

Gidenne T., Lebas F., Savietto D., Dorchies P., Duperray J., Davoust C., Lamothe L., 2015. Chapitre 5 : Nutrition et alimentation. . in Gidenne T., Le Lapin : de la biologie à l'élevage, Editions Quae Versailles, France, 139-184. □

5

Nutrition et alimentation

Thierry Gidenne, François Lebas, Davi Savietto, Paul Dorchies,
Joël Duperray, Chantal Davoust, Laurence Lamothe

Nos connaissances en alimentation du lapin proviennent pour l'essentiel d'études sur l'animal élevé en cage, nourri à volonté avec un aliment unique (sans libre choix) sous forme de granulés secs et en conditions climatiques contrôlées (en intérieur). La régulation de l'ingestion, l'alimentation et la nutrition seront évoqués selon plusieurs facteurs (âge, type d'alimentation, etc.). La dernière partie de ce chapitre traitera de l'alimentation du lapin (domestique et sauvage) pour des conditions d'élevage variées (extérieur, climat tropical, etc.) ou en situation de libre-choix.

Comportement alimentaire et ingestion de nutriments

Le comportement alimentaire du lapin est marqué par deux caractéristiques fortes. D'une part, il présente une forte aptitude et un goût pour grignoter et ronger des matériaux (aliments ou non), bien que l'animal ne soit pas un rongeur (voir chapitre 1), en lien avec sa physiologie digestive d'herbivore monogastrique (voir Nutriments pour la croissance et la santé digestive). D'autre part, comme tous les lagomorphes, le lapin pratique la cæcotrophie, soit l'ingestion totale d'un excréta spécifique : les « cæcotrophes » (voir chapitre 2). Ainsi, le lapin effectue deux types de repas, avec des aliments et avec des cæcotrophes. Comme herbivore, son système d'ingestion et de digestion est presque inversé par rapport aux ruminants. Pour ce dernier, le système consiste à retenir les particules de nourriture dans le rumen pour y être fermentées (début du tube digestif) jusqu'à ce qu'elles atteignent une taille suffisamment faible pour passer dans la suite de l'intestin. Pour le lapin, à l'inverse, la nourriture transite assez vite jusqu'à la fin de l'intestin grêle, puis il y a une rétention préférentielle des particules fines de digesta dans les segments fermentaires (cæcum et côlon proximal), avec un rejet rapide des particules grossières (riches en fibres peu digestes) dans les crottes dures. Ceci est associé à une ingestion répartie en de nombreux repas, favorisant ainsi un transit rapide des digesta et la valorisation des fractions fibreuses les plus digestibles. Par conséquent, le lapin peut consommer une grande variété d'aliments, des graines aux plantes herbacées voire ligneuses, et il peut donc s'adapter à des environnements alimentaires très divers, du désert aux climats tempérés ou même froids.

Une alimentation lactée quasi-exclusive jusqu'à trois semaines d'âge

En moyenne, le lapereau n'est allaité par sa mère qu'une fois par jour (voir chapitre 4). Néanmoins, en élevage, environ 15 % des mères peuvent nourrir leurs jeunes deux fois par jour, avec une plus forte fréquence en deuxième semaine de lactation (Hoy et Selzer, 2002). Cependant, l'intérêt d'allaitements multiples par une même mère est faible puisque des lapereaux allaités une fois ou deux fois par jour ont la même croissance. Éventuellement, 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 ne présente pas un comportement d'allaitement (position typique du corps).

Comme évoqué précédemment, la première tétée (colostrum) intervient dans les minutes qui suivent la naissance, voire, pour les premiers-nés, avant que la parturition soit totalement achevée. Elle est essentielle pour assurer la survie précoce du lapereau. Le lapereau de 5-6 jours peut boire, en une seule tétée, jusqu'à 25 % de son poids vif en lait.

De plus, le lapereau peut consommer quelques fèces dures maternelles, dès 7 à 9 jours d'âge, que la lapine dépose parfois dans le nid durant la première semaine de lactation. Ce comportement de coprophagie du lapereau est stimulé et prolongé (jusqu'à trois semaines d'âge) si on ajoute quelques fèces exogènes dans le nid, et cela contribuerait à sa viabilité.

Entre une et trois semaines d'âge, le jeune augmente sa prise de lait de 10 à 25 g de lait/jour (figure 5.1), puis la production laitière diminue (plus rapidement si la mère est gestante). De la naissance à 25 jours d'âge, un lapereau élevé dans une portée de 7 à 9 jeunes consomme entre 360 et 450 g de lait. À partir de 21 jours d'âge et jusqu'au sevrage (couramment entre 30 et 35 jours), l'ingestion de lait se réduit (80 à 120 g de 26 à 32 jours), alors que l'ingestion d'aliments solides granulés s'accroît rapidement.

Avant le sevrage : transition du lait vers l'aliment solide.

En conditions courantes d'élevage, le seul aliment solide disponible pour les lapereaux est sous forme de granulés secs (11 à 12 % d'eau) dans la mangeoire de la mère. L'apprentissage de l'abreuvement précède celui de l'aliment solide. L'ingestion de granulés ne débutera que si le lapereau peut se déplacer pour accéder à la mangeoire de la mère et à l'abreuvement (par exemple pipette à eau), soit entre 16 et 21 jours d'âge (figure 5.1). Ainsi, l'ingestion totale de granulés est de 25 à 30 g/lapereau pour la période 16-25 jours ; puis elle est presque décuplée dans la semaine qui suit (150 à 200 g/lapereau entre 26 et 32 jours). Au sevrage (\approx 1 mois), l'ingéré quotidien de granulés est d'environ 60 g (poids vif \approx 700 g). Cette quantité de granulés ingérés variera en proportion du poids vif du lapereau, et de manière inverse avec l'ingestion de lait : une forte ingestion de lait retardera le début de l'ingestion d'aliment solide et réduira la quantité ingérée. L'âge au sevrage est évidemment un facteur « absolu » pour moduler l'âge du début d'ingestion d'aliment solide. Par exemple, à l'état sauvage, les lapereaux peuvent être sevrés vers 3 semaines et demie d'âge, si la mère est de nouveau gestante et qu'elle prépare un nouveau nid pour la prochaine portée.

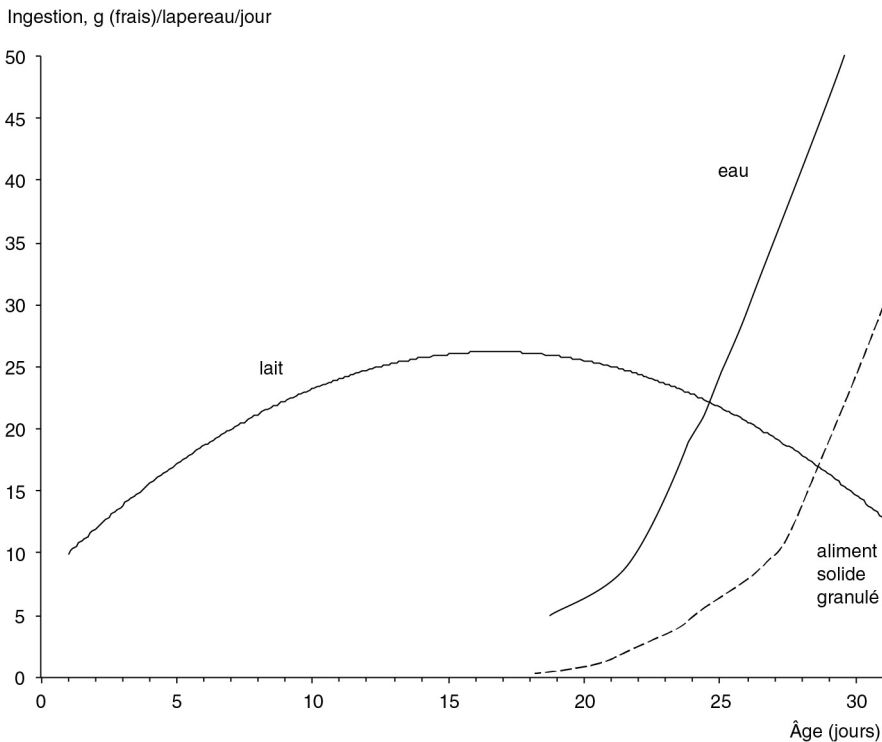


Figure 5.1. Profil d'ingestion chez le lapereau de la naissance au sevrage.

La période 25-30 jours d'âge est particulière, puisque l'ingestion d'aliment granulé va dépasser celle de lait, et que le lapereau va passer d'une seule tétée par jour à de nombreux repas solides et liquides (25 à 30/24h) plus ou moins alternés et répartis le long de la journée, avec des repas plus fréquents en période nocturne. De plus, on assiste à l'installation du comportement de cæcotrophie, qui débute entre 22 et 28 jours d'âge, dès que le jeune consomme suffisamment d'aliment sec ; et en parallèle le contenu cæco-colique et l'activité microbienne cæcale se développent. Ainsi, dans cette période, le lapereau peut avoir trois types de repas différents : le lait, l'aliment sec (granulé) et les cæcotrophes. Cependant, le comportement alimentaire individuel du lapereau reste difficile à étudier et demeure donc largement méconnu. Avant sevrage, la régulation en fonction de l'énergie digestible ingérée n'est pas établie et d'autres facteurs doivent jouer un rôle, tels que l'odeur et la dureté du granulé, ou sa taille. De plus, l'ingestion d'aliment solide présente une grande variabilité entre deux portées (10 à 45 %)

Les nutriments fournis par le lait sont à 90 % des lipides et des protéines, sachant que la concentration en lactose du lait de lapine est très faible (< 2 g/kg frais, voir p. Composition nutritionnelle du lait). Ainsi, jusqu'à trois semaines d'âge, l'ingestion énergétique du lapereau provient essentiellement des lipides du lait. Mais, dès 25 jours d'âge, la quantité de nutriments fournis par l'aliment sec dépasse celle fournie par le lait (figure 5.2, planche 6). Les protéines végétales deviennent

dominantes tandis que les sources d'énergie se diversifient (amidon, sucres, fibres) et s'inversent au plan quantitatif. Dès le sevrage, les fibres représentent près de la moitié de l'ingéré (31 g TDF ingéré/j pour un ingéré d'aliment de 65 g) et l'amidon 18 %, tandis que l'ingestion de lipides devient très mineure (2 g/j), alors que cela représentait la quasi totalité de l'ingéré énergétique jusqu'à trois semaines d'âge. Ainsi, en l'espace de deux semaines (21 à 35 jours), le profil nutritionnel du lapereau est totalement remanié. Cette phase de transition alimentaire correspond au déploiement des fonctions digestives typiques d'un herbivore, avec le développement de l'activité microbienne caecale pour l'hydrolyse des fibres et leur fermentation. Comme pour de nombreux autres jeunes mammifères, ces nombreux changements physiologiques dans une fenêtre temporelle relativement étroite pourraient être à l'origine de la sensibilité aux troubles digestifs du jeune lapin autour du sevrage.

Alimentation solide chez le lapin en croissance et l'adulte

Au préalable, soulignons que l'ingestion d'un aliment sec nécessite d'abreuver l'animal (voir L'abreuvement : quantité et qualité). Quel que soit l'âge des animaux, un aliment qui aurait plus de 70 % d'eau (fourrage vert par exemple) apporterait largement toute l'eau nécessaire aux lapins sous une température de 20 °C. Chez le lapin en croissance alimenté avec des aliments secs (à 12 % d'humidité) et granulés, le rapport eau/matière sèche ingérée est de 1,6 à 1,8, tandis que chez l'adulte ou la femelle reproductrice il atteint 2,0 à 2,1.

Après le sevrage, l'ingestion d'aliment granulé s'accroît corrélativement à son poids vif et atteint un plateau (150 à 180 g/j) entre 4 et 5 mois d'âge (figure 5.3), pour des races de format moyen, avec un poids adulte d'environ 5 kg. Entre 6 et 8 semaines d'âge, la vitesse de croissance atteint son niveau le plus élevé (40 à 50 g/j pour des races hybrides sélectionnées), tandis que l'efficacité alimentaire est optimale (40 à 45 %). Comme chez de nombreux mammifères, l'ingestion volontaire du lapin est régulée globalement selon son besoin en énergie digestible (ED). Rappelons que plusieurs hormones jouent des rôles importants dans la régulation de l'appétit et de la prise alimentaire (ghrelina, leptine, neuropeptide Y, etc.), mais elles ont été très peu étudiées chez le lapin. Des mécanismes chémostatiques sont impliqués, au travers du système nerveux et de métabolites sanguins liés au métabolisme énergétique. Chez les animaux monogastriques, la glycémie joue un rôle clé dans la régulation de la prise alimentaire, alors que, chez les ruminants, les concentrations plasmatiques en acides gras volatils ont un rôle important. Étant donné que le lapin est un monogastrique herbivore, la glycémie semble jouer un rôle prépondérant par rapport à la concentration en acides gras volatils (AGV), mais le rôle respectif de ces deux métabolites (glucose *vs* AGV) sur la régulation de l'ingestion reste mal connu.

La régulation chémostatique intervient si la concentration énergétique de l'aliment est supérieure à 8,0 MJ ED/kg. Mais au-delà de 12,5 MJ d'ED, le lapin ne réduira pas suffisamment son ingéré pour équilibrer son ingéré d'ED. L'ingéré volontaire du lapin est souvent mieux corrélé avec la concentration en lignocellulose (ADF) de l'aliment qu'avec l'ED. Pour le lapin sevré en croissance (de souches commerciales hybrides), l'ingestion énergétique volontaire est proportionnelle à la vitesse

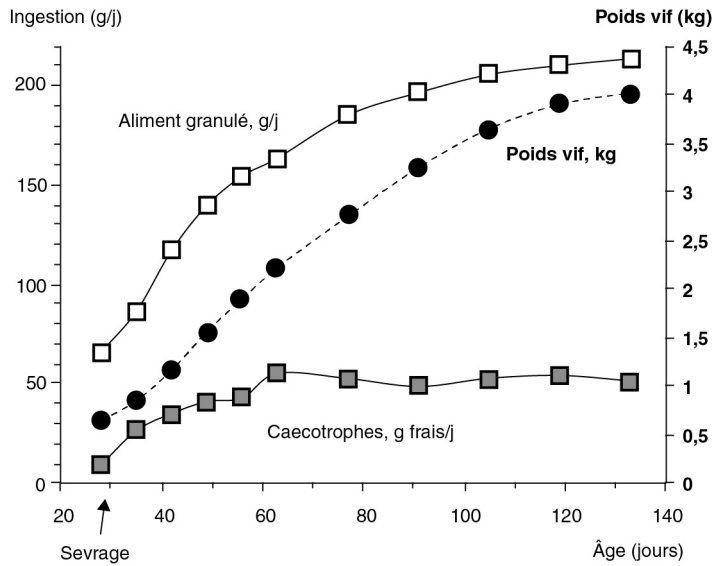


Figure 5.3. Ingestion et croissance chez le lapin sevré, nourri à volonté.

de croissance, et oscille entre 750 et 1 000 kJ ED/j/kg poids vif métabolique ($P_m = [\text{poids vif}]^{0,75}$). Si l'aliment est peu « concentré » (plus fibreux, < 9 MJ ED/kg), alors une régulation de type physique prévaut, en relation avec l'état de réplétion du tube digestif selon les qualités physiques de l'aliment ingéré, tel que sa valeur d'encombrement dans l'estomac. Par exemple, lorsque le lapin est nourri avec des fourrages ou au pâturage, ou avec des aliments très fibreux (> 25 % ADF), son ingéré énergétique sera moindre. Chez l'adulte à l'entretien, l'ingéré énergétique oscillera entre 650 et 800 kJ ED/j/kg P_m .

L'ingéré volontaire de la lapine en production dépend fortement de son état physiologique (figure 5.4). La baisse de consommation en fin de gestation est marquée chez toutes les femelles et peut mener 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 reprend très rapidement et peut atteindre plus de 120 g/j/kg PV au pic de lactation (soit plus de 500 g/j pour des lapines hybrides de 5 kg). Durant son cycle reproductif, l'ingéré énergétique d'une lapine pourra varier de 600 à 1 600 kJ/J/kg P_m (Xiccato et Trocino, 2010). Ainsi, la limite de la régulation chémostatique est plus élevée pour la lapine en production et elle peut être nourrie avec un aliment plus énergétique (10,5 à 11,0 MJ ED/kg).

