avec des fourrages + un aliment concentré complémentaire pose également quelques problèmes quand l'appétibilité des fourrages n'est pas bonne. Comme l'indiquent les résultats expérimentaux figurant au tableau 21, les lapins disposant à volonté d'un aliment concentré en éner-

TABLEAU 20
Incidence de la salinité de l'eau de boisson
sur les performances de lapins en croissance

Sel ajouté à l'eau (g/litre)	0	1,5	3,0	4,5
Teneurs de l'eau (ppm)				
Ca	11	99	187	275
Mg	11	21	31	41
K	8	143	278	413
Na	399	901	1 403	1 905
Cl	107	753	1 399	2 045
Bicarbonates	320	395	470	545
Minéraux totaux	906	2 409	3 912	5 415
Gain de poids vif (g/jour)	29,7 ±1,4	28,9 ±0,9	24,3 ±1,0	22,6 ±1,1
Consommation d'aliment (g/jour)	125	139	126	124

Source: D'après Ayyat, Habeeb et Bassuny, 1991.

TABLEAU 21
Ingestion d'aliments et croissance de lapins Néo-Zélandais entre cinq et neuf
semaines d'âge, recevant à volonté un aliment riche ou pauvre en lest
cellulosique, et éventuellement en plus de la paille de blé granulée¹

Composition de l'aliment	Aliment concentré granulé riche en lest		Aliment concentré granulé pauvre en lest	
	Seul	+ Paille	Seul	+ Paille
Taux de paille (%)		20		0
Teneur en protéines (%)		16,1		15,6
Teneur en cellulose brute (%)		11,7		4,1
Ingestion (g/jour)				
Aliment concentré granulé (A)	94,7	88,3	63,4	63,3
Paille de blé (P)	-	7,4	-	12,2
Total A + P	94,7	95,7	63,4	75,5
Gain de poids vif (g/jour)	31,7	31,0	22,4	26,6

¹De 5 mm de diamètre.

Source: D'après Reyne et Salcedo-Miliani, 1981.

gie et de lest (de la paille dans l'essai) ne savent pas ajuster correctement leur consommation et obtenir la croissance maximale. Lorsqu'un éleveur se trouve face à cette situation, il lui faut limiter la quantité d'aliment concentré distribué quotidiennement ou, plus généra-

lement, celle de l'aliment le plus appétible. En effet, cela peut être parfois le cas de certains fourrages verts de faible valeur nutritive.

Par contre, la situation est différente si le lapin se trouve face à deux aliments concentrés en énergie, comme Gidenne (1986) l'a testé avec

un aliment granulé complet et de la banane verte, tous deux en libre choix. Dans ce cas, les lapins ayant le libre choix ont eu une croissance équivalente à celle du témoin et un ingéré d'énergie digestible identique. Toutefois, entre le sevrage (5 semaines) et la fin de l'essai (12 semaines), la proportion de banane est passée de 40 pour cent à 28 pour cent de l'ingéré quotidien de matière sèche.

Il faut signaler enfin que des lapins en croissance, qui reçoivent un aliment granulé carencé en acides aminés soufrés ou en lysine et disposent, au choix pour boisson, d'eau pure ou d'une solution de l'acide aminé déficient, boivent la solution d'acide aminé de préférence à l'eau pure. Ils réussissent ainsi à avoir une croissance aussi bonne que celle des lapins témoins recevant un aliment équilibré.

LES BESOINS NUTRITIONNELS

Mode de calcul des besoins

Depuis une vingtaine d'années, différents travaux expérimentaux conduits dans le monde, et en particulier en France, ont permis de définir des recommandations fiables pour fabriquer des aliments répondant aux besoins de production (lait, viande) des lapins dans les conditions tempérées européennes.

La technique expérimentale consiste à fabriquer des aliments de composition variée mais parfaitement connue, à les donner à consommer aux lapins et à mesurer ensuite la production (gain de poids, nombre et poids des lapereaux, etc.). On définit alors, parmi les aliments, celui qui est le meilleur, et sa composition est retenue; ainsi, les nutritionnistes ont pu définir des recommandations pour plusieurs catégories d'animaux. Le plus souvent, pour les élevages intensifs européens, on distingue les aliments destinés aux lapines reproductrices (femelles gestantes-allaitantes ou seulement allaitantes), aux lapereaux autour du sevrage (aliments de post-sevrage ou de péri-sevrage, ce dernier étant aussi consommé par la mère), et aux lapins à l'engraissement. Dans la gamme des aliments fournis par les fabricants d'aliments pour bétail figure aussi

un aliment «mixte» capable de couvrir de manière acceptable les besoins de toutes les catégories de lapins, dans la mesure où l'éleveur ne cherche pas à obtenir de son cheptel la productivité maximale.

Ces normes ont été établies en fonction des conditions ambiantes courantes en Europe et des coûts relatifs des nutriments observés dans ces pays. Elles servent de référence, mais, dans certaines circonstances locales, des alimentations s'éloignant un peu de ces normes peuvent conduire à des résultats économiques beaucoup plus satisfaisants. Les limites extrêmes qu'il convient de ne pas dépasser sont fournies à la fin de ce chapitre.

Les besoins alimentaires

Ce sont les femelles allaitantes qui doivent recevoir l'aliment le plus riche, le plus concentré. En effet, elles produisent chaque jour de 100 à 300 g d'un lait trois fois plus riche que celui d'une vache et ne disposent que de peu de réserves comparativement à la demande. Puis, viennent les jeunes en croissance (ceux-ci ont d'ailleurs bénéficié d'un nombre beaucoup plus grand de travaux de recherche que toutes les autres catégories). Suivent les femelles simplement gestantes, dont l'alimentation peut être un peu moins riche que celle des jeunes en croissance. Viennent enfin les mâles qui n'ont pas besoin d'un aliment riche.

La composition chimique détaillée de l'aliment théoriquement idéal pour chaque catégorie de lapins figure au tableau 22. On y trouve quatre grandes catégories de normes. D'abord celles qui concernent les protéines et leur composition (répartition des acides aminés); elles doivent fournir les éléments de construction ou de reconstruction de l'organisme des lapins. La cellulose, par sa fraction indigestible, doit assurer un encombrement minimal du tube digestif, encombrement nécessaire au bon fonctionnement de ce dernier. L'apport de lest correspondant peut également être estimé par la teneur en ADF (*Acid Detergent Fiber* selon Van Soest) ou mieux en ADF indigestible. L'énergie est indispensable à la thermorégulation des

TABLEAU 22
Composition chimique souhaitable pour les aliments destinés
aux lapins de différentes catégories élevés en système intensif

Composants (par rapport à l'aliment tel quel, supposé contenir 89% de matière sèche)	Jeunes en croissance (4-12 semaines)	Lapine allaitante	Aliment péri-sevrage	Aliment «mixte» (maternité + engrais)
Protéines brutes (%)	16	18	15	17
Protéines digestibles (%)	11,5	13,3	10,8	12,4
Acides aminés				
Acides aminés soufrés (%)	0,60	0,60	0,55	0,60
Lysine (%)	0,70	0,90	0,65	0,70
Arginine (%)	0,90	0,80	0,80	0,90
Thréonine (%)	0,55	0,70	0,55	0,60
Thyptophane (%)	0,13	0,20	0,12	0,13
Histidine (%)	0,35	0,43	0,35	0,40
Isoleucine (%)	0,60	0,70	0,67	0,65
Phénylalanine + tyrosine (%)	1,20	1,40	1,10	1,25
Valine (%)	0,70	0,85	0,68	0,80
Leucine (%)	1,05	1,25	1,00	1,20
Energie et lest				
Energie digestible (kcal/kg)	2 500	2 650	2 400	2 550
Energie métabolisable (kcal/kg)	2 380	2 520	2 280	2 420
Lipides (%)	3-5	4-5	3	3-4
Cellulose brute (%)	14	12	16	14
Cellulose brute indigestible (%)	12	10	14	12
ADF (%)	18	14	20	18
Rapport protéines digestibles/ énergie digestible (g/1000 kcal)	45	51	46	48
Minéraux				
Calcium (%)	0,40	1,20	1,00	1,10
Phosphore (%)	0,30	0,50	0,50	0,60
Potassium (%)	0,60	0,90	0,60	0,90
Sodium (%)	0,30	0,30	0,30	0,30
Chlore (%)	0,30	0,30	0,30	0,30
Magnésium (%)	0,25	0,25	0,25	0,25
Vitamines				
Vitamine A (UI/kg)	6 000	10 000	10 000	10 000
Vitamine D (UI/kg)	1 000	1 000	1 000	1 000
Vitamine E (ppm)	50	50	50	50
Vitamine K (ppm)	0	2	2	2
Vitamine C (ppm)	0	0	0	0
Vitamine B ₁ (ppm)	2	-	2	2
Vitamine B ₂ (ppm)	6	-	6	4
Vitamine B ₆ (ppm)	2	-	2	2
Vitamine B ₁₂ (ppm)	0,01	0	0,01	0,01
Acide folique (ppm)	5	-	5	5
Acide pantothénique (ppm)	20	-	20	20
Niacine (ppm)	50	-	50	50
Biotine (ppm)	0,2	-	0,2	0,2

Source: D'après Lebas, 1989.

animaux et aux dépenses de fonctionnement général de l'organisme. Enfin, minéraux et vitamines sont des éléments constitutifs, soit de certaines parties de l'animal (squelette), soit des enzymes qui permettent, moyennant une

certaine dépense d'énergie, de construire et de renouveler sans cesse les protéines de l'organisme. Dans le tableau 22, figure également une colonne correspondant à la composition chimique que devrait avoir un aliment mixte utilisable

dans un élevage pour la totalité des animaux. La composition est un compromis entre les exigences des jeunes en croissance et des femelles allaitantes. Les autres catégories peuvent en effet se satisfaire d'un aliment plus riche sans inconvénient majeur. Il sera précisé plus loin dans quelles circonstances il est souhaitable d'employer l'aliment mixte ou des aliments plus spécialisés. Avant cela, il est nécessaire d'analyser plus en profondeur les différents besoins alimentaires.