Le lapin domestique fait quotidiennement de nombreux repas (environ 40 repas par 24 heures à 6 semaines d'âge). Cette multiplication des repas est probablement liée à la relativement faible capacité de stockage de l'estomac (voir chapitre 1). À 6 semaines, la durée quotidienne totale consacrée aux repas est supérieure à 3 heures ; elle décroît ensuite rapidement et tombe en dessous de 2 heures. Si on propose au lapin un aliment non granulé (farine ou pâtée, pâturage), le temps passé à manger peut être doublé ou triplé.

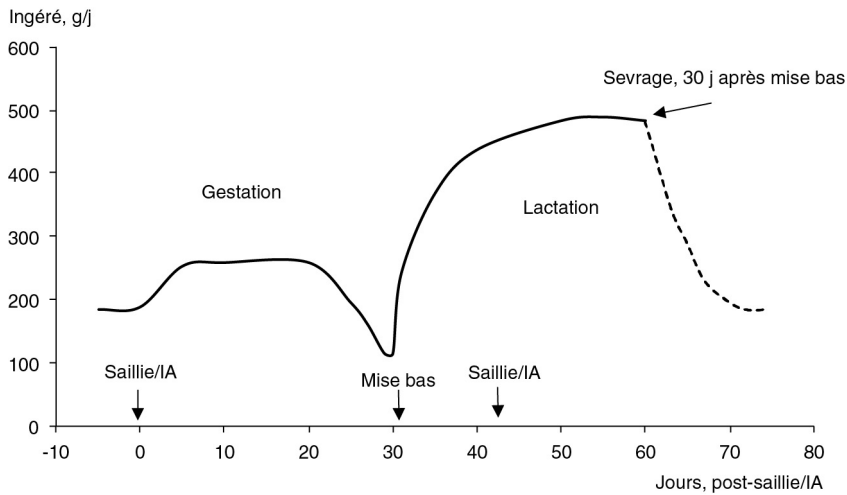


Figure 5.4. Ingestion de la lapine reproductrice selon le stade physiologique. Données moyennes pour des lapines de lignées sélectionnées en 2015.

Encadré 5.1. L'ingestion de la lapine reproductrice : un élément clé de la réussite de la lactation.

En cuniculture professionnelle européenne, la prolificité des lapines est élevée (portées de 12 à 14 petits) ainsi que leur capacité de production de lait, pourvu qu'elles ingèrent suffisamment de nutriments (énergie, protéines). Si la capacité d'ingestion de la femelle est insuffisante, elle puisera sur ses réserves corporelles (et maigrira) pour tenter de maintenir sa production de lait. Cette situation cyclique d'acquisition et de dépenses de réserves est normale chez la lapine adulte. Néanmoins, pour la jeune lapine primipare, on peut réduire cette contrainte en stimulant la capacité d'ingestion avant la première mise-bas à l'aide d'aliment peu énergétique et plus riche en fibres. Le nombre de lapereaux allaités peut être réduit en les faisant adopter par d'autres femelles plus âgées, et on peut aussi nourrir la femelle allaitante avec un aliment plus énergétique. Dans tous les cas, il est recommandé de suivre l'état corporel des lapines et d'adapter la stratégie d'alimentation.

Le comportement alimentaire du lapin est majoritairement crépusculaire et nocturne. Ainsi, plus de 60 % de l'ingestion est réalisée en période d'obscurité pour un lapin soumis à un programme lumière/obscurité de 12h/12h, et une forte consommation précède l'extinction de la lumière dans un local d'élevage.

Avec l'âge, le comportement d'alimentation nocturne devient plus prononcé (figure 5.5). Le nombre de repas pris en période d'éclairage 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. En fait, le lapin domestique passe peu de temps sans manger, puisqu'il a plus de 20 repas par jour pour l'aliment, et il a également des repas de cæcotrophes (fin nuit ou le matin). Le comportement d'abreuvement est parallèle à celui de l'ingestion d'aliment.

L'ingestion de cæcotrophes augmente jusqu'à 2 mois d'âge puis reste stable (figure 5.3). Exprimée en matière fraîche, elle évolue de 10 à 55 g/j entre 1 et 2 mois d'âge ; et l'ingéré sec de cæcotrophes représente de 15 à 35 % de l'aliment

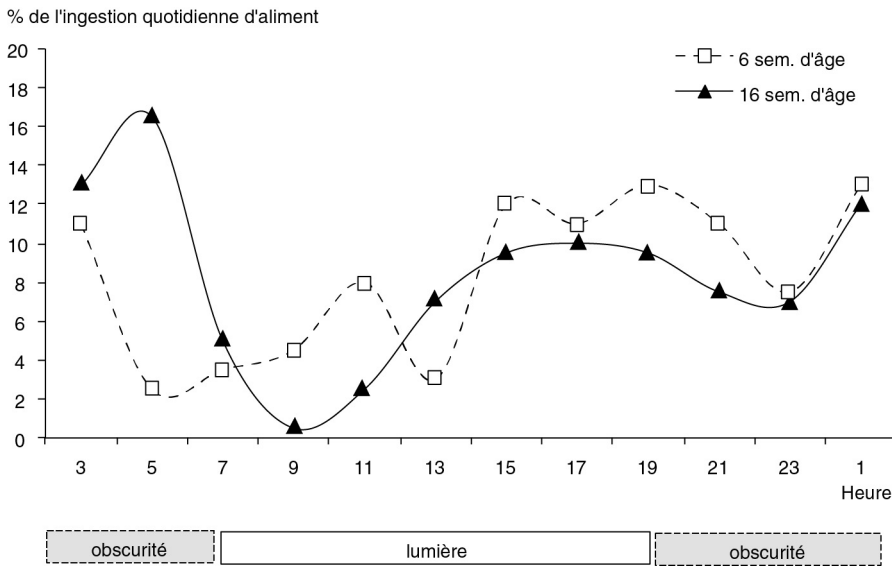


Figure 5.5. Profil circadien de l'ingestion d'aliment chez le lapin en croissance ou adulte, nourri librement avec un aliment complet granulé (Bellier *et al.*, 1995).

sec ingéré. Il est néanmoins possible que ces valeurs soient sous-estimées du fait de la technique de mesure (voir chapitre 2).

Choix alimentaires « libres » du lapin : intérêts et risques.

Le lapin domestique peut parfois exprimer un comportement alimentaire « délicat », avec un refus momentané d'ingestion lors d'un changement d'aliment, ou un refus systématique de certains aliments. Si l'aliment n'est pas granulé, le lapin peut trier (en grattant) le contenu de la mangeoire et n'ingérer que ce qu'il préfère. Avec un aliment granulé non équilibré, on peut parfois observer un comportement de « refus » d'aliment (grattage du contenu de la mangeoire, nombreux granulés visibles sous la cage). Le lapin exprime aussi des choix alimentaires selon les caractéristiques de l'aliment granulé (dureté, taille, voir Qualités physiques des aliments) et selon son environnement (lumière, température, voir Choisir une alimentation adaptée à l'environnement du lapin).

Le lapin reconnaît les saveurs fondamentales, telles que salé, sucré, amer, acide. Il marque une préférence pour des saveurs douces et choisit par exemple un aliment contenant du sucre ou de la mélasse. Contrairement à la majorité des autres espèces domestiques, il apprécie un certain degré d'amertume dans son alimentation. En libre choix, il préférera une luzerne avec un taux assez élevé de saponine (jusqu'à 3 mg/g d'aliment), donc assez amère.

Face à un libre choix de graines de céréales (orge, maïs) ou de luzerne déshydratée, le lapin consomme environ 1/3 de graines pour 2/3 tiers de luzerne. Cet équilibre serait de 40/60 % avec de la luzerne et de l'avoine. Mais, si les grains de maïs sont relativement humides (plus de 14 ou 15 % d'humidité, ce qui peut poser des problèmes de conservation), la proportion de maïs ingéré monte à 45-50 %.

En libre choix, le lapin peut dans certains cas équilibrer sa ration. Par exemple, s'il reçoit un aliment granulé carencé en acides aminés soufrés ou en lysine, et s'il dispose, au choix, d'eau pure ou d'une solution d'acide aminé déficient, il boit la solution d'acides aminés de préférence à l'eau pure. Il réussit ainsi à avoir une croissance aussi bonne que celle des témoins nourris avec un aliment équilibré. De même, il peut accroître sa consommation de paille de blé de 7 à 16 % s'il est nourri avec un aliment très pauvre en fibres (4 % de cellulose brute). Mais, selon les conditions de son alimentation (mélange de graines), le lapin peut aussi faire des choix alimentaires néfastes en termes d'équilibre nutritionnel et de santé. Ainsi, quand un aliment énergétique est distribué au choix avec un aliment fibreux, le lapin préfère souvent le premier. C'est probablement la conséquence d'une recherche spécifique de sources énergétiques (rares dans la nature), qui est le système régulateur dominant le comportement d'ingestion du lapin. Mais ce choix peut conduire à accroître la fréquence des troubles digestifs et donc le risque sanitaire (voir Fibres alimentaires et santé digestive du lapin en croissance).

Nutriments et spécificités pour le lapin

Principes généraux de nutrition cunicole

En tant qu'herbivore et monogastrique, le lapin présente des besoins nutritionnels particuliers provenant des spécificités de sa physiologie digestive, et notamment la pratique de la cæcotrophie. L'évaluation des besoins nutritionnels est plus récente que pour la plupart des autres espèces de rente. Depuis 40 ans, de nombreuses études ont permis de préciser des recommandations nutritionnelles pour répondre aux besoins de diverses catégories de lapins (jeune en croissance, femelle en lactation, etc.) élevés en conditions climatiques européennes, dans des bâtiments clos et nourris avec des aliments complets granulés. Dans certaines circonstances locales, une alimentation s'éloignant de ces normes peut conduire à des résultats satisfaisants.

La composition chimique simplifiée d'un aliment complet figure au tableau 5.1, pour chaque catégorie de lapins. Un aliment mixte utilisable pour la totalité des animaux d'un élevage est aussi proposé, c'est un compromis entre les exigences nutritionnelles des jeunes en croissance et des femelles allaitantes. Trois besoins majeurs en nutriments sont à retenir :

- l'énergie nécessaire au métabolisme ;
- les protéines et les acides aminés qui les composent doivent fournir les éléments de construction ou de reconstruction de l'organisme (tissus, etc.) ;
- les fibres sont un besoin spécifique du lapin, car elles ont un rôle prépondérant dans la régulation du transit et la préservation de la santé digestive.

À ces trois besoins majeurs, s'ajoutent les besoins en minéraux qui sont des éléments constitutifs de certaines parties de l'animal (squelette, sang) ou de ses productions (lait, semence, enzymes, etc.), et qui permettent de construire et de renouveler sans cesse les tissus de l'organisme. Enfin, les vitamines agissent comme co-facteurs indispensables pour un grand nombre de processus métaboliques.

Tableau 5.1 Principales recommandations pour la composition d'aliments complets granulés* selon la catégorie de lapins

Unité = g/kg d'aliment, sauf indication contraire	Jeunes en croissance			Lapins en production		Lapins à l'entretien	Aliment unique	Lapin angora
	Périsévrage	Fin de croissance	Semi-intensive	Intensive	Futures reproductrices			
Âge des lapins	3 à 6 semaines	7 à 11 semaines	> 19 semaines	> 19 semaines	10 à 19 semaines	Adulte	Tout âge	Adulte
Énergie digestible (ED)	MJ 9,4 à 9,8	9,8 à 10,2	10,5 à 10,7	10,7 à 10,9	9,5 à 9,9	9,0 à 9,3	9,6 à 10,2	10,5
Protéine digestible (PD)	g 110 à 120	100 à 115	115 à 130	125 à 140	100 à 115	95 à 100	110 à 125	120 à 125
Ratio PD/ED	g/MJ 11,6 à 12,2	9,8 à 11,3	10,9 à 12,1	11,7-12,8	10,5 à 11,6	10,5 à 10,8	11,5 à 12,3	1,5 à 12
Acides aminés digestibles								
Lysine	g 6,0	5,7	6,4	6,6	5,5	5,1	5,9	7
Soufrés totaux (mét. + cyst.)	g 4,7	4,3	4,6	4,9	4,3	4,0	4,7	8
Thréonine	g 4,4	4,2	4,3	4,7	4,2	3,7	4,3	4,0
Fibres								
Lignocellulose (ADFom) ^a	g ≥ 190	≥ 170	160 à 185	155 à 180	≥ 170	≥ 150	≥ 170	155 à 180
Lignines (ADL) ^a	g ≥ 55	≥ 50	≥ 45	≥ 40	≥ 50	≥ 40	> 45	40
Fibres « digestibles » ^b	g < 240	< 220	< 270	< 260	< 220	< 220	> 45	
Ratio FD/ADF	≤ 1,3	≤ 1,3	1,3 à 1,6	1,3 à 1,5	1,3 à 1,5	1,3 à 1,6	≤ 1,3	
Minéraux								
Calcium	g 8,0	7,0	10,5	12,0	7,5	7,0	10,0	8
Phosphore	g 4,0	3,0	5,0 à 6,0	5,5 à 6,5	3,5	3,0	5,0	4
Sodium	g 2,0	2,2	2,3	2,3	2,2	2,2	2,2	3
Oligoéléments								
Cuivre	mg/kg 6	6	10	10	6	6	8	
Fer	mg/kg 30	30	50	50	45	45	45	
Zinc	mg/kg 35	35	60	60	50	35	50	
Vitamines								
Vitamine A	UI/kg 6 000	6 000	10 000	10 000	10 000	6 000	8 000	10 000
Vitamine D	UI/kg 900	900	900	900	900	900	900	900
Vitamine E	UI/kg 40	40	50	50	40	15	40	40
Vitamine K3	mg/kg 1	1	2	2	2	1	2	1

* Valeurs pour des lapins de lignées commerciales européennes nourris librement avec un aliment granulé à 12 % d'humidité.

^a Critères de la méthode d'analyse séquentielle des fibres selon la méthode de Van Soest (Gidenne, 2015).

^b Fibres « digestibles » : somme des hémicelluloses (aNDFom-ADFom) et des pectines insolubles (Gidenne, 2015).

Nutriments pour la croissance et la santé digestive

Couverture des besoins en énergie et en protéines pour la croissance

Besoins en énergie

L'énergie est indispensable à la thermorégulation des animaux et aux dépenses de fonctionnement général de l'organisme, son besoin est exprimé en joules d'énergie digestible (ED) par kg d'aliment. Néanmoins, les calories sont une unité usuelle encore aujourd'hui. La relation entre les deux unités est : 1 calorie = 4 184 joules.

L'énergie est principalement fournie par les glucides, tels que l'amidon et aussi les fibres (principalement les plus digestes, comme les pectines et les hémicelluloses) dont la digestion est assurée dans le cæcum (voir chapitre 1 : Anatomie digestive). Dans le cas d'aliments plus concentrés en ED, comme ceux destinés aux femelles reproductrices, les lipides et, éventuellement, les protéines en excès constituent un apport d'ED non négligeable. Pour les lapins en croissance, la couverture des besoins minimums en lipides (acides gras essentiels) est assurée par les matières premières d'origine végétale sans qu'il soit besoin d'ajouter d'autres matières grasses.