Besoins azotés. La sensibilité du lapin à la qualité des protéines de sa ration, longtemps controversée, est maintenant certaine. Ainsi, les chercheurs ont montré que le lapin en croissance doit trouver dans son alimentation une certaine quantité de 10 des 21 acides aminés constituant les protéines. Ceux-ci sont désignés sous le nom d'acides aminés indispensables ou essentiels. Par analogie avec les autres espèces, on considère en plus deux autres acides aminés qui peuvent partiellement remplacer deux acides aminés indispensables, ce qui conduit à la liste suivante: arginine, histidine, leucine, isoleucine, lysine, phénylalanine + tyrosine, méthionine + cystine, thréonine, tryptophane, valine.

Les besoins n'ont pratiquement été étudiés que pour l'arginine, la lysine et les acides aminés soufrés (méthionine et cystine). Exprimés en pourcentage de la ration, les besoins en lysine et en acides aminés soufrés sont respectivement de 0,6 et 0,7 pour cent pour des lapins en croissance. Pour les lapines en reproduction, l'apport de lysine doit être sensiblement plus élevé, si la production laitière est intensive (de 9 à 12 lapereaux allaités). Pour l'arginine, l'apport doit être d'au moins 0,8 pour cent, voire un peu plus pour les lapins en croissance. En ce qui concerne la lysine et l'arginine, le seuil de toxicité de l'acide aminé considéré est éloigné du niveau jugé optimal. Par contre, pour les acides aminés soufrés, il n'y a qu'une faible marge entre la couverture du besoin et le niveau entraînant une altération des performances par excès. Pour les autres acides aminés

indispensables, les apports conseillés ont simplement été estimés par calcul à partir de rations ordinaires donnant satisfaction. Dans la mesure où les protéines alimentaires apportent ces acides aminés indispensables, la ration peut ne contenir que de 15 à 16 pour cent de protéines brutes pour les lapins à l'engraissement.

Il convient de remarquer également qu'un aliment équilibré en acides aminés indispensables est toujours consommé en plus grande quantité que le même aliment carencé.

L'équilibre en acides aminés peut fort bien être réalisé uniquement avec des protéines végétales. C'est d'ailleurs le cas dans la quasi-totalité des aliments complets européens. Si les protéines d'origine animale peuvent être valorisées par le lapin, elles ne lui sont absolument pas nécessaires; seul compte l'apport d'acides aminés, pas le substrat qui les fournit.

Chez la lapine reproductrice, le taux optimal de protéines brutes semble être d'environ 17 ou 18 pour cent. Une augmentation de la teneur en protéines (21 pour cent) permet une augmentation de la production laitière, mais réduit légèrement le nombre de lapereaux sevrés par unité de temps.

Enfin, les différentes tentatives faites pour remplacer une partie des protéines vraies par de l'azote non protéique (urée et sels d'ammonium) ont presque toutes échouées au plan économique, en raison d'une dégradation et d'une absorption trop précoces de ces sources d'azote avant toute valorisation par les micro-organismes du cæcum. Toutefois, une certaine valorisation existe lorsque la ration est très déficiente en azote (de 30 à 50 pour cent en dessous des besoins) ou lorsque la source d'azote non protéique a une vitesse moyenne de dégradation dans l'intestin (cas du biuret). En tout état de cause, il est actuellement vivement recommandé d'apporter aux lapins leur ration azotée sous forme de protéines vraies, équilibrées en acides aminés.

Apport énergétique et lest. L'énergie nécessaire aux synthèses organiques est en général fournie par les glucides et un peu par les lipides. En

cas d'excès de protéines, ces dernières participent également à la fourniture d'énergie après désamination.

Le lapin en croissance, ainsi que la lapine reproductrice, ajuste sa consommation alimentaire en fonction de la concentration énergétique des aliments qui lui sont présentés, dans la mesure où les protéines et autres éléments de la ration sont bien équilibrés. Chez le jeune en croissance de souche Néo-Zélandaise ou Californienne, l'ingestion quotidienne se régule aux environs de 220 à 240 kcal d'énergie digestible (ED) par kilogramme de poids métabolique ($PV^{0,75}$). Chez la lapine allaitante, elle est en moyenne de 300 kcal ED/kg $PV^{0,75}$ et atteint plus de 360 kcal quand la production laitière est à son maximum (du 15^e au 20^e jour de lactation). En conséquence, il est difficile de fixer un besoin strict en énergie, mais on a pu montrer que l'ingestion n'est correctement régulée qu'entre 2 200 et 3 200 kcal ED/kg d'aliment.

De ce fait, un aliment concentré en énergie devra également être concentré pour tous les autres éléments nutritifs, de manière que les apports quantitatifs soient satisfaits par l'ingestion d'une masse plus faible d'aliment.

La régulation de l'ingéré énergétique fonctionne bien en climat tempéré tant que la cause de variation de la teneur en énergie est liée à la présence de glucides plus ou moins digestibles (substitution amidon-cellulose, par exemple). Par contre, si la température est forte (de 28 à 32 °C) et/ou si les lipides apportent plus de 10 pour cent de l'énergie digestible, la régulation peut être mise en défaut et les animaux risquent d'ingérer davantage de l'aliment le plus riche en lipides, en raison de l'absence d'extra-chaleur de consommation de ces dernières.

On sait que le lapin présente un besoin spécifique en acides gras essentiels (acide linoléique), mais une ration classique comprenant 3 ou 4 pour cent de lipides couvre en général ce besoin. Une augmentation de l'apport de lipides n'aurait donc comme seul but qu'un accroissement de la concentration énergétique de la ration, puisque les lipides apportent environ deux fois plus d'énergie que les glucides pour le même poids.

En fonction de la nature de la ration de base (niveau énergétique de départ, teneur et qualité des protéines, etc.), un tel apport de graisses peut être plus ou moins bien valorisé sur le plan nutritionnel. Chez les lapines reproductrices ou chez les lapins en croissance-finition, une partie importante de l'énergie alimentaire peut être apportée sous forme d'amidon. Par contre, avant 40 jours d'âge, le lapereau digère mal l'amidon car son équipement digestif n'a pas encore atteint sa maturité fonctionnelle. C'est pourquoi, pour les aliments de post-sevrage et surtout de péri-sevrage (utilisés entre les âges de 20 et 40 jours), il est conseillé de ne pas dépasser une teneur maximale de 12 à 13 pour cent d'amidon, afin d'éviter les troubles digestifs.

Dans les rations européennes, la faible digestibilité des constituants membranaires, provenant de matières premières comme la luzerne ou la paille (CUD de 10 à 30 pour cent), leur confère un rôle secondaire dans la couverture des besoins énergétiques par rapport à l'amidon par exemple. Par contre, lorsque ces constituants membranaires proviennent de plantes peu lignifiées (en général jeunes), la digestibilité est nettement meilleure (CUD de 30 à 60 pour cent), et leur part dans la fourniture de l'apport énergétique total peut atteindre 10 à 30 pour cent dans les situations les plus favorables.

Les constituants membranaires ont également une autre fonction à remplir: celle de lest. Leur teneur est en général évaluée à partir de la teneur en cellulose brute, bien que cette technique analytique soit très imparfaite. Pour que le lest nécessaire soit apporté en quantité suffisante, une teneur de 13 à 14 pour cent de cellulose brute semble satisfaisante pour les jeunes en croissance. Pour les femelles allaitantes, une teneur un peu plus faible est acceptable (de 10 à 11 pour cent). Plus les constituants membranaires apportés sont digestibles, plus il faut accroître l'apport total, de manière à avoir au moins 10 pour cent de cellulose brute indigestible.

Besoins en minéraux et en vitamines. Les études sur les besoins en calcium et en phosphore des lapins en croissance ont permis de démon-

trer que les exigences de ces animaux sont nettement inférieures à celles des lapines allaitantes. Ces dernières, en effet, exportent des quantités importantes de minéraux dans leur lait: de 7 à 8 g par jour en pleine lactation, dont près du quart sous forme de calcium.

Par ailleurs, un déséquilibre entre les apports de sodium, potassium et chlore peut entraîner des néphrites et des accidents de reproduction. Ce risque est particulièrement élevé dans le cas de végétaux cultivés avec une forte fumure potassique.

Certains auteurs mentionnent une amélioration des performances de croissance avec un apport de sulfate de cuivre dépassant largement les besoins: 200 ppm (parties par million) de cuivre. Il s'agirait alors, comme chez le porc, d'un effet de type facteur de croissance. Toutefois, l'intérêt du sulfate de cuivre comme facteur de croissance n'est pas admis par tous, certains auteurs ayant même constaté des effets négatifs (mortalité accrue) associés à des suppléments de l'ordre de 150 à 200 ppm.

Le lapin a besoin aussi bien de vitamines hydrosolubles (groupe B et vitamine C) que de vitamines liposolubles (A, D, E, K). Les microorganismes de sa flore digestive synthétisent des quantités importantes de vitamines hydrosolubles qui sont valorisées par le lapin grâce à la cœcotrophie. Cet apport est suffisant pour couvrir les besoins d'entretien et pour une production moyenne en ce qui concerne l'ensemble du groupe B et la vitamine C. Cependant, les animaux à croissance très rapide répondent favorablement à l'addition de 1 à 2 ppm de vitamines B₁ et B₆, à celle de 6 ppm de vitamine B₂, à celle de 30 à 60 ppm d'acide nicotinique (vitamine PP). Par contre, aucune addition de vitamine C n'améliore (ni ne détériore jusqu'à 1 pour cent de la ration) les performances de croissance des lapins dans les conditions tempérées d'élevage.

Pour les vitamines liposolubles, les travaux de recherche ont porté plus sur les cas de carence ou d'excès que sur la détermination précise des besoins. De ce fait, les recommandations proposées incluent une marge de sécurité.

Mais des apports excessifs de vitamine A (100 000 UI par kilogramme d'aliment) ou de vitamine D (3 000 UI par kilogramme d'aliment) peuvent entraîner des troubles graves, notamment chez les femelles reproductrices. Il est donc raisonnable de ne pas chercher à suralimenter les lapins en matière vitaminique.

Que se passe-t-il quand on s'éloigne des normes ?

Les aliments recommandés pour respecter les normes fixées au tableau 22 donnent satisfaction pour un élevage intensif; d'autres aliments ne les suivant que de manière approximative permettent aussi de produire du lapin, mais les performances absolues seront moins élevées. Elles ne seront pas nécessairement antiéconomiques. A titre d'information, quelques valeurs sont indiquées au tableau 23 pour les conséquences d'une baisse de certains apports azotés. Pour les lapines allaitantes, le taux de protéines ne devrait pas descendre en dessous de 12 à 13 pour cent. Jusqu'à ce seuil, on n'observe pas de diminution sensible de la productivité numérique, mais une réduction régulière de la production laitière entraînant une diminution parallèle du poids des lapereaux au sevrage.

En fait, plus que le taux protéique lui-même, il est souhaitable de considérer le rapport protéines/énergie, en relation avec l'apport de lest cellulosique.

Certains travaux ont montré qu'un minimum de fibres est nécessaire aux lapins pour leur assurer un fonctionnement digestif normal: de 9 à 10 pour cent de cellulose brute indigestible. Dans le cas contraire, la mortalité par diarrhée s'accroît. Toutefois, cette mortalité associée à un faible taux de lest n'est pas systématique. Elle peut frapper les lots expérimentaux de manière aléatoire.

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

TABLEAU 23
**Diminution des performances lors de l'abaissement du taux de protéines
ou de certains acides aminés essentiels en dessous des valeurs
recommandées, et teneurs minimales acceptables pour les aliments**

Réduction du taux dans la ration	Diminution du gain de poids		Augmentation de l'indice de consommation		Teneur minimable acceptable (%)
	Valeur absolue (g/jour)	(%)	Valeur absolue (g/jour)	(%)	
Protéines (1 point)	-3	-8,5	+0,1	+3	12
Méthionine (0,1 point)	-2	-6	+0,1	+3	0,40
Lysine (0,1 point)	-5	-14	+0,1	+3	0,40
Arginine (0,1 point)	-1,5	-4,5	+0,1	+3	0,50

Enfin, comme indiqué plus haut, un apport excessif de fibres altère le plus souvent la teneur en énergie digestible de l'aliment et la fait passer en dessous du seuil de régulation de l'ingestion.

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

Si l'accroissement de l'apport de constituants membranaires au-dessus de 16 pour cent est associé à une réduction de l'apport de protéines digestibles, entraînant un maintien ou une réduction du rapport protéines digestibles/énergie digestible, aucun effet néfaste n'est observé sur la viabilité des lapins à l'engraissement (figure 5, courbe B). Seules les performances de croissance sont altérées par manque d'énergie.

Lorsqu'un apport élevé en constituants membranaires place l'aliment exactement au seuil minimal de régulation énergétique (de 2 250 à 2 300 kcal ED) et que l'apport protéique est excessif, le risque de blocage digestif par constipation cœcale est très élevé chez le lapin en croissance. Une situation similaire peut

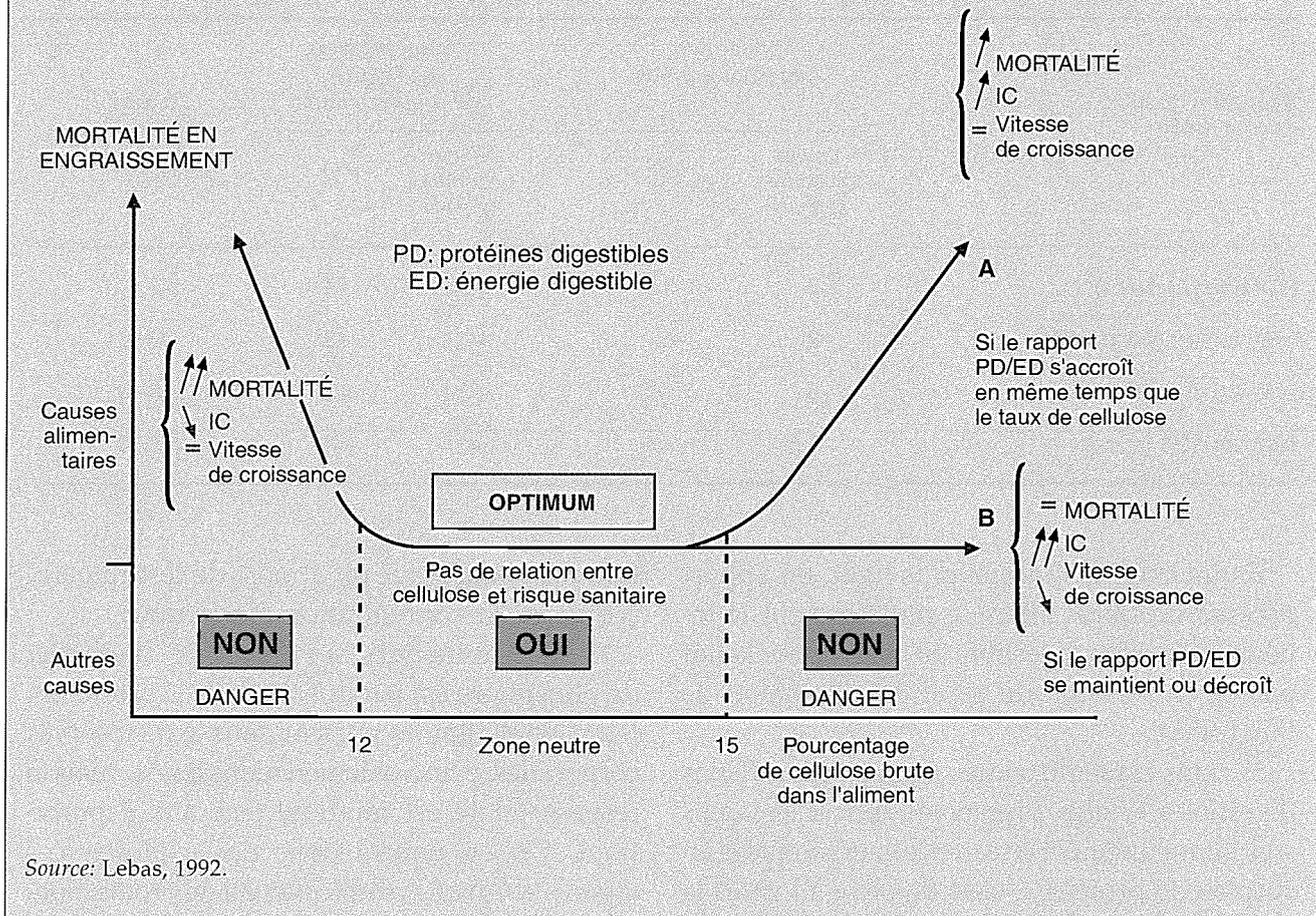
être provoquée par un apport de lest minéral réduisant la concentration énergétique.

Pour les minéraux, si l'apport de calcium et de phosphore est insuffisant dans la ration, les femelles allaitantes puisent dans leurs réserves corporelles, principalement dans les os, mais la réserve totale est modeste face aux exportations. On ne pourra donc pas exploiter ces lapines selon un rythme intensif de production. A titre indicatif, les seuils minimaux à atteindre ou à ne pas dépasser sont fournis au tableau 24 pour différents minéraux, ainsi que pour quelques vitamines et acides aminés indispensables. Il nous paraît important de souligner que, pour certaines catégories d'animaux, le taux alimentaire optimal est proche du taux maximal tolérable. C'est le cas pour la vitamine D ou le phosphore chez la lapine reproductrice, ou pour les acides aminés soufrés chez le lapin en croissance. Un apport trop généreux peut conduire à des performances réduites, contrairement à ce qui est attendu par l'éleveur. Le risque est particulièrement élevé si ce dernier emploie des «suppléments» ajoutés à l'aliment ou à l'eau de boisson. Enfin, il faut rappeler que dans certains cas, comme celui de la vitamine A, les symptômes de toxicité sont très voisins de ceux de la carence.

Lorsque les déficiences sont multiples, il est

FIGURE 5

Rôle de l'apport de fibres sur la santé des lapins à l'engraissement



difficile de prévoir la réaction des animaux. Il convient alors d'expérimenter directement pour mesurer sur place les conséquences réelles de l'alimentation proposée disponible. On pourra s'inspirer des normes proposées au tableau 22 pour utiliser les complémentarités qui permettraient de mieux respecter les besoins des animaux.