Si un lapin est nourri à volonté, il régulera son ingestion selon la concentration en fibres (ou en ED) de l'aliment (voir Alimentation solide et abreuvement chez le lapin en croissance et l'adulte), dans la mesure où les protéines et les autres éléments de la ration sont bien équilibrés. Si l'aliment contient trop peu d'ED, le lapin ne pourra accroître suffisamment son ingéré pour couvrir ses besoins, et sa croissance sera ralentie. À l'inverse, un aliment trop concentré en ED conduira le lapin à réduire son ingestion, ce qui peut aboutir à un ingéré insuffisant pour d'autres nutriments, tels que les protéines ou certains acides aminés essentiels. Il faut donc que la concentration en nutriments soit calculée pour atteindre une quantité ingérée couvrant les besoins. C'est pourquoi on calcule le ratio PD/ED de l'aliment pour s'assurer d'un apport équilibré en protéines digestibles (PD) et en énergie digestible. Par exemple, on recommande, pour des lapins en fin de croissance (souches commerciales européennes), un aliment avec une concentration énergétique entre 9,8 et 10,2 MJ ED/kg et un rapport PD/ED entre 9,8 et 11,3 gPD/MJ d'ED (tableau 5.1).

La régulation de l'ingéré énergétique fonctionne bien en climat tempéré tant que les variations de concentration en ED proviennent des apports de glucides (par exemple en substituant de l'amidon par des fibres). Si la température est forte (28 à 32 °C) et/ou si les lipides apportent plus de 10 % de l'ED, la régulation est imparfaite et le lapin ingérera davantage un aliment plus riche en lipides, en raison de la faible extra-chaleur générée par leur consommation. On sait que le lapin présente un besoin spécifique en acides gras essentiels (acides linoléique et linoléinique), mais une ration classique comprenant 3 ou 4 % de lipides couvre en général ce besoin. Une augmentation de l'apport de lipides produira donc un accroissement de la concentration en ED de l'aliment, puisque les lipides (généralement bien digérés) contiennent environ deux fois plus d'ED que les glucides. En fonction de la nature de la ration de base (ED initiale, teneur et qualité des

protéines, etc.), un apport de lipides peut être plus ou moins bien valorisé sur le plan nutritionnel. Chez la lapine reproductrice ou chez le lapin en croissance, une part importante de l'ED peut être apportée sous forme d'amidon (25 à 30 %). Par contre, avant 40 jours d'âge, le lapereau ne digère pas complètement l'amidon dans son intestin grêle, et c'est pourquoi les aliments de périssevrage en contiennent peu (< 13 %). Comparé à l'amidon, la faible digestion des fibres, provenant de matières premières comme la luzerne ou le son de blé, leur confère un rôle moindre dans la couverture des besoins énergétiques. Si les fibres proviennent de plantes peu lignifiées (plantes jeunes, pulpes de betteraves), elles peuvent fournir de 10 à 30 % de l'apport énergétique total.

Besoins en protéines

La fourniture de matières azotées au lapin doit se faire sous forme de protéines « vraies », équilibrées en acides aminés. En effet, contrairement aux herbivores ruminants, le lapin valorise très faiblement l'azote non protéique, tel que l'urée qui est absorbée rapidement dans l'intestin grêle (et excrétée dans les urines) avant de pouvoir être valorisée par les micro-organismes du caecum. Néanmoins, une certaine valorisation existe si la ration est très déficiente en azote (30 à 50 % inférieure aux besoins), en particulier lorsque la source d'azote non protéique a une vitesse de dégradation modérée dans l'intestin (cas du biuret).

L'aliment doit fournir une quantité minimale de 10 des 21 acides aminés (AA) constituant les protéines, désignés sous le nom d'acides aminés indispensables ou essentiels. Par analogie avec les autres espèces, on considère en plus deux autres AA qui peuvent partiellement remplacer deux AA indispensables, ce qui conduit à la liste suivante : arginine, histidine, leucine, isoleucine, lysine, phénylalanine + tyrosine, méthionine + cystine, thréonine, tryptophane, valine. Les besoins ont été étudiés avec précision pour l'arginine, la lysine, les AA soufrés (méthionine et cystine) et la thréonine (Xiccato et Trocino, 2010). Les AA soufrés et la lysine sont les plus limitants, suivis immédiatement par la thréonine, et leurs valeurs de recommandations exprimées acides aminés digestibles sont indiquées au tableau 5.1. Signalons que, 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. En ce qui concerne la lysine et l'arginine, leur seuil de toxicité est éloigné du niveau jugé optimal. Cet équilibre en acides aminés est facilement obtenu avec des protéines végétales (cas de la totalité des aliments commerciaux européens), même si le lapin est capable de valoriser des protéines animales. Ainsi, pour le lapin en croissance, si l'aliment a un bon équilibre en acides aminés indispensables, alors il peut ne contenir que 10 à 12 % de protéines digestibles.

Enfin, signalons que la cœcotrophie fournit aussi des protéines, d'origine bactérienne et de haute qualité biologique, mais en quantité limitée. Les cœcotrophes contiennent environ 30 % de protéines, dont 40 à 60 % sont d'origine bactérienne. Ils contribuent pour 15 à 18 % de l'ingéré total de protéines, pour 18 à 20 % de celui de la lysine et des acides aminés soufrés, et pour 20 à 23 % de celui de la thréonine.

Fibres alimentaires et santé digestive du lapin en croissance

Rappelons que les fibres alimentaires désignent un ensemble varié de molécules composées principalement des polyosides et des lignines des parois des cellules végétales (figure 5.6). On distingue cinq classes majeures dans cet ensemble : les lignines, la cellulose, les hémicelluloses, les substances pectiques et des polysaccharides solubles dans l'eau (non amylacés). La digestion par le lapin de ces différentes fractions fibreuses dépendra de leur accès et de leur facilité d'hydrolyse par les enzymes bactériennes caecales (voir p. Le microbiote digestif et l'activité microbienne cœcale). Ainsi, la digestibilité fécale est de 15-25 % pour la cellulose, 20-40 % pour les hémicelluloses, jusqu'à 70-75 % pour les pectines, et peut dépasser 80 % pour les polyosides solubles. Les lignines sont des composés polyphénoliques et leur digestion par le lapin est quasi nulle. Globalement, pour un aliment granulé équilibré, la digestion de l'ensemble des fibres, selon le critère TDF (*Total Dietary Fibre*), oscille entre 40 et 60 % selon le choix des matières premières.

En tant qu'herbivore, le lapin a besoin d'ingérer une quantité minimale de fibres pour que son fonctionnement digestif soit normal, notamment pour la régulation du transit digestif et de l'activité du microbiote cœcal. Les risques de troubles digestifs (diarrhées) sont élevés chez le jeune lapin, surtout dans les 2 à 4 semaines qui suivent le sevrage, et c'est une source majeure de morbidité et de mortalité. Ces risques sont réduits en respectant un apport minimum de fibres dans l'aliment. Néanmoins, la détermination des fibres dans un aliment est une question complexe, et il existe diverses procédures d'analyse. Il est possible d'analyser l'ensemble des fibres, solubles et insolubles dans l'eau, à l'aide du critère TDF utilisé en nutrition humaine. L'analyse des fibres par la méthode de Weende est la méthode la plus ancienne, et le critère qu'elle fournit, la « cellulose brute », figure toujours sur les étiquettes d'aliments pour lapins, car elle est simple, fiable et peu coûteuse. Mais, selon les ingrédients, ce critère correspond à une fraction très variable de la cellulose, des hémicelluloses et des lignines, sans prendre en compte les substances pectiques. C'est donc un critère imparfait pour qualifier les apports en fibres.

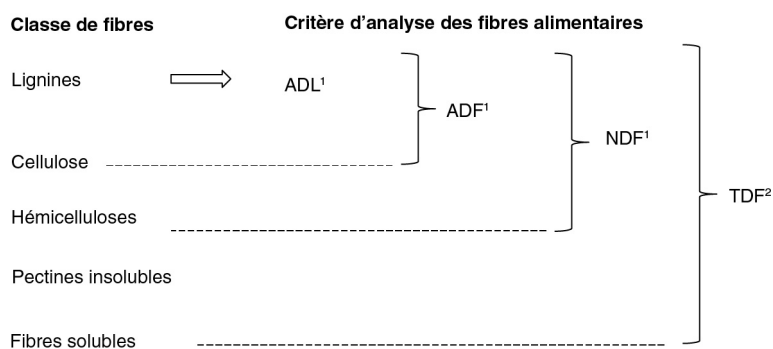


Figure 5.6. Les fibres alimentaires : principales classes et méthodes d'analyse.

1. NDF, *Neutral Detergent Fibre* ; ADF, *Acid Detergent Fibre* ; ADL, *Acid Detergent Lignin*.
2. TDF, *Total Dietary Fibre* (critères définis dans Gidenne, 2015).

La méthode de Van Soest permet une meilleure estimation de plusieurs types de fibres. Ainsi, la quantité de NDF (*Neutral Detergent Fibre*) correspond approximativement à l'ensemble hémicelluloses + cellulose + lignines, tandis que la valeur ADF (*Acid Detergent Fibre*) correspond globalement à l'ensemble cellulose + lignines, et la valeur ADL (*Acid Detergent Lignin*) estime la part des lignines. Ces critères sont à la base des recommandations récentes en fibres pour réduire les risques de troubles digestifs du lapin en croissance.

Encadré 5.2. Le lapin est herbivore - il doit consommer des fibres pour assurer sa santé digestive.

De manière générale, le lapin doit consommer une quantité élevée de fibres. En cuniculture professionnelle européenne, l'éleveur achète un aliment complet granulé adapté à l'âge ou au stade physiologique de l'animal. Néanmoins, avant le sevrage, la lapine et ses lapereaux consomment le même aliment, alors que leurs besoins diffèrent. L'éleveur choisira une stratégie d'alimentation en fonction de l'état corporel des lapines, de l'état sanitaire de son troupeau et de ses objectifs de production, avec des conseils techniques fournis par une firme d'alimentation animale ou par son groupement (voir Stratégies pour alimenter la femelle et sa portée). Par exemple, s'il souhaite réduire les risques de troubles digestifs chez les jeunes lapins, il les nourrira avec un aliment enrichi en fibres (dit « sécurisé »).

Il est également possible d'apporter un complément alimentaire fibreux, en utilisant des blocs de fourrage compressé. Ceci permet un supplément d'activité et est considéré comme un enrichissement du milieu de vie favorable au bien-être du lapin.

Dans certains pays, il n'existe pas d'aliment complet équilibré pour lapins, par exemple parce que les outils de formulation, de broyage, de mélange ou de granulation ne sont pas disponibles ou inadéquats. L'alternative est de mettre à disposition du fourrage (vert ou sec) ou encore divers coproduits ou sous-produits fibreux suffisamment appétissants (dans des râteliers ou sur la cage).

Enfin, en complément des apports en fibres, la santé digestive du jeune lapin peut aussi être améliorée par une limitation de son ingestion après le sevrage (voir Stratégies de limitation de l'ingestion après le sevrage : intérêts et limites).

Un apport insuffisant en fibres alimentaires conduit à accroître le risque de pathologies digestives chez le jeune lapin sevré. Ceci a été démontré en cas de colibacillose mais également pour l'EEL (entéropathie epizootique du lapin, chapitre 6). L'action favorable des fibres est probablement liée au bon fonctionnement de l'écosystème cæcal. Pour réduire ces risques, les recommandations en fibres reposent sur trois critères principaux (tableau 5.1) qu'il faut tous respecter (Gidenne, 2015) : une quantité minimum de lignocellulose (ADF) ; une quantité minimum de lignines (ADL) ; une proportion de fibres digestibles (FD = hémicelluloses + pectines insolubles) équilibrée par rapport aux fibres peu digestes (ADF = cellulose et lignines). Ceci se traduit par le calcul d'un ratio FD/ADF, qu'il faut maintenir inférieur à 1,3. En d'autres termes, l'apport de FD, valorisables pour la croissance, ne doit pas être excessif (< 22-24 %) par rapport à l'apport d'ADF (17 à 19 %).

À l'inverse, un apport excessif en fibres (> 22 % ADF) n'entraîne aucune pathologie. Mais cela conduit à diminuer la concentration énergétique de l'aliment et donc l'efficacité alimentaire, en raison d'une digestibilité moyenne des fibres nettement inférieure à celle des autres éléments de la ration (amidon, lipides, protéines). De plus, si la concentration énergétique de l'aliment devient inférieure au

seuil de régulation (ADF > 25 %), alors la croissance peut être pénalisée du fait d'une ingestion insuffisante de nutriments digestibles. Les recommandations alimentaires en fibres doivent donc être optimisées pour satisfaire ce double objectif de sécurité et d'efficacité alimentaire.

Nourrir les jeunes femelles futures reproductrices

À l'instar de nombreuses espèces de rente, la lapine future reproductrice doit être préparée à sa vie de reproductrice qui commence souvent vers 19 semaines d'âge en élevage professionnel européen. Optimiser sa préparation depuis son sevrage (voire sa naissance) est une clé du succès des performances de reproduction et de la longévité de la carrière de la lapine. C'est un enjeu majeur pour l'éleveur, sachant que la lapine rencontre la plupart des difficultés en début de carrière (trois premières portées). Pour bien préparer les jeunes femelles à leur future vie reproductive deux facteurs doivent être pris en considération : 1) l'âge à la première saillie ou 1^{re} IA, en général il est de 19 semaines pour des lignées sélectionnées européennes qui, à cet âge, ont une maturité physiologique suffisante ; et 2) l'état corporel : on doit prévenir un surpoids associé à un fort état d'engraissement (avant la première mise-bas), pour éviter des problèmes de fertilité à la 1^{re} IA (ou saillie). En pratique, ces deux facteurs sont souvent intégrés en une seule recommandation : les jeunes femelles doivent atteindre 80 % du poids moyen adulte de leur lignée, au moment de la 1^{re} IA (ou saillie). Mais le défaut de cette pratique est lié au fait que le poids vif est un mauvais indicateur de maturité physiologique de la femelle.

Si elles sont nourries à volonté avec un aliment « énergétique » (type « maternité »), les jeunes femelles peuvent atteindre « trop vite » 80 % de leur poids adulte, et avec un excès d'engraissement. L'éleveur peut alors imposer une restriction alimentaire, avec plusieurs techniques : soit par un contrôle de la courbe de croissance pour atteindre un poids cible (80 % adulte) à un âge fixe en faisant varier la concentration énergétique de l'aliment, soit en appliquant une stratégie de restriction « quantitative » d'aliment (baisse de la quantité distribuée) pendant un temps calculé (avec alternance possible de période d'ingestion libre) pour atteindre le poids cible à un âge fixe à la 1^{re} IA. Les avantages d'une restriction quantitative entre 9 et 11 semaines d'âge, et entre 17 et 19 semaines d'âge (excepté un *flushing* avant IA), sont : une réduction de la mortalité des jeunes femelles, une réduction de la mortalité périnatale des lapereaux en début de carrière, et une mobilisation plus modérée des réserves corporelles entre la 1^{re} IA et la mise-bas, et entre la 1^{re} mise-bas et la 2^e IA. Cependant, appliquer une stratégie de restriction peut se révéler compliqué pour bien contrôler la croissance des jeunes lapines. En particulier, il faut veiller à ne pas avoir de déficiences d'ingestion de protéines, vitamines et minéraux, durant cette période clé du développement corporel des jeunes femelles.

Pour contourner ces difficultés (excès d'engraissement, difficultés d'un plan de restriction), on peut distribuer à volonté un aliment peu énergétique (< 10 MJ/kg) et riche en fibres (> 22 % ADF) capable de stimuler la capacité d'ingestion. Ainsi, l'ingéré quotidien de la femelle est plus élevé, et conduit à une ingestion plus forte de protéines et à un meilleur équilibre énergétique. La taille de la portée à la première mise-bas et le poids des lapereaux au sevrage seraient aussi améliorés,

mais ces résultats sont à confirmer. L'aspect le plus important de l'utilisation des aliments riches en fibres est lié à la préparation des jeunes femelles pour mieux utiliser leurs réserves corporelles en fin de gestation et en fin d'allaitement, ce qui peut améliorer la fertilité à la 2^e IA (pour un élevage dont le cycle de reproduction est de 6 semaines).

Les connaissances actuelles ne permettent pas d'identifier la meilleure stratégie de préparation des futures femelles. En pratique, il existe une grande variété de composition des aliments et de stratégies de restriction. Même si on sait que l'utilisation d'un aliment fibreux est favorable à la biologie de la future femelle, il reste à préciser l'âge auquel on doit débiter et achever cette période pour atteindre un bon développement physique et une maturité sexuelle optimale. En cuniculture professionnelle européenne, les fournisseurs de lignées de femelles sélectionnées apportent à l'éleveur ces informations, en particulier concernant l'évolution de l'état corporel du sevrage à la 1^{re} IA selon la stratégie choisie. Des informations plus détaillées sur la conduite nutritionnelle des futures reproductrices sont détaillées dans la revue de Martínez-Paredes *et al.* (2015).

Encadré 5.3. Pratiques concrètes de l'alimentation de la jeune femelle, future reproductrice, en cuniculture professionnelle.

Deux périodes peuvent être distinguées pour l'élevage des jeunes femelles provenant de lignées sélectionnées. De 5 à 11 semaines d'âge, les jeunes lapines sont nourries avec un aliment de type engraissement et logées en cages collectives, soit en bâtiment engraissement, soit de préférence en maternité. Cette dernière solution est recommandée pour des raisons sanitaires, mais aussi pour éviter un rationnement trop sévère (< à 80 % de l'ingestion libre) préjudiciable au développement physique et à la maturité sexuelle. Par ailleurs, il semble qu'une alimentation à volonté sur cette période favoriserait la capacité d'ingestion et les performances des femelles sur les premiers cycles de lactation-gestation.

De 12 à 19 semaines d'âge, les jeunes lapines sont logées en cage individuelle et, le plus souvent, rationnées jusqu'à leur première mise à la reproduction (19,5 semaines). Les caractéristiques nutritionnelles de l'aliment font encore l'objet d'études. Le niveau optimal de distribution quotidienne se situe entre 130 et 160 g par lapine. En deçà, les apports nutritifs sont insuffisants en regard des besoins de croissance et préjudiciables aux performances de reproduction. Au-delà de ces quantités, l'état d'engraissement de la lapine en début de carrière est excessif, ce qui peut nuire à la fertilité. Une semaine avant la première insémination ou saillie, les jeunes lapines sont soumises à un *flushing* alimentaire et lumineux, soit alimentation à volonté et doublement de la durée d'éclairage (8h à 16h/j). Cela vise à augmenter leur réceptivité sexuelle, et donc leur fécondité (fertilité et prolificité, voir chapitre 3).

On recommande donc à l'éleveur de contrôler la croissance des jeunes lapines pour bien suivre les recommandations proposées par le fournisseur des femelles.

Enfin, en pratique, le prix d'un aliment spécifique, le temps de travail, la nécessité d'une préparation prophylactique, le logement des futures femelles ou le matériel pour distribuer l'aliment sont autant d'aspects à prendre en compte par l'éleveur pour choisir sa stratégie de préparation des futures reproductrices.

Nourrir la femelle en reproduction

La femelle en reproduction doit couvrir ses besoins pour l'entretien (renouvellement des tissus en conditions thermiques neutres), la thermorégulation (maintenir la température corporelle en dehors de la plage de neutralité thermique, qui est entre

18 et 24 °C chez l'adulte), la gestation (croissance fœtale, annexes embryonnaires, mammogénèse), la lactation (galactopoïèse), l'immunité (défenses spécifiques et non spécifiques) et l'activité physique. Si la femelle n'a pas terminé sa croissance (âge < 6 mois), il convient aussi d'ajouter les besoins de croissance. On considère généralement que ces besoins sont additifs. C'est-à-dire que, pour connaître les besoins d'une jeune femelle élevée en cage (peu d'activité physique) dans un bâtiment chauffé (zone thermique neutre) et qui allaite sa première portée, il faut additionner les besoins (en énergie, ou en protéines, ou en acides aminés) pour l'entretien, la croissance et la lactation.

La femelle reproductrice est moins sensible aux troubles digestifs que les lapereaux en croissance. Ses besoins en fibres sont généralement couverts par un aliment contenant au moins 15 % d'ADF, 35 % de NDF et 4,5 % de lignines. Les points critiques concernent surtout la couverture des besoins en énergie et en protéines digestibles, et le ratio protéine/énergie. Les besoins en vitamines et minéraux sont traités dans les sections suivantes.

Besoins énergétiques

La femelle adulte régule son ingestion sur la teneur en énergie de l'aliment. L'ingéré énergétique est proportionnel au poids métabolique de l'animal (Pm), il se situe autour de 1 100-1 300 kJ d'ED/kg Pm pour une lapine en pleine lactation (2 à 3 semaines après la mise-bas). Toutefois, lorsque la teneur en énergie de l'aliment est trop faible ou lorsque la femelle est allaitante, ou simultanément gestante et allaitante, ses besoins énergétiques peuvent dépasser sa capacité d'ingestion. La femelle doit alors puiser sur ses réserves corporelles pour satisfaire ses besoins. Il est intéressant de noter que l'ajout de matières grasses dans l'aliment (+2 à +4 pts) entraîne généralement une augmentation de l'ingestion d'énergie car la régulation de l'ingestion au niveau central (cerveau) se réalise principalement sur le taux de glucose sanguin (et non pas sur le taux de lipides).

Le besoin énergétique d'entretien d'une lapine gestante et allaitante est d'environ 470 kJ/jour/kg Pm (430 kJ/jour/kg Pm, si seulement gestante ou vide). C'est-à-dire qu'une femelle pesant 4 kg doit ingérer 115-125 g/j d'un aliment contenant 10,6 MJ (2 530 kcal) pour couvrir ses besoins d'entretien (tableau 5.2).

Les besoins pour la gestation sont faibles au cours des trois premières semaines de gestation car la croissance fœtale est encore réduite : l'utérus gravide pèse environ 200 g au 21^e jour de gestation, mais environ 650 g une semaine plus tard, ce qui représente une quantité d'énergie de 2,2 MJ. L'efficacité de transformation de l'énergie digestible ingérée par la femelle pour la croissance fœtale est de 0,30-0,45. Une femelle doit donc ingérer environ 500 à 700 g d'aliment (10,6 MJ/kg) supplémentaire au cours de la gestation pour permettre la croissance fœtale. En réalité, la consommation d'aliment des femelles augmente de 25 à 50 % au cours de la gestation (suivant la période), soit 1,2 à 1,8 kg d'aliments supplémentaires ingérés. Cela excède largement les seuls besoins pour la croissance fœtale. Il en résulte un bilan énergétique positif au cours de la gestation (environ +2,5 MJ) qui se traduit par une augmentation des réserves corporelles sous forme de lipides (+52 g = +13 %) et de protéines (+25 g = +4 %). L'efficacité de transformation de

l'énergie digestible ingérée par la femelle pour la croissance corporelle est de 0,56. Ces réserves pourront être mobilisées au cours de la lactation.

La consommation d'aliment des femelles fait plus que doubler au cours de la lactation, mais cette augmentation est insuffisante pour couvrir les besoins liés à l'entretien (1,27 MJ/jour) et à la production de lait (2,90 MJ par jour). Les femelles produisent en effet 50 à 400 g par jour d'un lait riche en énergie (8,4 MJ/kg ; voir chapitre 2), et l'efficacité de transformation de l'ED ingérée par la femelle pour la production de lait est de 0,65. Pour couvrir les besoins d'entretien et de production de lait au pic de lactation (400 g/j), une femelle de 4,5 kg devrait en effet ingérer 460 g/j d'aliment (10,60 MJ d'ED/kg ; tableau 5.2). Cela dépasse la capacité d'ingestion de la plupart des femelles. Il en résulte un bilan énergétique au cours de la lactation qui est négatif (jusqu'à -12 MJ au cours de la première lactation), et une mobilisation corporelle lipidique importante (-250 à -300 g de lipides corporels mobilisés) au cours de la lactation. L'efficacité de transformation de l'énergie corporelle pour la production de lait est de 0,80. L'énergie pour la production de lait provient pour 80 % environ de l'ingestion d'aliment, et pour 20 % environ de la mobilisation des réserves corporelles déposées au cours de la gestation.

Tableau 5.2. Couvrir les besoins énergétiques d'entretien et de production de lait d'une lapine.

Poids vif (g)	Lapine gestante ou allaitante		Lapine gestante et allaitante		Production de lait	Lapine allaitante	
	Besoin d'entretien (430 kJ ED/jour/kg PV0,75)	Quantité d'aliments*	Besoin d'entretien (470 kJ ED/jour/kg PV0,75)	Quantité d'aliments*		Besoin pour la production de lait (8,4 MJ ED/kg de lait)	Quantité d'aliments*
2 500	855 kJ/j	80 g/j	935 kJ/j	90 g/j	50	420 kJ	40 g/j
3 000	980 kJ/j	90 g/j	1 070 kJ/j	100 g/j	100	840 kJ	80 g/j
3 500	1 100 kJ/j	105 g/j	1 200 kJ/j	115 g/j	200	1 680 kJ	160 g/j
4 000	1 215 kJ/j	115 g/j	1 330 kJ/j	125 g/j	300	2 520 kJ	240 g/j
4 500	1 330 kJ/j	125 g/j	1 450 kJ/j	140 g/j	400	3 360 kJ	315 g/j

* aliment granulé, équilibré pour les autres nutriments, et contenant 10,60 MJ d'ED/kg brut.

Les besoins sont additifs, c'est-à-dire qu'il faut ajouter les besoins nécessaires à l'entretien, la lactation, la gestation (selon le statut physiologique). Les quantités nécessaires peuvent dépasser la capacité d'ingestion d'une femelle qui puisera alors sur ses réserves corporelles.

En cuniculture professionnelle européenne, les besoins des femelles allaitantes sont si élevés qu'un aliment moins énergétique, comme ceux destinés à des lapereaux en croissance (9,2 MJ/kg), ne couvre pas leurs besoins. Il existe donc des aliments plus énergétiques pour les lapines allaitantes contenant de 10,4 à 11,2 MJ d'ED/kg. Le bilan énergétique (différence entre les apports et les besoins) des femelles varie beaucoup au cours des cycles de reproduction (figure 5.7) et il est très lié à l'ingéré d'énergie digestible.

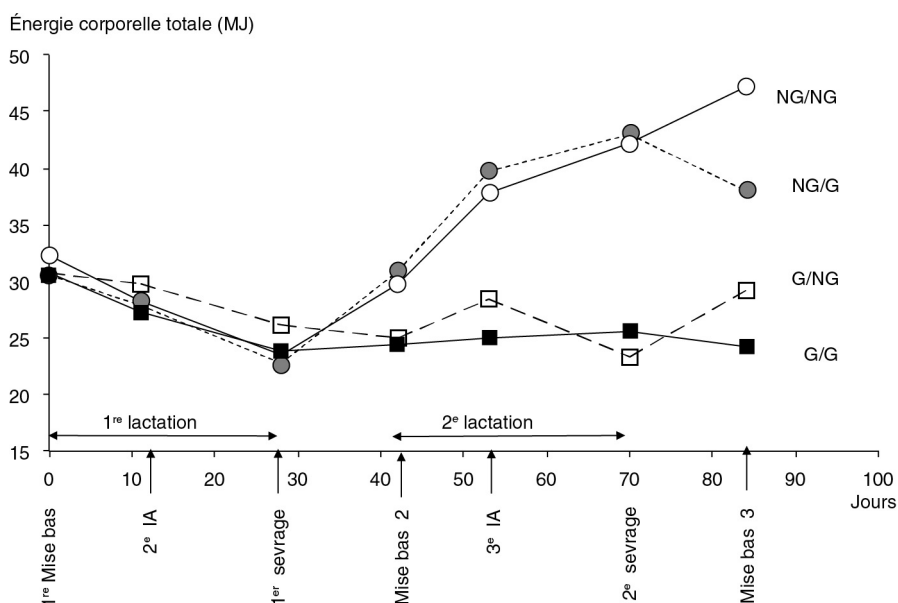


Figure 5.7. Évolution de la teneur en énergie corporelle des lapines au cours du 2^e et 3^e cycle de reproduction en fonction de leur fertilité (G : gestante ; NG : non gestantes).

Facteurs de variation des besoins en énergie

Les besoins en énergie sont influencés par des facteurs intrinsèques, c'est-à-dire propres à l'animal (la parité, la taille de la portée, le type génétique, etc.), et des facteurs extrinsèques liés aux conditions d'élevage (le rythme de reproduction, la température, l'âge au sevrage, etc.).

Chez les jeunes femelles (en première et seconde portées, ou ayant moins de 6 mois), les performances de reproduction (notamment la taille et le poids de la portée) et la production laitière (-10 %) sont réduites, mais leur capacité d'ingestion est également plus faible (-5 à -15 %). Au final, il existe donc toujours, quelle que soit la parité, un déficit énergétique qui augmente au cours de la lactation, et que la femelle comble par une mobilisation de ses réserves corporelles. La production laitière s'accroît avec le nombre de lapereaux allaités. Parallèlement, l'ingestion d'aliment augmente de 8,3 g d'aliment pour 10 g de lait produit en plus. Toutefois, cette augmentation est insuffisante pour couvrir les besoins supplémentaires pour la production de lait. Le déficit énergétique est donc plus important lorsque la taille de la portée augmente : respectivement -9 MJ et -12 MJ pour 4 et 10 lapereaux allaités. En conséquence, le poids du tissu adipeux périrénal est plus faible chez les femelles ayant allaité une portée de grande taille, que ce soit pendant une ou plusieurs lactations successives. Le type génétique des femelles influence à la fois leur consommation (i.e. les apports en énergie), leur format et leurs performances de reproduction (i.e. les besoins en énergie). Une comparaison du bilan énergétique et de l'état corporel de lapines appartenant à deux souches de format différent a montré que les femelles de la souche lourde (4 kg ; +10 % de poids vif) ont eu une ingestion d'aliment plus élevée (+11 %), un déficit énergétique au

cours de la lactation plus faible (-47 %) et des réserves corporelles au moment du sevrage plus importantes (masse adipeuse +30 %), et ceci avec une production laitière similaire à celle de la souche légère (3,6 kg).

Le rythme de reproduction influence également le bilan énergétique des animaux. Lorsque la femelle est fécondée pendant la lactation, la gestation et la lactation se superposent, et les besoins pour la production de lait et ceux pour la croissance des fœtus s'additionnent. Dans cette situation la production laitière des femelles décroît progressivement, pour s'annuler dans les jours qui précèdent la mise-bas (voir figure 5.7). Mais, dans le même temps, la croissance fœtale et les besoins qui y sont associés augmentent très fortement. En conséquence, les besoins énergétiques et la mobilisation corporelle des lapines augmentent lorsque le rythme de reproduction s'accélère (figure 5.7). Sur le long terme cette situation peut devenir problématique car les femelles n'ont pas (avec un rythme *post-partum* ou 32 jours) ou peu (rythme à 35 ou 42 jours) de périodes moins productives, pendant lesquelles elles peuvent reconstituer les réserves corporelles qu'elles ont mobilisées. Cela se traduit soit par une augmentation de la perte de femelles (réforme ou mortalité), soit par des périodes d'infertilité pendant lesquelles les femelles reconstituent leurs réserves corporelles.

En élevage conventionnel, le sevrage des lapereaux est généralement pratiqué entre 30 et 35 jours d'âge. Il a été montré qu'une lactation plus courte, par un sevrage pratiqué entre 21 et 26 jours d'âge, permet de réduire la production de lait, le déficit énergétique des femelles, et donc améliorer leur état corporel : mobilisation énergétique : -8, -13 et -19 % comparé à l'état initial pour des sevrages à 21, 26 et 32 jours d'âge, respectivement (Xiccato et Trocino, 2010). Si la température ambiante dépasse 26-28 °C, cela accroît les besoins en énergie de la femelle alors même qu'elle réduit son ingestion volontaire ; un aliment plus énergétique pourra être une solution dans ce cas (voir Nourrir en saison chaude).

Origine de l'énergie alimentaire

L'énergie est principalement fournie par les glucides, notamment l'amidon, et dans une moindre mesure les fibres, les lipides et les protéines en excès. Sans ajout spécifique de matière grasse, un aliment pour lapine reproductrice contient généralement 2,5-3,5 % de lipides et 13-22 % d'amidon, ce qui permet sans difficulté d'atteindre une teneur en énergie digestible de 10,3-10,8 MJ/kg. L'ajout de lipides permet d'augmenter la concentration énergétique de l'aliment sans diminuer sa teneur en fibres. On peut pour cela utiliser des huiles, des tourteaux gras ou des graines oléagineuses entières.