Présentation et fabrication des aliments

Dans les conditions européennes, les lapins sont alimentés avec des matières premières sèches permettant, par leur complémentarité, de constituer des aliments complets équilibrés. Une fois déterminées les proportions souhaitables, les quantités nécessaires de matières premières sont pesées et introduites dans une mélangeuse. Au préalable, pour obtenir un mélange homogène, les matières sont, dans leur majorité,

broyées et transformées en farine. S'il s'agissait d'alimenter des poulets ou des porcs, on pourrait arrêter à ce stade le travail et distribuer le mélange aux animaux. Malheureusement, le lapin supporte très mal les poussières inévitablement présentes dans les farines. On tourne la difficulté en agglomérant le mélange en le faisant passer en force dans les filières d'une presse à granuler. Pour les aliments courants, le diamètre idéal est situé entre 3 et 4 mm. Il ne devrait jamais dépasser 5 mm si l'on veut éviter le gaspillage (tableau 25); la longueur ne doit pas être supérieure à 8 ou 10 mm. En outre, lors de l'agglomération, le produit s'échauffe par suite des frottements, ce qui améliore d'environ 5 à 7 pour cent sa valeur nutritive par rapport à celle du mélange de farines. En effet, avec certaines formules, il est possible de nourrir des lapins avec un aliment

TABLEAU 24
**Recommandations et limites d'incorporation de différents minéraux
 et vitamines et de quelques acides aminés dans l'alimentation du lapin**

	Carence	Minimum observé sans troubles	Optimum	Maximum observé sans troubles	Signes de toxicité	Stade
Minéraux (ppm)						
Calcium	700 3 000	3 000 8 000	4 000 12 000	25 000 19 000	40 000 25 000	Croissance Reproduction
Phosphore	1 200 4 000	2 600 4 500	3 000 6 000	8 000 8 000	- 10 000	Croissance Reproduction
Sodium	-	2 000	3 000	6 000	7 000	Croissance
Potassium	3 000 -	6 000 -	6 000 9 000	16 000 16 000	- 20 000	Croissance Reproduction
Chlore	1 700	2 500	3 200	4 200	-	Croissance
Magnésium	200	-	2 500	3 500	4 200	Croissance
Manganèse	- 0,6	- -	8,5 13,0	- -	50 -	Croissance Reproduction
Iode	- -	- -	0,2 0,2	- -	10 000 100	Croissance Gestation
Fluor	-	-	0,5	-	400	Croissance
Cuivre	2	3	5	150-200	200-300	Croissance
Zinc	2	7	50	85	-	Croissance
Vitamines (/kg)						
Vitamine A (UI)	-	3 000	10 000	20 000	75 000	Reproduction
Vitamine D (UI)	-	600	1 000	2 000	3 000	Reproduction
Vitamine E (mg)	17 17	- 25	50 50	- -	- -	Croissance Reproduction
Acides aminés (g/16 gN)						
Lysine	2,50	3,75	4,40	7,5	9,4	Croissance
A.A.soufrés	2,50	3,00	3,75	4,4	5,0	Croissance
Arginine	3,00	3,75	5,60	12,5	-	Croissance
Tryptophane	-	0,75	0,80	1,60	-	Croissance

sous forme de farine (tableau 26). Ce qu'il faut à tout prix éviter, c'est la fabrication d'une farine très fine qui perturberait le fonctionnement normal des voies respiratoires supérieures du lapin car, si elles forment un bon filtre à poussière, celui-ci s'encrasse vite.

D'autre part, il ne faut pas distribuer de l'aliment en farine si les lapins s'abreuvent dans un récipient contenant de l'eau, car cette dernière serait souillée en quelques heures et les lapins s'arrêteraient immédiatement de boire et de manger. L'abreuvement doit alors être assuré

TABLEAU 25
Influence du diamètre du granulé sur la croissance
de lapins Californiens entre 5 et 12 semaines d'âge

	Diamètre du granulé		
	2,5 mm	5 mm	7 mm
Consommation d'aliment (<i>g/jour</i>)	117 ^a	122 ^a	131 ^b
Gain de poids (<i>g/jour</i>)	32,4 ^a	33,7 ^a	32,0 ^a
Indice de consommation	3,7 ^a	3,7 ^a	4,1 ^b

^{a,b} Sur une même ligne, deux valeurs ayant la même lettre en indice ne diffèrent pas entre elles au seuil P = 0,05.

Note: La surconsommation apparente avec les granulés de 7 mm de diamètre est due à un gaspillage partiel inévitable.

Source: D'après Lebas, 1971b.

par un système automatique du type clapet. Enfin, les essais d'alimentation avec une pâtée (60 pour cent de farine + 40 pour cent d'eau) montrent que cela est possible à condition de veiller scrupuleusement à la propreté des mangeoires (tableau 26).

En Europe, suivant les conditions locales et la dimension de l'élevage, l'aliment est livré soit en sacs de 25 à 50 kg, soit en vrac. Dans le premier cas, un local annexe abrité des fortes chaleurs et de la pluie, situé à proximité immédiate des animaux mais hors de leur portée, doit être prévu. Les sacs y sont stockés éventuellement empilés, hors d'atteinte des remontées d'humidité (sol ou mur), le plus souvent grâce à un faux plancher. La dimension du local est calculée pour contenir une quantité d'aliments correspondant à un mois et demi ou deux mois de consommation. Les livraisons doivent en effet avoir lieu au minimum tous les mois pour que l'aliment soit effectivement consommé dans le mois et demi qui suit sa fabrication. Lors de chaque livraison, le reste de la livraison du mois précédent doit représenter environ 10 à 15 jours de consommation. Dans le cas d'une livraison en vrac, l'aliment est stocké dans des silos spéciaux qui sont remplis par le haut et vidés par le bas. Ils doivent être totalement vidés puis désinfectés (bactéries, champignons, etc.) au moins une fois par an.

Pour des questions de coût du transport des aliments, mais surtout de vitesse minimale de rotation du stock, un aliment mixte (tableau 22)

est recommandable tant que l'élevage comprend moins de 200 femelles en reproduction. Pour plus de 300 femelles, il est préférable d'utiliser deux à trois types d'aliments: l'un pour les femelles reproductrices (par exemple les lapines allaitantes), un deuxième pour la période de sevrage et le dernier pour toutes les autres catégories (par exemple les jeunes en croissance).

PRATIQUE DE L'ALIMENTATION

Dans les pays européens: utilisation d'aliments complets granulés

L'alimentation traditionnelle européenne consistait à nourrir les lapins avec des céréales, du son et des fourrages, verts en été, secs en hiver. En outre, en hiver, les éleveurs utilisaient également des betteraves fourragères ou des carottes. Actuellement, ce mode d'alimentation est en très nette régression, particulièrement dans les pays fortement producteurs comme la France, l'Italie et l'Espagne.

Dans les élevages modernes, qui représentent la plus grande part de la production, les lapins sont nourris avec des aliments complets équilibrés répondant aux normes indiquées précédemment. Dans la très grande majorité des cas, un seul aliment est utilisé pour toutes les catégories; il correspond alors aux spécifications de l'aliment mixte figurant au tableau 22. Dans ces élevages, lorsque le rythme de reproduction est intensif, tous les lapins sont nourris à volonté, à l'exception des mâles. Quand le rythme de re-

TABLEAU 26
Effet de la présentation de l'aliment sur les performances
de croissance des lapereaux, selon différents auteurs

Auteurs	Présentation	Consommation d'aliment (g MS/jour)	Gain de poids vif (g/jour)	Indice de consommation (en MS)
Lebas, 1973 ¹	{ Farine	82	29,7	2,78
	{ Granulé	94	36,0	2,62
King, 1974 ²	{ Farine	79	20,7	3,80
	{ Granulé	85	22,9	3,70
Machin <i>et al.</i> , 1980 ³	{ Farine	102	26,5	3,80
	{ Pâtée (40% d'eau)	78	27,9	3,06
	{ Granulé	104	33,1	3,30

¹Ration composée de 58,8 pour cent de maïs + 25 pour cent de tourteau de soja + 15 pour cent de paille d'orge + 0,2 pour cent de dl-méthionine + 4 pour cent de minéraux et vitamines.

²Ration composée de 10 pour cent de farine de poisson + 20 pour cent de farine d'herbe + 40 pour cent de son de blé + 12,5 pour cent d'avoine + 17,5 pour cent de weatings; en outre, 1,5 pour cent de mélasse a été ajouté au granulé.

³Ration composée de 62 pour cent d'orge + 17,5 pour cent de tourteau de soja + 12,8 pour cent de paille d'orge + 5 pour cent de mélasse + 0,25 pour cent de lysine + 0,05 pour cent de méthionine + 0,3 pour cent de minéraux.

Note: L'essai a été réalisé à 25 °C.

production est plus lent, les femelles reçoivent le même aliment rationné, du sevrage d'une portée jusqu'à la naissance de la portée suivante. Le niveau de rationnement est généralement de 30 à 35 g de matière sèche par kilogramme de poids vif et par jour. Les jeunes en croissance sont toujours nourris à volonté lorsque les lapereaux sont élevés en groupe. Un seul point d'abreuvement est nécessaire pour 10 à 15 sujets, mais son mécanisme doit être vérifié régulièrement, afin que les animaux n'aient pas à souffrir d'une absence d'eau due à un éventuel fonctionnement défectueux. De même, un seul poste d'alimentation est suffisant pour 6 à 10 lapins, mais il en est généralement prévu au moins deux pour le cas où l'un d'eux s'obstruerait par suite d'un mauvais écoulement du granulé. La longueur d'auge, par poste de consommation, est de 7 à 8 cm.