Si le lapin adulte régule son ingestion d'ED en fonction de la teneur en ED de l'aliment, à l'inverse, la lapine allaitante augmentera son ingéré d'ED si elle ingère un aliment plus concentré en énergie (> 9-9,5 MJ d'ED/kg). Cet effet est plus marqué chez les lapines multipares que chez les primipares, et lorsque le supplément d'ED est apporté sous forme de lipides plutôt que sous forme d'amidon (+231 kJ/jour/%EE additionnel). À l'inverse, les effets sur la fertilité et la prolificité sont beaucoup plus contradictoires. Pour une même concentration énergétique, la production laitière des femelles augmente lorsque l'aliment est enrichi en matières

grasses. Le lait est alors également plus riche en lipides, ce qui favorise la croissance des lapereaux (poids vif au sevrage : +2,1%/EE) et leur taux de survie. Si l'énergie supplémentaire provient de l'amidon, la production laitière des femelles n'augmente pas, et même diminue dans certaines études. La composition du lait n'est pas affectée par une augmentation de la teneur en amidon de l'aliment. Au final, la plus forte production laitière induite par l'ajout de matières grasses se traduit par une mobilisation corporelle plus importante chez les femelles primipares. Mais, sur le long terme, l'augmentation de la teneur en énergie de l'aliment, sous forme d'amidon ou de lipides, a un effet positif sur l'état corporel de la femelle.

Besoins en protéines et en acides aminés

Le besoin en protéines digestibles pour l'entretien a été estimé 3,8 g PD/kg Pm chez des lapines gestantes et/ou allaitantes. Au cours d'une gestation, le dépôt de protéines dans l'utérus gravide (hors fœtus et placenta) est de 72 g et l'efficacité de transformation des protéines digestible pour la croissance fœtale est de 0,44. La teneur en protéines du lait est élevée (110-130 g/kg) et l'efficacité de transformation des protéines digestibles pour la production de lait est de 0,78. Au final, pour les femelles reproductrices, il est recommandé d'utiliser un aliment contenant 17,5 à 19 % de protéines brutes et 12,5 à 13,8 % de protéines digestibles. Cela correspond à un ratio PD/ED de 11,5 à 12,5 g PD/MJ d'ED. Les valeurs les plus fortes sont recommandées pour des femelles hautes productrices conduites en rythme intensif. Une baisse du ratio PD/ED va réduire la production laitière, et donc la taille et/ou le poids de la portée plutôt que l'état corporel de la femelle. À l'opposé, un accroissement de la teneur en protéines de l'aliment (jusqu'à 21 %) permet d'augmenter la production laitière, mais peut réduire légèrement le nombre de lapereaux sevrés, notamment par une augmentation de leur mortalité.

Il est aussi nécessaire d'être vigilant sur les apports en acides aminés, notamment les apports d'acides aminés soufrés (6,3 g/kg), de lysine (6,8 g/kg) et de thréonine (6,4 g/kg). Un apport insuffisant en acides aminés essentiels, malgré des taux de protéines digestibles corrects, entraîne une réduction de la production laitière, et donc du poids de la portée au sevrage. Enfin, remarquons que l'apport optimum de thréonine digestible est assez étroit, autour de 4,4 g/kg, sachant que des apports plus bas (< 4,0) ou plus élevés (> 5,0) pourraient défavoriser la croissance des lapereaux et l'efficacité alimentaire.

Interactions entre les besoins des femelles et des lapereaux avant le sevrage

Les besoins nutritionnels des jeunes lapereaux avant le sevrage ne sont pas parfaitement connus en raison de difficultés méthodologiques (apport de lait simultané, élevage en groupe, variabilité, remplissage des réservoirs digestifs, etc.). Toutefois, quelques études ont montré que la distribution d'un aliment riche en fibres avant le sevrage favorise la viabilité des lapereaux après le sevrage. Cela semble également vrai avec un apport de fibres rapidement fermentescibles dans le caecum (pectines solubles, β -glucanes, fructanes). Les lapereaux non sevrés ne semblent pas réguler leur ingestion d'énergie aussi précisément que les lapereaux sevrés et semblent montrer

une appétence pour les aliments riches en énergie. Ils vont donc avoir une ingestion plus élevée si l'aliment est concentré, ce qui aura un effet positif sur leur poids au sevrage, mais risque d'accroître les problèmes digestifs ultérieurs si l'apport de fibre (quantité et qualité) n'est pas simultanément maintenu à un niveau suffisant.

Comme les femelles et les lapereaux ont accès aux mêmes aliments jusqu'au sevrage, l'alimentation a une influence directe sur la croissance des lapereaux, et une influence indirecte par ses effets sur la composition et, surtout, sur la quantité de lait produite par leur mère. Or, les besoins nutritionnels de la mère et des jeunes lapereaux avant le sevrage sont antagonistes. La femelle a des besoins énergétiques très élevés pour assurer à la fois la croissance des fœtus et la production de lait. À l'inverse, le jeune lapereau a besoin d'aliments riches en fibres (peu énergétique) pour réduire les risques de troubles digestifs autour du sevrage. Pour cela, on peut remplacer une partie de l'amidon alimentaire par des fibres, mais l'aliment sera moins énergétique et pourrait ne pas couvrir la totalité des besoins de la femelle (reproduction et/ou lactation). L'alimentation périsevrage est donc souvent un compromis pour couvrir les besoins des femelles et des lapereaux (voir Stratégies pour alimenter la femelle et sa portée (18 jours-sevrage)).

Nourrir le mâle reproducteur

Des recommandations précises pour nourrir les mâles reproducteurs ne sont pas réellement disponibles car ce sujet a été très peu étudié. Pour des lapins de lignées commerciales européennes, l'ingestion volontaire augmente jusqu'à environ 5 mois, puis se réduit naturellement d'environ 30 % pour se stabiliser aux alentours de 170 g/j d'aliment granulé. Contrairement à une idée répandue, la restriction alimentaire ne favorise pas les qualités reproductives des mâles. Une restriction de 20 à 25 % de l'ingéré (soit 115 à 125 g/j), juste au besoin d'entretien, réduit la libido et le volume des éjaculats (0,96 *vs* 1,30 ml), et donc le nombre de spermatozoïdes par éjaculat (453 *vs* 585 millions). Le rationnement des mâles reproducteurs n'est donc pas conseillé, sauf en cas d'engraissement excessif ou d'activité peu fréquente. En pratique, en centre d'insémination, on peut pratiquer une légère restriction, en donnant une dose journalière de 150 g d'un aliment formulé pour lapins en croissance, donc assez énergétique. Cela permet aussi une ingestion plus régulière, car il existe une forte variabilité d'ingestion d'un jour à l'autre chez certains mâles.

La production spermatique semble assez peu sensible à la qualité de l'aliment. Néanmoins, on recommande qu'il contienne au moins 15 % de protéines. Les caractéristiques de la semence sont similaires pour un aliment contenant 15 % ou 17 % de protéines, mais elles sont dégradées s'il n'en contient que 13 %. Un bon équilibre en acides gras (saturés, monoinsaturés, polyinsaturés) semble plus important que la quantité totale. Les acides gras polyinsaturés jouent un rôle dans la fluidité membranaire, importante pour les différentes phases de la fécondation (notamment la réaction acrosomique et la fusion gamétique). Il semble donc important de surveiller leur apport par l'aliment qui devrait en contenir au moins 1 %. De plus, le niveau d'insaturation de la membrane des spermatozoïdes rend ces cellules très sensibles à la peroxydation (oxydation des lipides polyinsaturés) qui dégrade les structures membranaires et l'intégrité, notamment, de l'ADN. La

protection contre la peroxydation est assurée par le plasma séminal, dont la composition peut être influencée par l'alimentation. Ainsi, les mâles nourris avec un niveau élevé d'antioxydants (200 mg/kg vitamine E et 0,5 g/l de vitamine C) ont une lipoperoxydation réduite de la semence. Cet effet est intéressant si l'on doit congeler la semence. Une surcharge en vitamine E (+400 mg par kg) ou en vitamine C (+2 g par kg) n'a pas d'effet sur la quantité ou la qualité de la semence du mâle. Une supplémentation en vitamines liposolubles (A, D, E) n'est pas nécessaire si le mâle reçoit un aliment équilibré courant pour lapins en croissance. En centre d'insémination (utilisation intense des mâles), il est néanmoins courant de distribuer des vitamines aux mâles, environ une fois par mois.

Besoins en minéraux et en vitamines

Apports en minéraux et oligoéléments

Par nature, tous les minéraux nécessaires au fonctionnement de l'organisme des animaux doivent être apportés par l'alimentation, aucune synthèse n'étant possible. Contrairement aux protéines, lipides et glucides, ils n'ont aucune valeur énergétique. On distingue classiquement les minéraux « majeurs », dont la concentration dans l'aliment est souvent de plusieurs grammes par kg (calcium, phosphore, sodium, potassium, chlore et soufre), et les oligoéléments, présents en plus petites quantités, eux aussi nécessaires au bon fonctionnement de l'organisme (fer, cuivre, zinc, iode, cobalt, manganèse, etc.).

Calcium et phosphore sont majoritairement présents sous forme minérale dans les os et les dents (98-99 % du calcium et 78-80 % du phosphore). Les autres minéraux, et une partie du phosphore et du calcium, sont présents dans les tissus mous sous forme organique en tant que constituants des cellules (phosphore par exemple dans les parois cellulaires) et de très nombreuses enzymes et molécules fonctionnelles (fer par exemple dans l'hémoglobine et la myoglobine ou le phosphore du couple ATP/ADP, base du métabolisme énergétique), ou d'hormones (iode dans les hormones thyroïdiennes par exemple), voire de certaines vitamines (cobalt dans la vitamine B₁₂). Tous les minéraux de l'organisme sont régulièrement renouvelés, y compris ceux des os ou des dents ; ils sont aussi exportés sous forme de nouveau-nés, de lait, ou se déposent au cours de la croissance de l'animal. Il n'y a qu'un faible nombre d'études sur les besoins en minéraux des différentes catégories de lapins et ces travaux datent souvent de plus 30 à 40 ans, voire plus. Ainsi, les travaux des années 1960 et antérieures, sur la base de la croissance d'animaux suivis individuellement et de la calcification osseuse, proposaient un apport de calcium de 0,4 % minimum pour les lapins en croissance, avec un apport pouvant aller sans problème jusqu'à 2,5 % de la ration. Les travaux plus récents, prenant également en compte la mortalité, la morbidité et les anomalies osseuses, conduisent à des recommandations dans une fourchette beaucoup plus étroite, de 0,7-0,8 % de l'aliment au minimum, à 1,5-1,6 % au maximum. Chez la lapine allaitante dont le lait est très riche en calcium, le besoin minimum est plus élevé (1,1-1,2 % de la ration), et des apports complémentaires ponctuels de calcium dans les jours qui suivent la mise-bas peuvent s'avérer utiles chez les lapines à forte production.

Compte tenu des besoins connus et de la composition des végétaux, des apports alimentaires spécifiques en minéraux majeurs, en plus de ceux contenus dans les végétaux, sont très souvent nécessaires pour le calcium, le phosphore et le chlore. Ils le sont toujours pour le sodium. Les apports totaux doivent aussi être estimés pour le potassium en raison d'un risque d'excès, un apport trop important (plus de 1,8-2 % de la ration) pouvant par exemple être source de troubles digestifs et/ou d'une diminution de l'absorption du magnésium, et conduire à une carence en ce minéral. Les apports totaux recommandés figurent au tableau 5.1.

Une remarque complémentaire est nécessaire sur l'apport de phosphore. En raison d'une valorisation digestive du phosphore phytique similaire à celle du phosphore minéral grâce à l'action des bactéries du microbiote digestif, les recommandations alimentaires se font, chez le lapin, en phosphore total sans distinguer le phosphore minéral et le phosphore organique (phytates). Par ailleurs, comme l'excrétion du calcium se fait par voie urinaire, après une absorption digestive indépendante de la concentration alimentaire (cas particulier dans le domaine animal), et comme l'excrétion du phosphore se fait par voie fécale, contrairement à ce qui est pratiqué pour les autres espèces, il n'y a pas lieu de chercher un rapport quelconque entre les apports de phosphore et de calcium dans le cas du lapin

Parmi les oligo-éléments, une attention particulière doit être apportée aux apports minimums en zinc (impliqué, entre autres, dans les mécanismes de défenses immunitaires) et en cuivre (impliqué dans la formation de l'hémoglobine). Des apports de fer sont très souvent utiles, compte tenu de son rôle fondamental dans l'hématopoïèse et la synthèse de la myoglobine (principale protéine constitutive des muscles). En revanche, il n'est pas nécessaire d'effectuer d'apport de cobalt, dans la mesure où les plantes utilisées pour nourrir les lapins ne sont pas elles-mêmes carencées en cobalt.

Encadré 5.4. Les vitamines et minéraux dans un aliment complet : importance des « premix ».

Concrètement, en cuniculture professionnelle européenne, les besoins en certaines vitamines, oligoéléments et minéraux sont couverts par un mélange de produits purifiés (nommé premix). Ce mélange est incorporé dans l'aliment à un taux compris entre 0,2 et 2,0 %. La concentration et les niveaux d'apports varient selon le stade physiologique de l'animal. En Europe, la fabrication de ces premix est réalisée par des usines spécialisées ou firmes service.

Apports en vitamines

Les vitamines sont des substances organiques sans valeur énergétique propre, indispensables à la vie, que ce soit pour la croissance, l'entretien ou la reproduction. Le lapin et l'animal en général ne peuvent pas les synthétiser, sauf la vitamine D. Elles sont donc fournies au lapin, soit par sa flore digestive pour quelques-unes, soit plus généralement par l'alimentation. Dans l'organisme du lapin (et des autres animaux), elles interviennent à très faibles doses, en particulier comme coenzymes ou précurseurs de coenzymes dans la régulation des processus métaboliques. Par contre, les vitamines ne sont jamais incorporées comme élément constitutif de l'organisme et n'ont généralement aucune parenté chimique entre elles.

On classe le plus souvent les vitamines en fonction de leur solubilité. Les vitamines du group B et C sont hydrosolubles et ne s'accumulent donc pas dans l'organisme. Les vitamines A, D, E, K sont liposolubles et sont stockées dans le foie ou le tissu adipeux, ce qui rend leurs apports excessifs potentiellement toxiques, notamment pour l'hypervitaminose A et D.

Vitamines liposolubles.

Ces vitamines doivent être apportées par l'alimentation en quantité suffisante. Les recommandations minimales figurent au tableau 5.1.

La vitamine A est essentielle au maintien de nombreuses fonctions physiologiques, dont la vision, la reproduction, les réactions de défense immunitaire, la croissance, le fonctionnement cellulaire, etc. La vitamine A n'existe que chez les animaux. La source végétale de vitamine A la plus active est constituée par le β -carotène (provitamine A), dont la molécule doit être scindée en deux dans l'organisme pour acquérir une activité vitaminique A. Une dizaine d'autres molécules caroténoïdes sont aussi des provitamines A (α -carotène, cryptoxanthine, etc.). Lorsque la proportion de végétaux verts (ou correctement déshydratés comme la luzerne) est importante, soit plus du quart de la ration, l'apport de β -carotène est suffisant pour couvrir la totalité des besoins en vitamine A. Par contre, lorsque cet apport de fourrages verts est plus faible, un apport alimentaire de vitamine A de synthèse peut être utile, mais ne doit pas dépasser 30 000 UI/kg (toxicité potentielle).