Pour une prévision des quantités d'aliments consommées chaque jour par l'ensemble des animaux, les éleveurs prennent les valeurs suivantes:

- jeune en engraissement (de 4 à 11 semaines): de 110 à 130 g par jour;
- femelle allaitante accompagnée de sa portée (sevrage à 4 semaines): de 350 à 380 g par jour;
- adulte à l'entretien: 120 g par jour;

- ensemble de l'élevage: de 1 à 1,4 kg d'aliment par cage mère et par jour.

Les bons élevages de lapins, en France ou en Italie par exemple, enregistrent une consommation de 3,8 kg d'aliment granulé par kilogramme de poids vif vendu, y compris l'alimentation des lapins reproducteurs. Les meilleurs élevages ne dépensent que 3,4 kg d'aliment pour obtenir 1 kg de lapin vivant. Cela correspond à une dépense alimentaire de 5,9 à 6,7 kg d'aliment par kilogramme de carcasse produite. Compte tenu des teneurs en protéines des aliments et des carcasses, cela représente la fabrication de 190 à 220 g de protéines animales de haute valeur biologique à partir de 1 kg de protéines végétales, soit un rendement de 19 à 22 pour cent pour les élevages les plus performants.

Dans les pays en développement: utilisation des fourrages

Des essais pilotes conduits en Allemagne ont montré que des lapins en croissance placés dans des enclos sur une prairie naturelle, sans aucun apport d'engrais, peuvent produire annuellement, sous forme de carcasses, 240 kg de protéines par hectare (1,2 tonne de viande).

Ces observations donnent une idée des très grandes possibilités de valorisation des fourrages par le lapin, bien que, dans l'expérience allemande, les lapins n'aient eu qu'une vitesse de croissance modeste (de 20 à 25 g par jour), par rapport aux animaux élevés en cage (de 30 à 40 g par jour), et corrélativement un indice de consommation élevé. Cependant, dans la grande majorité des pays en développement, le climat et le sol sont très différents de ceux rencontrés en Allemagne. En outre, le pâturage direct par les lapins pose de tels problèmes de clôture et de prédateurs qu'il n'est en aucun cas possible de conseiller actuellement l'emploi de cette technique. C'est pourquoi il semble indispensable de passer en revue les différentes plantes spontanées ou cultivables dont l'usage a été expérimenté dans différentes régions, tropicales ou non, pour alimenter les lapins en claustration. Les céréales seront volontairement laissées de côté, car elles sont réservées en priorité à l'alimentation humaine dans la plupart des pays en développement.

Avant de passer en revue les différentes plantes utilisables pour le lapin, il nous paraît indispensable de rappeler la très grande sensibilité du lapin aux moisissures, en particulier à l'aflatoxine. Il est donc indispensable que les fourrages et les sous-produits employés soient d'une qualité hygiénique irréprochable, en particulier qu'ils n'aient pas eu l'occasion de fermenter de manière incontrôlée.

Fourrages utilisables pour l'alimentation des lapins. Les informations qui suivent concernent uniquement les plantes dont l'emploi pour le lapin a été effectif, au moins au niveau d'essais en station. Elles sont fournies par ordre alphabétique du nom latin, avec indication, lorsque cela est possible, des pays dans lesquels ces fourrages sont utilisés. Une valeur élevée pour un nutriment signifie qu'il figure dans la matière sèche à un taux supérieur aux besoins des lapins. Sauf indication contraire, les teneurs en éléments nutritifs, lorsqu'elles sont indiquées, sont exprimées en pourcentage de la matière sèche. Pour les compositions chimiques détaillées, le lecteur pourra se reporter

aux documents généraux cités à la fin de l'ouvrage, en particulier à celui publié par la FAO (Göhl, 1982) sur les fourrages tropicaux. En général, la digestibilité des nutriments n'a pas été déterminée chez le lapin. A défaut, il convient de prendre en considération les coefficients d'utilisation digestive mesurés chez les ruminants pour comparer les fourrages entre eux, mais les valeurs absolues ne peuvent être transposées, particulièrement pour la fraction cellulosique.

Alysicarpus vaginalis. Du trèfle à une feuille distribué à volonté, en complément d'un concentré, a permis d'obtenir des performances non significativement différentes de celles du témoin, chez des lapins en croissance. Cette plante cultivée en Amérique du Sud constitue une source intéressante de protéines.

Amaranthus spp. Ce fourrage, qui contient 20 pour cent de protéines, a fait l'objet d'essais au Malawi en complément d'un concentré composé de 39,5 pour cent de maïs-grain, de 26 pour cent de son de maïs, de 34 pour cent de tourteau d'arachide et de 0,5 pour cent de chlorure de sodium. Les résultats de reproduction et de croissance ont été jugés satisfaisants: 20 lapereaux produits par femelle et par an, et une croissance de 15 g par jour entre les âges de 4 et 16 semaines. L'utilisation d'*Amaranthus* spp. est routinière au Collège d'agriculture de Bunda (Lilongwe, Malawi) pour la nourriture des lapins. Les variétés hybrides modernes cultivées classiquement pour l'alimentation humaine peuvent également être utilisées pour des lapins.

Arachis hypogaea. Le tourteau d'arachide est un aliment très riche en protéines (50 pour cent) facilement utilisable quand il n'est pas trop pollué par des aflatoxines. On peut également distribuer les graines entières aux lapins, mais il y a alors concurrence directe avec l'homme. Il ne faut donc conserver cette possibilité que pour les situations exceptionnelles. Cependant, cette plante peut également fournir, par sa partie aérienne, un fourrage vert et un foin intéressants par leur forte teneur en protéines. Cet emploi est classique, par exemple au Centre de Bobo-

Dioulasso (Burkina Faso). On peut également employer la partie aérienne après la récolte des graines. Toutefois, alors que la teneur en protéines est d'environ 15 pour cent avant arrachage des graines, elle tombe en dessous de 10 pour cent lorsque les parties aériennes sont collectées après le battage des graines. Il faut également signaler que les protéines de la partie aérienne, comme celles du tourteau, sont carencées en acides aminés soufrés.

Azolla spp. Cette famille de fougères aquatiques a la capacité de fixer l'azote atmosphérique. Des essais conduits en Italie ont montré qu'*Azolla caroliniana* peut être incorporée dans l'alimentation des lapins malgré une faible digestibilité des protéines. D'autres essais italiens conduits avec *A. filiculoides* arrivent à une conclusion similaire dans un essai où cette fougère séchée au soleil a été incorporée à 23 pour cent de la ration en remplacement total du tourteau de soja. Toutefois, il faut mentionner que cette fougère aquatique a des protéines (de 30 à 32 pour cent) moins riches en lysine que celles du soja (4,5 contre 5,9 pour cent des protéines) et une teneur élevée en lignine, élément peu favorable à sa digestibilité. *A. microphylla* donne des résultats équivalents à *A. caroliniana*; par contre *A. pinnata*, moins riche en protéines (9 pour cent) est peu appréciée des lapins.

Bauhinia variegata. Les feuilles de cet arbre sont employées avec succès en Inde pour l'alimentation des lapins Angora, en complément d'un aliment concentré. Leur teneur en protéines est de 16 pour cent.

Beta vulgaris. Les betteraves fourragères et demi-sucrières fournissent une part importante de l'alimentation hivernale des élevages traditionnels européens. Là où elles sont cultivables, les betteraves peuvent apporter une part importante de l'énergie alimentaire. Il faut retenir la très bonne digestibilité (80 pour cent) de la fraction cellulosique. Les feuilles de betterave sont également bien consommées par les lapins. Elles contiennent environ 17 ou 18 pour cent de protéines, mais sont très riches en minéraux, notamment en potassium, ce qui peut entraîner des troubles digestifs.

Brachiaria mutica. Distribuée aux Philippines à des lapines reproductrices, l'herbe de Para a donné des résultats beaucoup plus satisfaisants que l'herbe à éléphant (*Penisetum purpureum*) ou l'herbe de Guinée (*Panicum maximum*). Toutefois, sa teneur modeste en protéines (de 10 à 13 pour cent) nécessite une complémentation azotée (légumineuses, aliment complémentaire, etc.).

Brachiaria ruziziensis. Ce fourrage fait partie de la ration de base produite sur place pour l'élevage de lapins à Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). Cependant, comme toutes les graminées, sa teneur en protéines reste modeste (de 8 à 13 pour cent) et, pour une bonne valorisation, il doit être complété par des aliments plus riches en protéines. Ce fourrage peut être cultivé par exemple en mélange avec *Stylosanthes*, l'ensemble étant mieux équilibré que chaque fourrage pris isolément.

Cajanus cajan. Le foin de cette légumineuse arborescente («guandu» au Brésil) peut être sans problème incorporé dans un aliment complet pour lapins en croissance, en remplacement du foin de luzerne. Le foin de pois cajan constitue donc une source intéressante de protéines (de 15 à 25 pour cent, selon le stade de récolte) et de fibres (de 30 à 35 pour cent de cellulose brute).

Celtis australis. Les feuilles de cet arbre ont été employées avec succès dans l'alimentation des lapins Angora en Inde. Par rapport à la matière sèche, elles ont une teneur modeste en protéines (12,4 pour cent) et en cellulose brute (14,6 pour cent), mais une teneur relativement élevée en lipides (5,7 pour cent) et surtout en cendres (17,7 pour cent).

Chamaecrista aeschynomene. Cette légumineuse tropicale est couramment employée pour l'alimentation dans les élevages de lapins créoles aux Antilles françaises.

Cocos nucifera. Les noix de coco jeunes, une fois que l'on en a consommé le lait, sont fort appréciées des lapins. Aux Antilles françaises, elles sont distribuées aux lapins en complément de la ration comme source de lest. Une expérimentation sur lapins en croissance con-

duite à Sri Lanka a montré que, sous cette forme, la noix de coco peut représenter 20, voire 30 pour cent de la ration.

Cucurbita foetidissima. Cette cucurbitacée, qui pousse naturellement dans la partie sub-désertique du nord du Mexique, fournit une racine de très grosse dimension, riche en amidon (65 pour cent). La racine broyée peut être séchée au soleil en deux ou trois jours. La farine ainsi obtenue peut être incorporée au moins jusqu'à 30 pour cent dans des aliments complets pour lapins reproducteurs ou à l'engraissement en remplacement du sorgho-grain. Les essais effectués à l'Université de Chihuahua (Mexique) permettent d'affirmer qu'elle n'a pas d'effet toxique. La partie aérienne et surtout les fruits sont riches en protéines (de 12 à 30 pour cent), mais les essais d'utilisation n'ont pas été réalisés avec des lapins. Leur forte amertume, gênante pour les autres espèces, n'est pas nécessairement un obstacle à leur consommation par le lapin. Des expérimentations complémentaires sont donc nécessaires pour mieux connaître toutes les possibilités d'emploi de cette plante sub-désertique, à priori très intéressante.

Daucus carota. Aliment traditionnel des lapins fermiers européens, la carotte est cultivable dans de nombreux pays tropicaux. Elle est en particulier utilisée pour nourrir les lapins en Zambie. Les feuilles et les racines ont une teneur comparable en protéines (de 12 à 13 pour cent), mais les feuilles, comme celles de la betterave, sont très riches en minéraux.

Dendrocalamus hamiltonii. Les feuilles de cet arbre ont été employées avec succès dans l'alimentation des lapins Angora en Inde, en complément d'un aliment concentré commercial. Par rapport à la matière sèche, les teneurs en protéines et en cellulose brute sont relativement modestes (15,6 et 23,2 pour cent, respectivement), mais la teneur en cendres est particulièrement élevée (18,4 pour cent).

Eichhornia crassipes. Les lapins acceptent de consommer les feuilles et les bulbes de la jacinthe d'eau, mais l'utilisation digestive est médiocre: CUDa de l'énergie de 24 pour cent pour

la plante verte consommée en l'état. Incorporée à 25 pour cent dans un aliment complet, la farine de jacinthe d'eau permet de bonnes performances zootechniques; une incorporation à 50 pour cent, ou davantage, est moins intéressante. Mais les teneurs en arsenic de la viande, et surtout du foie et des reins, observées lors des essais, laissent planer un doute sérieux sur les possibilités d'utilisation de cette plante pour alimenter des lapins de chair, si les eaux dans lesquelles poussent les jacinthes sont polluées. Au Zaïre, les éleveurs de lapins utilisent les jacinthes d'eau locales pour nourrir leurs animaux, qui en sont très friands (élevages situés près du fleuve Congo). En Nouvelle-Calédonie, une jacinthe locale appelée «lys d'eau» est également un aliment traditionnel fort apprécié des lapins. Ceux-ci consomment la totalité de la plante: tiges, bulbes et racines.

Erythrina glauca. Les feuilles de cet arbre sont bien acceptées par le lapin. Dans un essai conduit en Colombie, cette source de protéines (30 pour cent) a permis une croissance de 11,5 g par jour en simple complément de jus de canne à sucre. La proportion de feuilles d'Erythrina est même passée de 50 pour cent de la matière sèche consommée chaque jour en début d'essai à 65 pour cent huit semaines plus tard.

Grewia optiva. Les feuilles de cet arbre contiennent environ 17 pour cent de protéines. Distribuées à volonté en complément d'un aliment concentré, elles ont permis dans un essai conduit en Inde d'obtenir une production de poil angora équivalente à celle du témoin ne recevant que le concentré.

Gynura cusimba. Ce fourrage, dont les feuilles contiennent 27 pour cent de protéines, pousse de manière abondante au Népal durant la saison sèche. Les lapins le consomment volontiers, alors que les autres herbivores domestiques (bovins, ovins et caprins) le délaissent. Cette différence de comportement donne l'occasion de rappeler les risques qui existent à transposer les observations faites sur une espèce à une autre espèce animale.

Hibiscus rosa-sinensis. Les branchages de ces arbustes, qui constituent un certain nombre de

haies vives dans les Caraïbes, peuvent être distribués avec bénéfice aux lapins. Cet emploi est courant en Haïti par exemple. Les jeunes pousses contiennent environ 15 pour cent de protéines et 16 pour cent de cellulose brute. Toutefois, un essai où les feuilles d'hibiscus et un aliment complet granulé étaient distribués à volonté a montré une très mauvaise valorisation nutritionnelle de ce fourrage.

Indigofera arrecta. Cette légumineuse spontanée au Mozambique pousse naturellement durant la saison sèche sans irrigation. La culture est aisée à partir des graines sauvages récoltées au moment approprié. Sa teneur élevée en protéines (25 pour cent) en fait une source azotée appréciée pour les lapins au Mozambique, particulièrement en saison sèche.

Ipomoea batatas. Les tubercules de patate douce, facilement cultivables dans un jardin familial, sont des sources intéressantes d'énergie (70 pour cent d'amidon) pour l'alimentation humaine. Les éventuelles surproductions, ou une culture réservée, peuvent également servir à alimenter les lapins en énergie. Mais la partie aérienne fortement développée doit également être prise en considération en raison de sa bonne teneur en protéines (de 16 à 20 pour cent). Elle constitue un fourrage intéressant pour les lapins et est effectivement utilisée à l'île Maurice et dans les Antilles françaises pour nourrir ces animaux, principalement dans les élevages familiaux. Un essai conduit au Mozambique a montré que les feuilles de patate douce en complément de la ration permettent de bonnes performances, principalement en raison de leur bonne digestibilité. Des essais conduits dans de nombreux pays tropicaux ont confirmé l'intérêt nutritionnel de la partie aérienne de la patate douce.

Ipomoea tiliacea. Cette convolvulacée spontanée aux Antilles françaises est la base de l'alimentation traditionnelle des lapins créoles. Elle n'est pas cultivée, mais simplement récoltée dans les haies où elle pousse naturellement.

Lathyrus sativus. La vesce est souvent cultivée en Afrique du Nord en mélange avec de l'avoine; l'ensemble, connu sous le nom de

vesce-avoine, est utilisé comme fourrage vert ou ensilage pour le bétail. Le fourrage vert est apprécié par les lapins. Distribué à volonté en même temps qu'un aliment concentré, il permet des vitesses de croissance ou une reproduction acceptables. Par contre, la conservation par ensilage représente une perte sensible de la valeur alimentaire et le produit est peu apprécié des lapins.

Lespedeza spp. Ces légumineuses sont susceptibles de fournir aux lapins un fourrage vert et éventuellement un foin riche en protéines.

Leucaena leucocephala. Cette légumineuse est très probablement celle qui a fait l'objet du plus grand nombre d'essais en station sur des lapins. Elle est en effet intéressante par sa forte teneur en protéines (28 pour cent) et par ses possibilités de croissance en saison sèche. Le semis et la culture ne posent aucun problème dans les sols où cette plante pousse naturellement (île Maurice, par exemple). Quand les bactéries symbiotes ne sont pas présentes, un ensemencement bactérien peut être utile (Antilles françaises). Par contre, la présence d'un acide aminé particulier, la mimosine, antagoniste de compétition de la tyrosine et de la phénylalanine, apparaît pour certains comme un facteur limitant à l'emploi de *L. leucocephala*. Les auteurs des essais, par prudence, conseillent de ne pas dépasser 25 pour cent de cet acacia dans la ration des lapins (Mozambique). Toutefois, des essais de croissance réalisés à l'île Maurice montrent que *L. leucocephala* peut remplacer 40, voire 60 pour cent de l'aliment complet équilibré sans poser de problème de croissance, ni de santé (figure 6). Dans ces essais, même uniquement avec de l'acacia, les auteurs n'ont pas constaté d'accidents de diarrhée ou de symptômes attribuables à la mimosine. Dans d'autres essais, réalisés au Malawi, cet acacia a donné de bons résultats comme fourrage complémentaire d'un concentré (voir essais avec l'amarante), tant pour la croissance que pour la reproduction. Essayé en complément de son de maïs également au Malawi, il donne des résultats de croissance acceptables (60 g par semaine) et meilleurs que

ceux obtenus avec *Tridax procumbens*, et surtout avec *Pennisetum purpureum*. Utilisé en complémentation d'aliments «poulet de chair», il permet une croissance de l'ordre de 100 à 110 g par semaine. Malheureusement, dans beaucoup d'essais, la teneur en mimosine n'a pas été déterminée, alors qu'il paraît maintenant évident que le taux maximal de *Leucaena* utilisable dans la ration des lapins dépend de sa teneur en mimosine. Il faut néanmoins savoir que cette teneur est deux ou trois fois plus faible dans les feuilles âgées que dans les jeunes pousses.