La vitamine D est un facteur de régulation essentiel du métabolisme du calcium. Elle favorise l'absorption intestinale du calcium et l'ossification. Une dizaine de composés ont ce type d'activité dont les principaux sont l'ergocaliférol (vitamine D₂) et le cholécaliférol (vitamine D₃). Son apport alimentaire est toujours souhaitable mais la fourchette est assez étroite : 800-1 000 UI/kg minimum et 2 000 UI/kg maximum dans l'aliment. Un apport plus important accroît la mortalité, surtout chez les mères, principalement en raison d'une calcification erratique des tissus mous. Pour cette raison, les apports occasionnels de vitamine D dans l'eau de boisson doivent être raisonnés en tenant compte de l'apport par l'aliment.

La vitamine E est un antioxydant, elle protège les membranes cellulaires, d'autant mieux qu'elle en stabilise les lipides. Elle intervient aussi dans la fonction de reproduction. On connaît au moins sept formes moléculaires de tocophérols se différenciant par le nombre et la position des groupements méthyl ($-CH_3$) sur la molécule. Ils se distinguent par une lettre grecque (alpha, bêta, gamma, etc.) en fonction de l'ordre décroissant de leur activité vitaminique E. La quantité minimum de vitamine E nécessaire au lapin en croissance est fournie par l'ingestion d'un aliment contenant au moins 25 mg de vitamine E (α -tocophérol) par kg. Un aliment n'en contenant que 15 mg/kg doit être considéré comme déficient. Compte tenu de son rôle dans la fonction de reproduction, un apport plus élevé est conseillé pour les lapins reproducteurs. Aussi, en fonction des apports éventuels par les matières premières, une supplémentation des aliments par 30 à 50 mg de vitamine E par kg est-elle recommandée, en particulier pour les lapins reproducteurs. Un apport beaucoup plus important de vitamine E dans l'alimentation (150 à 200 mg/kg) peut être utilisé pour réduire la vitesse d'oxydation de la viande de

lapin au cours de sa conservation après abattage. Cela peut être pratiqué car on ne connaît pas de toxicité à la vitamine E : les lapins supportent sans difficulté des aliments contenant jusqu'à 10 000 mg de vitamine E par kg.

La vitamine K est une substance antihémorragique indispensable à la synthèse, dans le foie, des protéines de la coagulation sanguine. Il existe deux formes naturelles équivalentes de vitamine K, l'une d'origine végétale, la phylloquinone ou vitamine K₁, et l'autre d'origine bactérienne, la ménaquinone ou vitamine K₂. La vitamine K₃, ou ménadione, est la forme synthétique qui a l'avantage d'être aussi hydrosoluble ; elle est transformée en vitamine K₂ dans l'organisme. Malgré une certaine synthèse de vitamine K₂ par les bactéries du tube digestif du lapin, un apport alimentaire de vitamine K de 1 à 2 mg/kg d'aliment est souhaitable, surtout si l'apport par les fourrages verts (forme K₁) est faible.

Vitamines hydrosolubles

Les vitamines du groupe B et la vitamine C sont synthétisées en quantités importantes par les bactéries du tube digestif. L'ingestion des cæcotrophes permet de couvrir de 3 à 100 fois le besoin minimum des lapins. Cependant, si les lapins souffrent de troubles digestifs et d'un arrêt de la cæcotrophie, l'apport bactérien peut devenir insuffisant. Il est important de souligner que, contrairement aux vitamines liposolubles facilement stockées dans les graisses et le foie des lapins, les vitamines hydrosolubles sont peu ou pas stockées dans l'organisme. Elles nécessitent donc un apport quotidien. C'est pourquoi une complémentation en vitamines du groupe B est souvent ajoutée dans les aliments qui sont utilisés pendant les périodes de fragilité digestive des lapins, comme la période suivant le sevrage. La vitamine C agit sur le stress oxydatif de la cellule et constitue donc un apport intéressant dans les périodes de convalescence ; elle est cofacteur dans la synthèse du collagène et peut contribuer à un renforcement de la paroi des vaisseaux, elle est donc souvent recommandée en période de chaleur. Il faut souligner que la molécule est sensible à la lumière et à la chaleur, ce qui rend délicate son incorporation dans les aliments granulés en raison, notamment, de l'échauffement lors de la granulation. Pour que la vitamine C reste active, son incorporation doit être faite sous forme protégée. Par contre, son introduction dans l'eau de boisson ne pose pas de problème majeur.

La qualité des aliments

Éléments de formulation d'un aliment composé équilibré

Pour nourrir correctement un lapin à partir d'un aliment unique (en général sec et granulé), il faut couvrir ses besoins en lui fournissant un aliment correspondant le mieux possible aux critères mentionnés au tableau 5.1. Pour cela, on mélange dans des proportions précises divers ingrédients ou matières premières dont on connaît la composition. Ces informations de composition chimique et de valeur nutritive (concentration en ED et PD) sont présentes dans des tables dont un extrait est donné en tableau 5.3 (Maertens *et al.*, 2002). Des tables très complètes sont également disponibles librement sur internet (<http://www.feedipedia.org>).

Tableau 5.3. Composition chimique et valeur nutritionnelle de quelques ingrédients** utilisés en alimentation du lapin*.

% brut	Amidon	Matière grasse	Protéines brutes	Lysine	AA soufrés	ADF	ADL	Fibres digestibles ^a	Calcium	Phosphore	Sodium	Potassium	Protéine digestible	ED, MJ/kg
Blé tendre	60,0	1,8	10,8	0,33	0,45	3,1	0,9	8,4	0,04	0,35	0,02	0,41	8,3	13,10
Orge	51,0	2,0	10,3	0,39	0,42	5,5	0,9	12,6	0,06	0,36	0,02	0,14	6,9	12,90
Tourteau de soja	0,0	1,8	45,0	2,81	1,31	8,2	0,6	11,9	0,29	0,61	0,02	1,95	37,4	13,95
Tourteau de tournesol	0,0	2,3	30,6	1,12	1,31	27,0	9,0	17,8	0,30	0,95	0,03	1,10	24,5	10,25
Son de blé	19,0	3,4	15,0	0,59	0,55	11,8	3,5	31,6	0,15	1,09	0,03	1,10	11,1	10,30
Paille de blé	0,5	1,2	3,6			47,4	8,0	29,8	0,38	0,08	0,16	0,95	0,4	2,70
Luzerne déshydratée	0,0	3,2	15,3	0,66	0,41	32,6	7,3	16,0	1,50	0,26	0,07	2,10	9,0	7,40
Pulpe de betterave	0,0	1,0	9,0	0,53	0,31	21,2	1,8	46,6	0,76	0,10	0,20	0,49	4,5	10,40
Mélasses de betterave	0,0	0,0	10,5	0,04	0,10	0,0	0,0	0,0	0,22	0,02	0,80	3,91	7,4	10,65

* Extrait de Maertens *et al.*, 2002.** pour des tables plus complètes, consulter le site www.feedipedia.org^a ADF : *Acid Detergent Fibre* ; ADL : *Acid Detergent Lignin*.

Néanmoins, les valeurs en acides aminés digestibles des ingrédients ne sont pas disponibles dans ces tables. Pour couvrir les besoins, ces valeurs sont donc estimées en utilisant le coefficient de digestibilité moyen des protéines de l'ingrédient choisi. Pour obtenir un mélange optimal des différents ingrédients, on peut utiliser un logiciel de formulation qui permettra de calculer les proportions des ingrédients dans le mélange pour un moindre coût. Un logiciel simple, basé sur l'emploi de feuille de calcul (WUFFDA), est disponible gratuitement (<http://www.cuniculture.info/Docs/Elevage/Profess-04-Besoin.html>). Le choix des matières premières est essentiel pour aboutir à un aliment équilibré et sain, ceci est détaillé dans la section suivante. Un exemple d'aliment composé granulé et équilibré pour un lapin en croissance est donné dans le tableau 5.4.

Tableau 5.4. Exemple d'aliment composé granulé et équilibré pour lapins en croissance.

Ingrédients	%	Composition chimique	g/kg brut
Orge	13,00	Matière sèche	873
Blé	4,00	Minéraux totaux	73
Son de blé	21,00	Énergie digestible (MJ/kg)	9,48
Tourteau de soja	4,00	Protéines brutes	162
Tourteau de tournesol	14,00	Protéines digestibles	113
Luzerne déshydratée	30,00	Lysine digestible	5,6
Pulpe de betterave	9,00	Acides aminés soufrés digestibles	4,9
Paille de blé	4,00	ADF ^a	215
Sel	0,40	ADL	50
Méthionine (99 %)	0,10	Fibres digestibles ^a	220
Mélange de vitamines et oligoéléments (premix)	0,50	Calcium	8,0

^a ADF, *Acid detergent fibre* ; ADL, *Acid detergent lignin*.

Choix des matières premières : qualités nutritionnelle et hygiénique

Qualités nutritionnelles

D'une manière générale, il est important de connaître l'origine de toutes les matières premières d'un aliment composé : fournisseurs et procédé d'obtention du produit. Ainsi, un même produit, mais provenant de deux fournisseurs ayant des procédés d'obtention différents, pourra expliquer des écarts de valeur nutritive pour l'animal. Des matières premières stables et dont le procédé de fabrication est bien maîtrisé (au plan technique et sanitaire) sont à privilégier. De plus, en pratique concrète de formulation et de production d'aliment composé, on évite des changements trop brusques dans les proportions des matières premières, en particulier entre deux aliments distribués successivement (par exemple périsévrage puis post-sevrage). Ceci favorise une transition plus aisée et donc une ingestion plus régulière. Le choix des matières premières peut aussi être contraint par les capacités de stockage et de conservation. Mais le choix des matières premières dépend fortement de leur profil nutritionnel. On distingue ainsi plusieurs catégories de matières ou ingrédients selon leur rôle :

- Ingrédients à concentration élevée en amidon et contribuant fortement aux apports d'énergie : céréales (blé, orge, etc.) et coproduits de céréales (son de blé,

etc.). La régularité du niveau d'amidon et la bonne maîtrise du procédé d'obtention des coproduits orienteront le choix. Ils peuvent être utilisés jusqu'à 40-50 % de la ration, le maximum étant défini par l'équilibre nutritionnel de la formule, ainsi que par le besoin éventuel de limiter l'amidon.

- Matières grasses (huiles végétales) et produits riches en lipides, tels que des graines entières d'oléo-protéagineux (colza, soja) ou des tourteaux gras (extrait à froid ou expeller) de colza, de tournesol, de soja, ou du son de moutarde. L'incorporation des huiles et des produits gras est limitée (< 4 %) afin de maintenir la dureté et la durabilité du granulé. L'utilisation de graines entières (ou de tourteaux gras) permet de contribuer aux apports énergétiques avec une moindre dégradation de la qualité du granulé.

- Ingrédients contribuant aux apports d'énergie par les glucides (hors céréales) : produits riches en amidon issus de tubercules (manioc) et produits riches en fibres digestibles (pulpes de betteraves, pulpes de citrus). Pour le manioc, on veillera à sa qualité bactérienne et fongique, dépendante de la qualité du stockage, ainsi qu'à l'absence de composés cyanogènes. Dans le cas, des pulpes de betteraves, on veillera à ce que son taux de matière minérale (MM) soit peu élevé (ce qui témoigne d'un faible taux de terre ramenée du champ avec les betteraves ou d'une faible proportion d'additifs ajoutés pour faciliter le pressage des pulpes avant déshydratation).

- Ingrédients contribuant fortement aux apports de protéines : tourteaux de graines oléagineuses (soja, colza, tournesol) ou de graines protéagineuses (pois, lupin, féverole), et luzerne. L'incorporation de certaines graines brutes peut être limitée par la présence de facteurs antinutritionnels (substances anti-trypsiques du soja ou glucosinolates dans les anciennes variétés de colza). La cuisson, l'extrusion ou le toastage permettent, dans la plupart des cas, de neutraliser ou de diminuer suffisamment le niveau de ces facteurs antinutritionnels. La luzerne déshydratée étant bien équilibrée en protéines et en fibres, c'est un ingrédient souvent utilisé en formulation d'aliment pour le lapin, et qui peut même être utilisé comme aliment unique (à 98-100 %).

- Ingrédients contribuant fortement aux apports de fibres. Les pailles de céréales sont utilisées (jusqu'à 15 à 20 %) pour leur forte teneur en cellulose, même si elles contribuent peu aux apports d'énergie ou de protéines. Concernant les apports de lignines, on utilise divers coproduits du raisin (pépins et pulpes) ou encore des coques de tournesol, sachant que la luzerne ou le tourteau de tournesol peuvent fournir une part importante des apports de lignines.

Qualités hygiéniques

Le choix des matières premières est fortement dicté par leur qualité hygiénique. Le premier contrôle est une évaluation visuelle et organoleptique : contrôle visuel de détection de matières étrangères (sol, métaux...) et d'insectes ; reconnaissance de couleur et de correspondance avec la matière première choisie ; identification d'odeurs étranges (peuvent être dues à la fermentation) ; de traces de moisissures.

Concernant les moisissures, on veillera aux procédés de stockage des produits, et à la teneur en MS. Diverses mycotoxines, produites par des microchampignons, peuvent altérer les performances et la santé des animaux (AFSSA, 2009) si elles

sont en concentration trop élevée dans les aliments. Quelques mycotoxines font l'objet d'une réglementation en Europe (aflatoxines, vomitoxine, zearalenone, ochratoxine A, T2, HT2, fumonisines). Parmi les nombreuses mycotoxines, citons en premier l'une des plus fréquentes et toxiques pour le lapin, l'aflatoxine B1 (AFB1) provenant de plusieurs types d'*Aspergillus*, souvent trouvée dans le maïs ou les tourteaux d'arachide, les graines d'oléagineuses, voire les céréales à paille. Les lapins sont extrêmement sensibles à l'AFB1 puisque la dose létale, par voie orale, est de seulement 0,3 mg/kg PV. Une faible concentration, à partir de 0,1 mg/kg, dans l'aliment entraîne immédiatement une baisse de croissance des lapins, puis une réduction de leur consommation en 8-10 jours, puis une mortalité en 4-5 semaines. Cette concentration nocive est de 5 à 100 fois plus faible que pour la majorité des autres animaux domestiques (en dehors des canetons, aussi sensibles que le lapin). La zearalenone (toxine F-2) est une substance œstrogène souvent trouvée dans le maïs et d'autres céréales contaminées par *Fusarium graminearum*. Elle provoque une hypertrophie de l'appareil génital de la femelle et perturbera la reproduction. Le lapin est sensible à partir d'une concentration de 1 à 2 mg/kg dans un aliment donné pendant 1 à 2 semaines.

Citons enfin le groupe de toxines produites par certaines souches de *Fusarium* : les trichothécènes incluant la toxine T2 et la vomitoxine (4-deoxynivalenol ou DON) qui sont les deux toxines les plus communes. La vomitoxine peut être présente dans les grains de céréales (blé, maïs). La toxine T2 est souvent présente dans les matières premières fibreuses. Les lapins contaminés par la toxine T2 présentent de l'anorexie et des perturbations métaboliques. À moyen terme (4-7 semaines) avec un aliment modérément contaminé (0,2 mg/kg), on observe des troubles de la reproduction chez la lapine (dose orale létale de toxine T2 = 4 mg/kg PV en 24 heures) et des effets néfastes sur le développement fœtal : 100 % de résorption fœtale sont obtenues avec une dose de seulement 0,24 mg/kg d'aliment. Retenons les taux maximums dans l'aliment du lapin (en mg/kg) : aflatoxine B1 = 0,02 ; zearalenone = 0,50 ; vomitoxine = 5,0 ; ochratoxine A = 5,0 ; fumonisines B1 + B2 = 5,0. Plus d'informations sur les mycotoxines en alimentation cunicole sont disponibles dans la revue de Mézes et Balogh (2009).

La qualité bactériologique des matières premières et des aliments doit également être surveillée, en analysant divers critères tels que les concentrations en coliformes fécaux, salmonelles, etc. Par exemple, après la granulation, la valeur de consigne pour les entérobactéries est < 100 UFC/g d'aliment, avec une action obligatoire si les valeurs sont comprises entre 100 et 1 000 UFC/g.

Enfin, d'autres contaminants peuvent être présents dans l'aliment et font l'objet d'une réglementation en Europe, tels que métaux (plomb, arsenic, mercure...), pesticides, résidus d'antibiotiques ou d'anticoccidiens, dioxines, etc.