Malgré ces résultats encourageants, le problème de la mimosine reste encore posé. En effet, la toxicité est de type cumulatif; elle pourrait ne pas avoir eu le temps de se manifester dans les essais de croissance, bien que ces derniers couvrent la totalité de la période d'engraissement. Cependant, plusieurs essais d'utilisation continue réalisés à l'île Maurice, au Togo et au Malawi, avec des taux de 10 à 20 pour cent de *Leucaena*, n'ont pas entraîné d'accidents de croissance, ni de reproduction. Il faut noter qu'en raison de la nature du composé, la mimosine étant un acide aminé, le séchage ne réduit pas sa toxicité vis-à-vis des animaux. Toutefois, ce dernier point n'a pas été testé sur le lapin. Enfin, un apport de sulfate de fer chélate la mimosine et réduit considérablement sa toxicité chez le lapin, en raison d'une nette diminution de l'absorption intestinale de la mimosine sous forme chélatée. L'apport souhaitable (de 2 à 3 pour cent de la ration) semble devoir être de quatre fois la teneur en mimosine.

Manihot utilisissima. Le programme de développement du lapin au Ghana inclut la culture de manioc pour l'alimentation des lapins. L'incorporation de 15 à 45 pour cent de farine de manioc (87 pour cent d'amidon et de 2,5 à 3 pour cent de protéines) dans des aliments équilibrés complétés par 200 g de fourrages verts chaque jour a donné des résultats de croissance et de reproduction comparables à ceux obtenus avec l'aliment témoin sans manioc. Cependant, l'utilisation du manioc pour la nourriture des lapins ne devrait être envisagée que là où les populations humaines ont une

alimentation énergétique largement suffisante, ce qui est le cas par exemple en Egypte. En outre, l'emploi du manioc nécessite une complémentation en protéines et en lest cellulosique. Par ailleurs, comme les épluchures de manioc ont une teneur de 6 pour cent en protéines et de 10 pour cent en cellulose brute, et que les feuilles contiennent de 24 à 28 pour cent de protéines, l'emploi de ces deux sous-produits du manioc dans l'alimentation des lapins mériterait quelques essais comparatifs. Enfin, il convient de signaler le léger effet goitrigène du manioc, sans conséquence pratique pour les lapins en croissance, mais potentiellement préoccupant pour les reproducteurs si le taux d'incorporation dépasse 30 pour cent.

Marremia tuberosa. Ce fourrage, riche en protéines (24 pour cent), est utilisé au Mozambique pour alimenter les lapins. Il présente l'avantage de pousser dans ce pays en saison sèche.

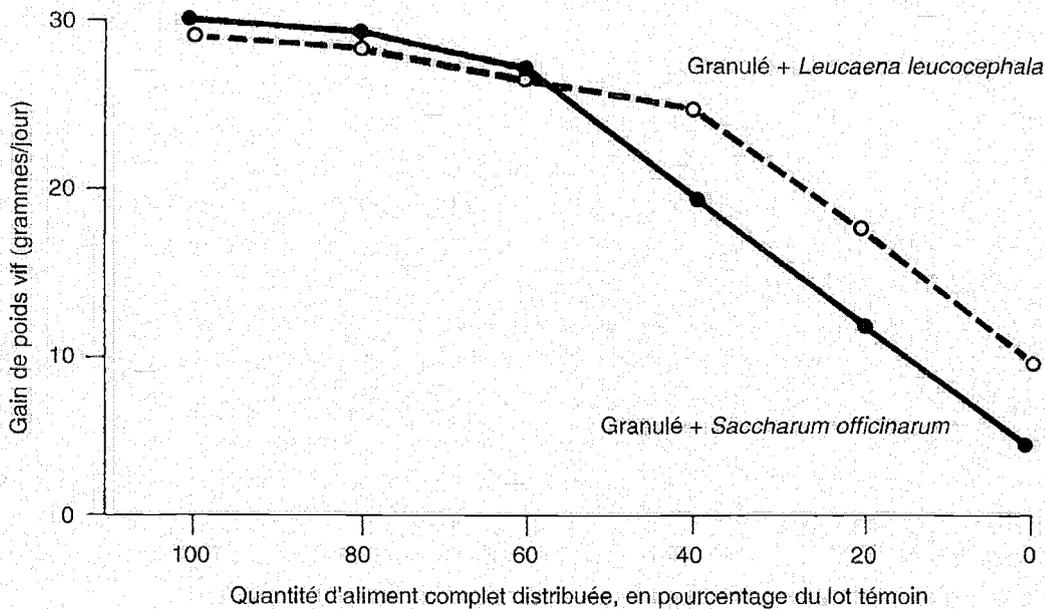
Medicago sativa. La luzerne est certainement le fourrage type utilisable pour le lapin partout où sa culture est possible. Elle est cultivée sur les terres irriguées tant au Mexique qu'au Mozambique ou au Pakistan. Par contre, elle ne pousse pas dans les zones tropicales humides (Caraïbes). Il est possible d'alimenter des lapins reproducteurs ou en croissance uniquement avec de la luzerne verte. Sous forme de foin, son ingestibilité est moins bonne. La présence d'une certaine quantité de saponines peut être considérée comme un élément plutôt favorable à l'appétibilité.

Mimosa pigra. Aucun effet néfaste n'a été observé lorsque, dans des essais conduits en Thaïlande, cette plante épineuse a remplacé *Brachiaria mutica* dans l'alimentation des lapins. Sa teneur en protéines (22 pour cent) est comparable à celle de *Leucaena leucocephala*.

Morus alba. Les feuilles de mûrier, quand elles ne sont pas utilisées pour l'élevage du vers à soie, peuvent être utilisées sans problème pour l'alimentation des lapins. Des travaux conduits en Inde ont même démontré qu'il est possible d'assurer la ration d'entretien d'un lapin adulte exclusivement avec des

FIGURE 6

Evolution du gain de poids entre 6 et 14 semaines d'âge de lapins Néo-Zélandais Blancs, en fonction de l'apport d'aliment complet équilibré¹



¹ Exprimé en pourcentage du lot témoin et complété, à partir d'un apport de 80 pour cent, par la distribution à volonté, soit de *Leucaena leucocephala* (○—○), soit de *Saccharum officinarum* (●—●).
Source: D'après Ramschurn, 1978.

feuilles de mûrier. En complément d'un concentré, elles sont utilisées aussi en Inde pour l'alimentation des lapins Angora.

Musa spp. Les lapins peuvent être nourris avec les bananes rejetées lors des tris commerciaux. Cet aliment, riche en énergie et pauvre en protéines (de 5 à 6 pour cent), doit obligatoirement être complété. Des éleveurs utilisent les déchets de triage de bananes dans différents pays d'Afrique et aux Antilles françaises. D'autre part, les feuilles peuvent également être utilisées comme fourrage vert (Cameroun, Zambie, Antilles françaises). Leur apport de protéines n'est pas négligeable: de 10 à 11 pour cent de la matière sèche. Si des informations sur l'emploi des feuilles ont pu être obtenues, cela n'a pas été possible en ce qui concerne l'emploi de troncs de bananier pour l'alimentation du lapin. Il convient seulement de rappeler leur très faible teneur en protéines (de 1,5 à 2 pour cent) et la forte teneur en

extractif non azoté (70 pour cent) susceptibles d'en faire un aliment énergétique. De son côté, la peau de la banane peut également être utilisée pour remplacer jusqu'à 35 pour cent du concentré chez le lapin en croissance.

Neotonia wightii. Dans un essai conduit au Brésil, il a été montré que le foin de soja pérenne peut remplacer totalement la luzerne dans une ration complète qui en contient 38 pour cent. Il y a même eu une amélioration non significative de la vitesse de croissance (41,5 g par jour contre 37,1 g par jour avec le témoin luzerne). Cette légumineuse peut donc constituer une source intéressante de protéines et de fibres pour le lapin.

Opuntia ficus. Les raquettes du figuier de Barbarie peuvent être données aux lapins. Cependant, en grande proportion (plus de 40 pour cent de la ration), elles entraînent des risques de diarrhée en raison de la forte digestibilité de la fraction cellulosique.

Oryza sativa. La paille ou le son de riz peuvent être bien valorisés par le lapin dans la mesure où ils sont bien conservés. Un travail fait en Chine a montré qu'une fermentation contrôlée de la paille de riz, avec des souches bactériennes de *Trichoderma* et d'*Azotobacter*, permet d'accroître sa valeur alimentaire, qui peut ainsi remplacer du son de blé. Toutefois, le risque de fermentation incontrôlée pourrait voir apparaître une production de mycotoxines.

Panicum maximum. Dans les différents essais où l'herbe de Guinée figure à côté d'autres fourrages, les résultats ne lui sont guère favorables. Cela est dû en grande partie à la faiblesse de sa teneur en protéines: de 5 à 10 pour cent de la matière sèche en fonction du stade végétatif. Cependant, elle figure dans la ration de base aussi bien au Ghana qu'aux Antilles françaises. Dans ce cadre, elle apporte surtout du lest cellulosique et un peu d'énergie. Un autre usage peut lui être trouvé: la plante sèche est parfois utilisée comme litière ou comme garniture de la boîte à nid, quand les reproductrices sont élevées sur grillage.

Pennisetum purpureum. Plus encore que l'herbe de Guinée, l'herbe à éléphant donne des résultats décevants dans les essais d'alimentation des lapins reproducteurs ou en croissance, également en raison de la faiblesse de sa teneur en protéines (de 6 à 8 pour cent). Par exemple, dans un essai réalisé au Malawi, en complément de son de maïs, la croissance n'a été que de 15 g par semaine, contre 60 g pour *Leucaena leucocephala*. On peut prévoir cependant son utilisation comme source de lest pour les lapins, comme cela se pratique aux Antilles françaises. Une culture mixte où l'herbe à éléphant sert de support à une légumineuse grimpante comme *Pueraria* est envisagée au Zaïre. Le mélange donne un fourrage nettement mieux équilibré. Comme pour l'herbe de Guinée, on peut également utiliser les tiges sèches de *Pennisetum* comme litière ou garniture de boîte à nid.

Pistia stratiotes. Incorporée jusqu'à 30 pour cent dans la ration de lapins en croissance, la farine de laitue d'eau, séchée au soleil (Nigéria),

permet une croissance équivalente à celle du témoin.

Populus spp. Les feuilles fraîches de peuplier peuvent former une ressource fourragère pour le lapin en remplacement de foin de luzerne (feuilles séchées au soleil). Les feuilles issues d'arbres adultes sont moins riches en protéines (15 pour cent de la matière sèche) que celles provenant de repousses de peupliers exploités en taillis (de 20 à 22 pour cent de la matière sèche). Elles peuvent représenter jusqu'à 40 pour cent de la ration selon les essais conduits aux Etats-Unis.

Prosopis chiliensis. Les fruits de cet arbre originaire d'Amérique du Sud et résistant à la sécheresse ont été introduits au Chili dans des aliments complets pour lapins, de manière à remplacer jusqu'à 60 pour cent des protéines de la ration de base. La croissance n'a pas été altérée même avec l'aliment contenant 29,4 pour cent de fruits (séchés).

Psilotricum bovinianum. Ce fourrage présente l'avantage de pousser sans irrigation en saison sèche (au Mozambique) et d'avoir une teneur élevée en protéines (de 20 à 21 pour cent). Cela en fait un fourrage intéressant pour les lapins.

Pueraria spp. L'utilisation des légumineuses de cette famille, comme *Pueraria phaseoloides* ou *P. javanica*, pour l'alimentation des lapins est conseillée dans différents pays africains, en particulier au Ghana. *P. javanica* est l'aliment de base de nombreux élevages fermiers au Zaïre. Les lapins le consomment très volontiers. Comme *Stylosanthes*, *Pueraria* reste vert même durant la saison sèche.

Robinia pseudoaccacia. Différents essais effectués aux Etats-Unis et en Inde sur des lapins en croissance ou sur des lapins Angora ont montré que les feuilles de robinier peuvent remplacer sans difficulté la luzerne dans la ration des lapins, simplement au prix d'une éventuelle légère baisse de performance.

Saccharum officinarum. La canne à sucre, cultivable dans les pays à climat tropical humide, peut être employée avec succès dans l'alimentation des lapins, malgré la faiblesse de sa teneur en protéines (de 1 à 2 pour cent). Lors

d'un premier essai réalisé à l'île Maurice, la distribution de canne à sucre grossièrement hachée a permis de réduire de moitié l'apport d'aliment complet sans altération des performances de croissance. Dans un essai complémentaire, il a été montré que la distribution à volonté de canne à sucre hachée permet de remplacer jusqu'à 40 pour cent de l'aliment complet équilibré distribué en même temps (voir figure 6). Il convient de noter que, lors d'un essai similaire, *Leucaena leucocephala* a permis d'économiser jusqu'à 60 pour cent du même aliment complet. Dans un essai conduit en Nouvelle-Calédonie, il a été montré que les lapins préfèrent consommer d'abord les feuilles sèches, puis les feuilles vertes, et enfin la canne proprement dite (préalablement coupée en morceaux).

Setaria spp. Les fourrages de ce genre sont utilisés à l'île Maurice, en complémentarité d'aliments concentrés, pour nourrir les lapins. Comme toutes les graminées, ils sont pauvres en protéines.

Solanum tuberosum. L'utilisation des tubercules de pommes de terre cuits est parfaitement possible dans l'alimentation des lapins comme source d'énergie, mais cela fait concurrence à l'alimentation humaine. Par contre, dans de nombreux pays, les épluchures de pommes de terre figurent dans les déchets de cuisine. Outre le fait qu'il est préférable de les distribuer cuites plutôt que crues, il faut signaler que des arrêts complets de croissance ont été obtenus en distribuant 20 g par jour et par animal de pelures vertes de pommes de terre en sus de la ration normale. Il faut donc absolument éviter de distribuer des épluchures de pommes de terre qui auraient verdi à la lumière.

Sorghum vulgare. Outre les grains de sorgho, la partie verte aérienne peut être distribuée avec bénéfice aux lapins. Cela est pratiqué par exemple au Ghana et au Mexique.

Stylosanthes spp. Les légumineuses de ce genre sont cultivées sous les climats tropicaux secs et humides. Même si, en zone aride, elles ne poussent pratiquement pas durant la saison sèche, elles ont l'avantage de rester vertes. Dif-

férentes espèces ont été utilisées pour les lapins, par exemple *Stylosanthes gracilis* (Ghana, Zaïre, Burkina Faso) et *S. hamata* (Martinique).

Taraxacum officinale. Cette composée figure parmi les plantes sauvages employées pour la nourriture des lapins dans les systèmes traditionnels européens. L'emploi du pissenlit a également été signalé pour l'alimentation des lapins au Togo.

Tridax procumbens. Considérée comme une mauvaise herbe dans les prairies au Malawi, cette plante présente l'avantage de pousser dans ce pays en saison sèche. En outre, sa teneur en protéines (de 12 à 13 pour cent) en fait un aliment intéressant pour le lapin. Son emploi en complémentarité d'aliments concentrés a été jugé satisfaisant au Malawi. Par contre, en complémentarité de son de maïs, les résultats de croissance sont moins intéressants qu'avec *Leucaena leucocephala*, mais sensiblement meilleurs qu'avec *Pennisetum purpureum* (effet probable de l'apport de protéines).

Trifolium alexandrinum. Le trèfle d'Alexandrie, typique des climats méditerranéens, sert de base alimentaire presque exclusive pour l'élevage des lapins au Soudan. En Egypte, des essais d'alimentation exclusive avec du trèfle d'Alexandrie ont permis d'obtenir des lapins pesant 1,23 kg vif à 16 semaines, avec des sujets croisés Baladi x Géant des Flandres (gain moyen hebdomadaire de 67 g). Ce trèfle, comme toutes les légumineuses, est intéressant par sa teneur élevée en protéines.

Vicia spp. L'utilisation des vesces sauvages, cultivées seules ou en mélange avec des graminées, peut fournir un fourrage riche en protéines apprécié des lapins. Toutefois, la rapidité d'évolution de la plante incite à en faire de préférence du foin, à moins que l'on puisse échelonner suffisamment les semis pour obtenir une production étalée dans le temps.

Vigna sinensis. Dans les Antilles françaises, les pois sauvages peuvent fournir des fourrages verts ou des graines, tous deux riches en matières azotées. *Vigna sinensis* et *V. unguiculata* sont employés dans ces îles pour l'alimentation des lapins.

Zea mays. Bien que les grains de maïs soient réservés à l'alimentation humaine dans la majorité des pays en développement, l'emploi de cette plante sous forme de fourrage peut être envisagé dans certaines régions. La teneur en protéines de ce fourrage reste modeste et il doit donc être complété en azote. Il est employé par exemple au Burkina Faso.

Cette longue liste de plantes utilisées dans l'alimentation des lapins n'est cependant pas exhaustive. On peut retenir d'autres plantes utilisables, par exemple des graminées comme les *Digitaria* de différentes espèces, même si elles manquent en général de protéines. Pour les pays où ils sont cultivables, il faut également ajouter les choux – aliment traditionnel des lapins en France –, qui fournissent un apport non négligeable de protéines (de 17 à 20 pour cent). Des essais conduits au Cameroun ont montré qu'ils peuvent constituer avec bénéfice jusqu'à 15 pour cent de la ration.

Sous-produits agricoles et industriels directement utilisables. Les sous-produits agricoles et industriels, dont la liste et la composition sont en général disponibles pour chaque région, ne seront pas passés en revue ici. On soulignera simplement l'intérêt de certains, notamment les différents tourteaux d'oléagineux tropicaux comme l'arachide, le palmiste et le coprah. Par contre, l'usage du tourteau de coton doit être envisagé avec prudence, en raison de la sensibilité du lapin au gossypol (au moins égale à celle du porc). Toutefois, des tourteaux de coton contenant jusqu'à 700 ppm de gossypol libre ont été employés sans inconvénient chez le lapin en croissance. Dans de nombreux pays où ce tourteau est disponible, il est préférable de l'employer, quitte à avoir des performances réduites de 10 à 15 pour cent par rapport à une ration sans gossypol, plutôt que de vouloir à tout prix introduire à sa place (source de protéines) des farines animales coûteuses ou de qualité bactériologique douteuse. Il faut également mentionner les sous-produits du maïs et du riz. On peut aussi envisager l'utilisation des drêches de brasserie et des

pulpes d'agrumes quand les usines ne sont pas trop éloignées. Enfin, les lapins peuvent être nourris avec les déchets des conserveries d'ananas, comme cela est pratiqué en Côte-d'Ivoire, bien que ce sous-produit soit pauvre en protéines.

Les drêches de brasserie (résidus de la fabrication de bière courante à base d'orge) ou les drêches de dolo (résidus de la fabrication de bière de mil) donnent de bons résultats. Ainsi, dans un essai réalisé au Burkina Faso, les drêches de dolo ont été incorporées à 80 pour cent dans un aliment concentré (+ 10 pour cent de tourteau d'arachide + 6 pour cent de farine de sang et 4 pour cent de farine d'os), distribué avec un complément de fourrage (*Brachiaria* vert ou fanes d'arachide sèches); avec ce type d'alimentation, la croissance a été plus satisfaisante (104 g par semaine avec une souche locale) qu'avec un aliment complet importé (83 g par semaine). Les drêches de brasserie séchées au soleil sont aussi souvent incorporées comme source de protéines dans les rations des lapins de la périphérie urbaine d'un certain nombre de villes africaines.