Qualités physiques des aliments

Le lapin est sensible à la présence de poussières dans son alimentation ou dans l'air ambiant, et un excès favorisera les troubles respiratoires. Si un aliment complet est distribué sous forme de farine ou de granulé, on veillera à ce qu'il contienne un minimum de fines particules. De plus, ces dernières sont délaissées au fond de la

mangeoire et sont une source de gaspillage pour l'éleveur. Une solution consiste à perforer le fond de la mangeoire pour évacuer ces particules fines (si les lapins sont alimentés à volonté). En cas de rationnement quantitatif, les lapins consomment sans problème ces brisures de granulés plus ou moins fines.

Encadré 5.5. Intérêt de la granulation pour permettre une alimentation équilibrée.

Sachant que le lapin est capable de choisir et de trier ses aliments, il est souvent avantageux de lui proposer un aliment unique, sous forme d'un mélange d'ingrédients secs et agglomérés en granulés. Ainsi, on réduit fortement le gaspillage d'aliment, car le lapin ne peut plus trier le contenu de la mangeoire. Il est possible de nourrir le lapin avec un mélange de matières premières en l'état ; s'il est rationné, il consommera sans gaspillage, mais sa vitesse de croissance et son efficacité alimentaire sera moindre qu'avec le même aliment qui serait granulé. Ainsi, granuler un aliment nutritionnellement équilibré garantit que l'animal ingère la quantité de nutriments prévue pour couvrir ses besoins. En outre, la granulation permet une meilleure efficacité alimentaire, un stockage aisé et une bonne conservation de l'aliment. Les professionnels de l'alimentation animale possèdent le savoir-faire pour fabriquer ce type d'aliments. Il est néanmoins possible de réaliser la granulation d'un mélange d'ingrédients à la ferme, à l'aide d'outils assez peu onéreux.

Dans le cas d'aliment complet granulé, plusieurs critères sont surveillés pour assurer une bonne qualité physique : diamètre et longueur du granulé, ainsi que dureté et durabilité. La taille du granulé adapté au lapin est de 3 à 4 mm de diamètre pour une longueur de 8 à 15 mm. De plus, le granulé doit être suffisamment résistant pour être transporté, stocké et manipulé sans se détériorer, c'est-à-dire sans générer d'excès de particules fines (ou « farine »). On surveille alors sa durabilité et sa dureté. Une dureté excessive du granulé conduira à un comportement de « grattage » : avec ses pattes avant, le lapin grattera le contenu de la mangeoire, d'où un gaspillage d'aliment. Ainsi, contrairement à ce qui pourrait être attendu d'un animal grignoteur, le lapin délaisse un aliment granulé trop dur, il préférera, pour s'alimenter, un aliment granulé assez tendre. Un aliment granulé très dur avec une faible élasticité peut être très fragile et produire ainsi une grande quantité de particules fines lors de sa manipulation (mauvaise durabilité).

La finesse de broyage des matières premières a peu d'influence sur la valorisation de l'aliment par le lapin. Un broyage fin (grilles < 2 mm), plus coûteux, est peu recommandé même si cela pourrait théoriquement améliorer la digestibilité, car cela augmente le temps de séjour des aliments dans le tube digestif et pourrait conduire à des troubles digestifs.

L'abreuvement : quantité et qualité

De tous les besoins du lapin nourri avec un aliment sec (granulés, graines + foin, etc.), le besoin quotidien en eau est quantitativement le plus important. Un lapin adulte peut survivre de quatre à huit jours sans boisson et sans altération irréversible des fonctions vitales, mais son poids peut être réduit de 20 à 30 % en moins d'une semaine. Si l'eau est disponible mais que l'aliment solide manque, le lapin peut survivre trois à quatre semaines. 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 l'abreuvement peut entraîner une réduction de l'ingestion d'aliment. La consommation quotidienne d'eau est 1,5 à 2 fois supérieure à la quantité de matière sèche ingérée librement. Des températures trop élevées dans le bâtiment peuvent augmenter cette consommation d'eau au détriment de l'ingestion d'aliment, ce qui peut provoquer de fortes baisses de croissance. L'arrêt de la consommation d'eau provoque un arrêt de consommation d'aliment en 24 heures.

Dans la zone de neutralité thermique (15-24 °C) et dans le cas d'une alimentation sèche (88 à 90 % de MS) à base de granulés, la consommation d'eau correspond environ à 1,7 fois celle de granulés, soit environ 120 ml/kg PV. Pour des lapins de lignées commerciales, l'ingestion quotidienne d'eau est de l'ordre de 350 ml pour un lapin en pleine croissance, 500 à 900 ml par femelle allaitante (auxquels il faut ajouter 100 à 300 ml pour les lapereaux avant sevrage). Le système d'abreuvement des animaux doit permettre une disponibilité permanente en eau de bonne qualité (au moins un point d'eau pour dix à quinze lapins).

La qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau est importante à surveiller : une eau de mauvaise qualité peut être la cause de troubles digestifs graves, surtout chez les jeunes (voir chapitre 6). En se référant aux recommandations d'eau potable pour l'homme, on s'assurera d'une bonne qualité d'abreuvement. Néanmoins, quelques études ont montré que, pour quelques critères, on peut dépasser les normes pour l'homme sans troubles pour le lapin : sodium (900 ppm maxi), sulfates (1 340 ppm maxi), nitrates (600 ppm) nitrites (11 ppm maxi), cuivre (60 ppm maxi), pH (3,5 à 9,0). Si une eau saumâtre est distribuée aux lapins, leur croissance peut être réduite (-10 à -15 %) si la teneur en sodium de l'eau dépasse 1 %. La consommation d'aliment n'est pas altérée par la salinité de l'eau ; par contre, la consommation d'eau s'accroît légèrement avec la salinité (+14 à +16 %).

Stratégies d'alimentation : le bon aliment au bon moment

Comme présenté auparavant, les besoins nutritionnels des lapins sont différents selon leur stade physiologique (jeune femelle, femelle adulte, jeunes lapereaux, etc.). Pour y répondre avec précision, on devrait théoriquement utiliser un aliment adapté à chaque stade, ce qui conduirait à une stratégie d'alimentation (ou plan d'alimentation) complexe à gérer en élevage, avec cinq à sept aliments différents à distribuer sur des durées et en quantité choisies (figure 5.8). En pratique courante d'élevage, un à quatre aliments sont disponibles. De plus, les différents types de lapins sont parfois dans une seule salle d'élevage ou dans la même cage (par exemple femelle et sa portée), et sont donc nourris avec un même aliment, bien que leurs besoins soient différents. La stratégie d'alimentation visera donc un compromis réaliste pour composer avec l'environnement de l'élevage : infrastructures de stockage d'aliment ou de distribution (automatique ou non), types de cages, conduite de la reproduction, état sanitaire, type de production (rationnel, fermier, bio), etc. Il existe donc de nombreux plans d'alimentation pour s'adapter à la réalité de la pratique cunicole. L'exemple de plan donné ci-dessous convient dans le cas d'une conduite en élevage professionnel en bande unique et impose de pouvoir stocker quatre aliments différents.

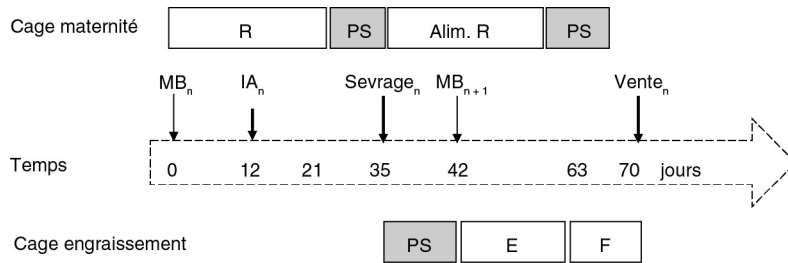


Figure 5.8. Exemple de plan d'alimentation en cuniculture professionnelle.

Type d'aliment : R, reproduction ; PS, péri-sevrage ; E, engraissement ; F, finition (sans additifs).

Stratégies pour alimenter la femelle et sa portée (18 jours-sevrage)

En pratique courante, de l'âge de 18 jours au sevrage, les lapereaux consomment le même aliment que celui donné à leur mère, bien que leurs besoins soient très différents : besoin énergétique élevé pour la femelle en lactation et besoin élevé en fibres pour les lapereaux pour garantir leur santé digestive (voir Nourrir la femelle en reproduction, Fibres alimentaires et santé digestive du lapin en croissance). Des stratégies alimentaires sont envisageables pour respecter au mieux les besoins spécifiques à chaque catégorie pendant cette période charnière précédant le sevrage. Selon qu'on souhaite privilégier les performances de la mère ou la préparation digestive des lapereaux, le choix de la base alimentaire s'orientera soit vers un aliment pré-sevrage qui privilégie les besoins de la lapine tout en garantissant un apport minimum en fibres pour les lapereaux, soit vers un aliment sevrage orienté vers les besoins du lapereau. En cuniculture professionnelle en Europe, on recommande un aliment riche en amidon (18-22 %) au début de la lactation (0-18 jours) afin : 1/ de limiter le déficit énergétique et la mobilisation corporelle en début de lactation ; et 2/ d'améliorer la fertilité au moment de l'IA.

À l'inverse, en fin de lactation (19-35 jours), il semble préférable d'utiliser un aliment pauvre en amidon et plus riche en fibres, afin de préserver la santé digestive des jeunes lapereaux. Si l'on souhaite malgré tout préserver l'état corporel des femelles, on peut limiter la réduction de la teneur en énergie en substituant une partie de l'amidon par des lipides. Cela permet d'obtenir un compromis entre les besoins nutritionnels des lapines (énergie) et ceux des lapereaux (fibres). Toutefois, si l'aliment est riche en énergie (> 10,3 MJ/kg), il faudra éviter une distribution à volonté après le sevrage (trop riche), et adopter une stratégie de limitation de l'ingéré pour réduire les risques de pathologie digestive chez les lapereaux (voir Stratégies de limitation de l'ingestion après le sevrage : intérêts et limites). Après sevrage, on peut aussi combiner une restriction avec un aliment mieux adapté aux besoins des lapereaux. Dans ce cas, les lapereaux devront cumuler un changement d'aliment avec le stress du sevrage. Ainsi, dans les deux semaines suivant le sevrage, on peut observer des « accidents » de croissance souvent associés à des troubles digestifs (voir chapitre 6). Pour limiter ces troubles, on conseille un aliment de période de sevrage, enrichi en fibres indigestibles. Cet aliment est souvent distribué une semaine avant le sevrage et pendant 2 à 3 semaines après sevrage. Cela peut

aussi favoriser le développement du microbiote caecal. À l'avenir, il serait intéressant de valider des systèmes de logement qui permettent de distribuer l'aliment des femelles séparément de celui des lapereaux avant sevrage (seulement testé en expérimentation) et de mieux couvrir les besoins de ces deux catégories d'animaux.

Conduire l'alimentation de la lapine en production et celle de la future femelle

En plus du statut de gestante et/ou d'allaitante, les besoins nutritionnels des lapines en production dépendent de la fréquence des mises-bas, du système d'élevage (sailies, IA avec bandes uniques ou multiples) et de la taille de sa portée. Quoi qu'il en soit, un aliment dit de « reproduction » distribué à volonté est nécessaire pour les lapines en production, surtout en phase d'allaitement de leur portée. D'autre part, si on souhaite maximiser les performances des femelles, on s'orientera vers un aliment « concentré » avec des apports élevés en énergie, protéines, minéraux et vitamines. Cependant, ce choix d'un aliment concentré imposera une transition alimentaire plus précoce (vers 18-21 jours) avec un aliment périsévrage pour préserver la santé digestive des lapereaux. Ainsi, le choix de l'aliment « reproduction » conditionne sa durée d'utilisation, qui peut s'étendre jusqu'à 21 ou 28 jours selon sa spécialisation. La lapine primipare, qui n'a pas atteint son poids adulte ni sa capacité maximale d'ingestion, est un cas particulier. Un aliment spécifique peut lui être distribué (plus énergétique et sur une durée prolongée), ou encore on peut lui distribuer un complément alimentaire sur une durée courte autour de la mise-bas.

Encadré 5.6. Pour la lapine à haute productivité : un complément alimentaire.

Pendant l'allaitement de la première portée, voire de la seconde, les jeunes lapines de lignées sélectionnées (inséminées pour la première fois à l'âge de 19,5 semaines, dans une conduite cyclique de 6 semaines) n'ont pas terminé leur croissance. On peut, selon la lignée, leur donner un complément alimentaire (en plus de l'aliment « reproduction ») pour fournir un supplément d'énergie. Ce complément possède une teneur assez élevée en matière grasse (4 à 7 %) et en amidon (18 à 22 %). Il peut contenir des arômes spécifiques pour inciter la lapine à plus ingérer autour de la mise-bas ou plus tard dans le cycle. Il est en général enrichi en vitamine E (pour favoriser la fertilité) ; il contient parfois des molécules cholérétiques ou lipotropes. La distribution de ce complément se réalise manuellement (dosette) ou, pour les grands troupeaux, de manière automatique avec un système de distribution qui s'adapte sur une chaîne de distribution automatique d'aliment. Concrètement, une dose de complément alimentaire distribuée à la mise en place du nid permettra un apport énergétique en fin de gestation. Si la distribution a lieu à la mise-bas, l'objectif sera d'assurer un meilleur démarrage en lactation. Si le complément est distribué 48 heures avant l'insémination artificielle, l'objectif sera de simuler un « *flushing* alimentaire » pour optimiser la fertilité. Enfin, une distribution 12 à 16 jours après la mise-bas aura pour but de mieux couvrir les besoins énergétiques au pic de lactation pour une meilleure persistance laitière.

Les besoins de la future reproductrice sont spécifiques (voir Nourrir les jeunes femelles futures reproductrices) et différents de ceux d'une lapine adulte en production. En théorie, elle doit donc être nourrie avec un aliment particulier, ce qui impose une structure d'élevage adaptée. En élevage professionnel, les jeunes femelles

sont nourries avec un aliment « maternité » ou avec un aliment « croissance », et avec une restriction entre 11 et 19 semaines d'âge (puis un *flushing* précédant et suivant la mise à la reproduction) adaptée selon le niveau énergétique de l'aliment. On peut éviter de restreindre l'ingestion en distribuant librement un aliment riche en fibres digestibles et un peu moins énergétique.

Le lapin en croissance

Après le sevrage, les lapereaux peuvent être alimentés de différentes façons, sachant que la période qui encadre le sevrage (8 à 10 jours avant et après) est souvent délicate car le lapereau accroît beaucoup son ingestion. De plus, il vit un stress de séparation d'avec sa mère et, bien souvent, de regroupement avec d'autres congénères, il ne reçoit plus de lait et donc d'immunoglobulines protectrices, et enfin sa physiologie digestive est en phase de maturation active. De ce fait, cette période est la plus sensible pour l'apparition de troubles digestifs (diarrhées) et on recommande souvent un aliment riche en fibres (modérément énergétique) pour réduire le risque de diarrhée post-sevrage. Ces aliments dits « sécurisés » sont souvent distribués durant 2 à 3 semaines après le sevrage, souvent aussi 1 semaine avant le sevrage. De plus, en période post-sevrage, il est souvent recommandé d'appliquer une stratégie de limitation de l'ingestion, pour réduire la prévalence de certaines maladies digestives (voir Stratégies de limitation de l'ingestion après le sevrage : intérêts et limites).

Si l'éleveur souhaite une meilleure croissance et une bonne efficacité alimentaire, il peut choisir un aliment plus énergétique. Cette stratégie requiert cependant une certaine technicité pour éviter une dérive sanitaire, surtout en cas d'utilisation sur une longue période. Pendant au moins une semaine avant la vente d'un lapin de chair, la réglementation européenne impose une absence d'additifs (anticoccidiens, médicaments) dans l'aliment. L'éleveur utilise alors un aliment dit de « finition » ou « blanc ».

Stratégies de limitation de l'ingestion après le sevrage : intérêts et limites

L'intérêt d'une limitation de l'ingestion d'aliments granulés (après le sevrage) pour réduire la prévalence de certaines maladies a été démontré dès 2002 pour la cuniculture professionnelle française. La restriction alimentaire post-sevrage montre une bonne efficacité pour lutter contre l'entéropathie épizootique du lapin (EEL, voir chapitre 6) et permet aussi d'améliorer l'efficacité alimentaire. Dès lors, la quasi-totalité des éleveurs français utilisent une stratégie de restriction alimentaire après le sevrage.

Le jeune lapin, logé collectivement, s'adapte rapidement à une restriction alimentaire, sans manifester de comportement agressif vis-à-vis de ses congénères pour l'accès à la mangeoire, du fait de son comportement alimentaire de type « grignoteur ». En revanche, un lapin restreint consommera plus d'eau. Les mécanismes physiologiques expliquant l'effet bénéfique d'une restriction sur la santé du lapereau sont encore peu clairs. Néanmoins, remarquons que l'application d'une restriction

évite un comportement de surconsommation (ou boulimie) parfois observé chez le jeune lapin alimenté à volonté, en particulier au cours des deux semaines suivant le sevrage. Cet effet favorable d'une restriction alimentaire sur la santé n'est visible que durant la période d'ingestion limitée. Il ne perdure pas lorsque les animaux passent à une ingestion libre. L'impact d'une restriction sur la mortalité post-sevrage diffère grandement (et logiquement) selon les études (figure 5.9), mais reste toujours bénéfique.

Concrètement en pratique cunicole professionnelle (en France), pour réduire le risque de troubles digestifs, on recommande une restriction d'ingestion d'au moins 20 % (par rapport à la consommation libre) et pendant au moins les deux semaines suivant le sevrage (figure 5.10). Si l'état sanitaire en engraissement est médiocre (et selon la cause des problèmes), on allongera la période de restriction (durant 3 à 4 semaines) en associant ou non une restriction plus intense (-25 % voire -35 %, et on réduira la durée d'ingestion libre, 1 à 2 semaines).

L'effet bénéfique d'une restriction sur l'efficacité alimentaire s'explique en partie par une meilleure efficacité digestive, en lien avec un transit des aliments plus lent. Durant la restriction, l'efficacité alimentaire est améliorée de 5 à 10 %. En fin d'engraissement, si les lapins sont nourris librement (période AL, figure 5.10),

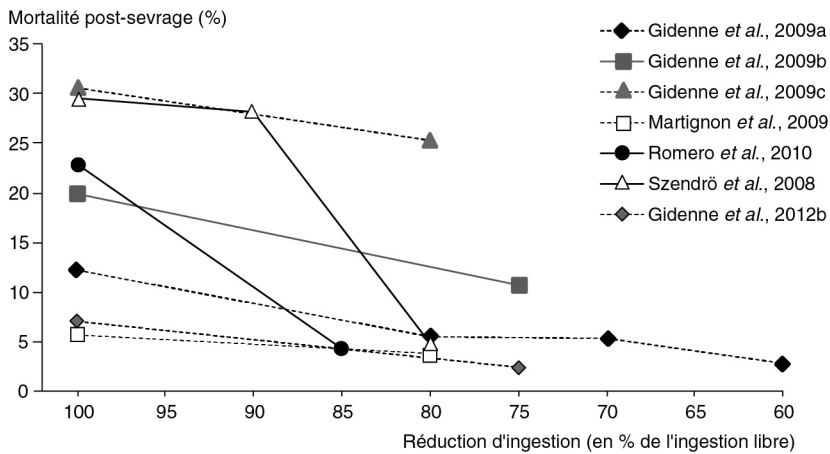


Figure 5.9. Une restriction alimentaire après le sevrage réduit le taux de mortalité du lapin en croissance, avec une ampleur variée selon les études.

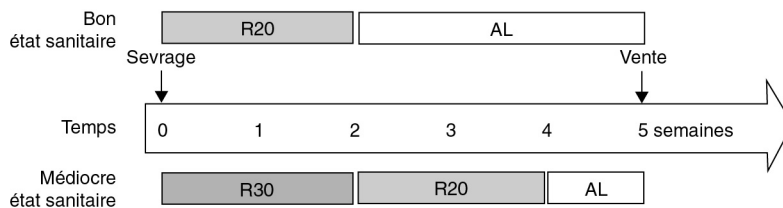


Figure 5.10. Exemples de stratégies de limitation post-sevrage de l'ingestion chez le lapin.

ils présentent une hausse d'efficacité alimentaire qui peut atteindre 35 %, associée à une forte croissance compensatrice.

En revanche, une restriction alimentaire produit évidemment un ralentissement de la croissance, et donc un allongement de la durée d'élevage pour un même poids vif à la vente. Ce ralentissement de croissance dépend directement de la durée des périodes de restriction « R » et d'alimentation libre « AL ». Par exemple, pour une stratégie 4R25+1AL (4 semaines R à -25 % suivies d'une semaine AL), le poids vif est pénalisé de 3 à 6 % selon le niveau énergétique de l'aliment. Le rendement à l'abattage est pénalisé chez les lapins restreints puis nourris librement en fin d'engraissement. Par exemple, après application d'une stratégie 4R25+1AL, le rendement est en général réduit de 1 à 2 unités, pour partie en raison d'un développement plus important des organes digestifs.

Encadré 5.7. Choisir une stratégie de restriction post-sevrage adaptée à son élevage.

En pratique, l'éleveur choisira une stratégie (méthode, durée et intensité de restriction) pour répondre à ses contraintes techniques et économiques : amélioration de l'état sanitaire, réduction des coûts d'alimentation, ou même réduction de l'ingestion de granulés pour stimuler la consommation de fourrage. Par exemple, on peut choisir une restriction de 20 % durant les trois semaines post-sevrage, puis deux semaines d'ingestion libre. Si on dispose d'un outil de distribution automatique d'aliment (DAA), on peut choisir une stratégie plus fine et progressive pour réguler la croissance et atteindre un poids cible à âge fixe (réduction progressive ou par paliers, restriction continue ou en alternance, etc.).

La restriction d'ingestion d'un aliment granulé est obtenue principalement de deux façons : 1) en réduisant la durée quotidienne d'accès à la mangeoire (par exemple un accès à la mangeoire pendant 8h/j conduit à une restriction de 20 %) ; 2) en diminuant la quantité d'aliment distribué. Un contrôle de l'ingestion est plus précis si on fixe chaque jour la quantité d'aliment soit manuellement, soit avec un DAA, outil relativement répandu en cuniculture professionnelle.

Choisir une alimentation adaptée à l'environnement du lapin

Nourrir en saison chaude

Une élévation de la température ambiante au-delà de 26-28 °C entraîne une réduction des besoins en énergie pour maintenir la température corporelle. En parallèle, l'ingestion d'aliment solide est aussi réduite mais de manière encore plus importante (ce qui pose le problème de la couverture des besoins de production), tandis que la consommation d'eau s'accroît. La vasodilatation des vaisseaux sanguins périphériques aidera le lapin à réduire l'excès de chaleur interne ; ainsi, la quantité de chaleur « dissipée » par les oreilles peut être très élevée. Si la température augmente de 5 à 30 °C, la consommation d'aliment granulé passera par exemple de 180 à 120 g/j, et celle de l'eau de 330 à 390 g/j. Lorsque la température s'élève (tests à 20, 26 et 32 °C), le rapport eau/aliment ingéré est sensiblement accru et le nombre de repas (solides et liquides) par 24 heures décroît (37 repas solides à 10 °C et 27 à 30 °C). Au-delà de 28 °C, la croissance tout comme la production laitière seront donc freinées.

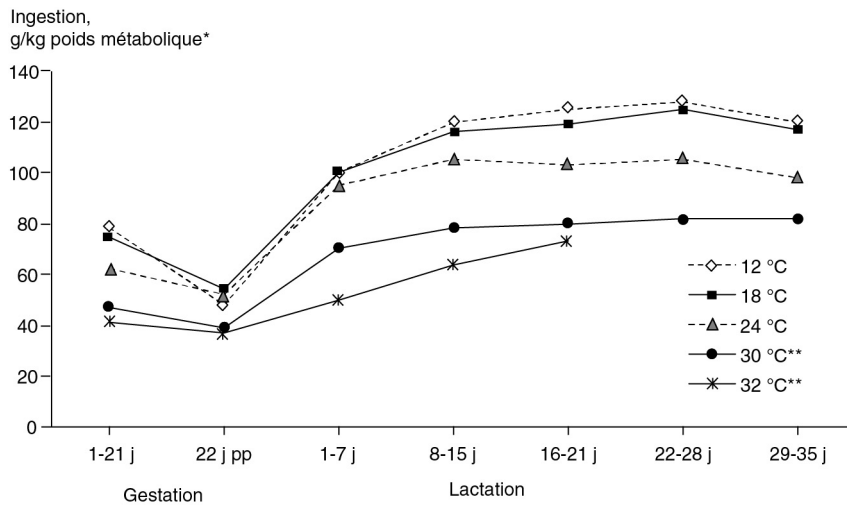


Figure 5.11. Ingestion de la lapine en production, selon la température ambiante (adapté de Cervera et Fernández Carmona, 2010).

* Pm = (Poids vif)0,75 ; ** température constante ; 1-21j : entre 1 et 21 jours après mise-bas.

Une lapine et sa portée pourront présenter une chute d'ingestion très forte (–20 à –50 %) selon la température ambiante (figure 5.11). Le déficit énergétique des lapines au cours de la lactation peut alors s'aggraver et l'état corporel des femelles se détériorer. Pour pallier à cette situation, il peut être intéressant d'augmenter la teneur en énergie de l'aliment distribué aux femelles pendant les périodes chaudes (+0,6 MJ/kg). De même, chez le lapin mâle, la production spermatique peut être altérée en cas de forte température (> 28 °C) du fait d'une réduction d'ingestion ; et là encore, un aliment plus concentré en énergie et en protéines peut être recommandé.

En milieu tropical, les effets de la chaleur présentés précédemment sont renforcés en cas de forte humidité ambiante. Le niveau d'ingestion des animaux devra donc être surveillé, et on veillera à employer un aliment adapté aux performances attendues des lapins. En pratique, l'éleveur peut utiliser des bâtiments d'élevage de type semi-plein air et des lignées de lapins mieux acclimatés aux conditions locales. De manière générale, en climat chaud, il faudra plus particulièrement veiller à la qualité de l'abreuvement des animaux, surtout s'ils sont nourris avec un aliment sec.

Nourrir en saison froide

Le lapin, animal à fourrure, s'adapte assez facilement à un climat froid, ses performances seront néanmoins altérées, surtout en termes d'efficacité alimentaire. Ainsi, en deçà d'une température ambiante de 16 °C, ses besoins en énergie augmentent pour maintenir la température corporelle, et le lapin s'adapte en augmentant son ingestion. Par ailleurs, la vasoconstriction des vaisseaux sanguins périphériques aidera le lapin à conserver sa chaleur interne ; ainsi, la déperdition de chaleur au niveau des oreilles peut être très réduite. En pratique professionnelle, l'engraissement du

lapin est parfois réalisé dans des cages « plein air », surtout dans les zones les plus tempérées de l'Europe. L'élevage des reproductrices en plein air est moins fréquent, même si la lapine peut élever sa portée en hiver avec des températures faibles (−5 à +5 °C), voire avec de la neige, par exemple avec des cages adaptées, comme les cages mobiles sur pâturage en système cunicole biologique. On veillera particulièrement à l'abreuvement correct des lapins si la température est négative (gel).

Autres facteurs environnementaux

Le programme lumineux ou les systèmes de logement modifient le comportement alimentaire et donc la nutrition du lapin. L'absence de lumière (obscurité 24h/24h) favorise l'ingestion du lapin en croissance et, dans ce cas, l'animal organise son profil d'ingestion selon un cycle régulier de 23,5 à 23,8 heures, avec 5 à 6 heures consacrées à l'ingestion de cæcotrophes. Dans la pratique, un éclairage court (6 à 8h/24h) stimule la consommation des lapins nourris à volonté par rapport à un éclairage plus long (16h/24h) et favorise ainsi légèrement la croissance. Parallèlement, un éclairage en lumière bleue réduit la consommation spontanée des lapines reproductrices, par rapport à un éclairage classique blanc « lumière du jour », tout en améliorant le poids de leurs lapereaux au sevrage. En tout état de cause, ces effets de la lumière (durée, longueur d'onde) sur la consommation et la valorisation alimentaire mériteraient plus d'études.

Si la densité des lapins en croissance en cage collective est trop élevée (> 20 sujets/m², soit 48 à 50 kg de PV/m²), l'ingestion diminue sensiblement, pouvant même altérer l'efficacité alimentaire. Rappelons qu'au-dessus d'un seuil de 18-20 lapins/m² (43 à 46 kg PV/m²) les risques sanitaires s'accroissent. Le même phénomène est observé lorsque, à densité identique exprimée en lapins par m², la taille du groupe, et donc celle de la cage ou du parc, s'accroissent. À l'inverse, une faible densité et une cage de grande taille favorisent l'ingestion du fait que les lapins ont une plus grande mobilité et donc des dépenses énergétiques plus élevées.

Alimentation du lapin « herbivore » : au pâturage, avec des fourrages et divers produits végétaux.

Dans le cadre d'une production agricole plus durable et en lien avec des pratiques agroécologiques, il peut être intéressant d'alimenter le lapin à partir de fourrages ou divers produits végétaux. Dans une vision d'alimentation animale avec une moindre compétition pour les aliments de l'homme, nourrir le lapin en « herbivore » présente l'avantage de valoriser la biomasse herbacée, avec une faible production de gaz à effet de serre comme le méthane (comparativement aux ruminants).

Ces pratiques, très anciennes, sont actuellement fréquentes pour de nombreux pays en développement, mais aussi dans le cadre de la cuniculture biologique en Europe (label AB) ou en cuniculture avec des contraintes spécifiques vis-à-vis du bien-être animal (par exemple présence obligatoire de fourrage, qui peut être apporté sous forme de blocs compressés dans la cage). Ce type de système cunicole est également bien adapté à des élevages de petite taille pour couvrir les besoins familiaux ou locaux en viande. Dans ces conditions, le côté « herbivore » du lapin est plus

particulièrement mis en valeur et on recherche une alimentation à moindre coût sans vouloir maximiser les performances de croissance (souvent entre 20 et 30 g/j de croissance) ou de reproduction (4 à 5 portées de 6 à 8 petits/an). Des études ont montré la grande capacité du lapin à valoriser les légumineuses ; par exemple en comparaison de ruminants (bovins ou ovins), le lapin est capable de produire 4 à 5 fois plus de viande pour une même quantité de luzerne ingérée, principalement en raison de sa grande prolificité (faible masse de reproducteurs à entretenir par rapport à celle des animaux produits). Le lapin est aussi un monogastrique, il valorise donc très bien les céréales, racines et graines diverses, et de très nombreux produits ou coproduits végétaux. L'un des enjeux de l'alimentation sera d'élaborer une ration équilibrée, en associant fourrages riches en fibres et divers produits plus concentrés (céréales, graines protéagineuses, racines, tubercules, fruits, tourteaux, etc.).

Alimentation du lapin domestique à base de fourrages

Le lapin peut ingérer de grandes quantités de fourrages verts pourvu qu'ils soient appétissants. Ainsi, l'ingestion de luzerne fraîche peut dépasser 400 g/j pour un lapin de 1,5 kg, et peut atteindre 600 g/j pour des végétaux très appétissants (carottes entières, etc.). En conditions climatiques européennes, l'inventaire des plantes fourragères disponibles pour le lapin est encore peu décrit et les valeurs nutritives ont été rarement mesurées, que ce soit pour des produits verts ou en fourrage sec. On peut néanmoins se référer aux tables d'alimentation disponibles pour les chevaux (à défaut, celle pour les ruminants) pour hiérarchiser les fourrages, ainsi qu'aux tables générales de composition des aliments Feedipedia (www.feedipedia.org).

En cuniculture au pâturage (par exemple sous label AB), le lapin pourra avoir le choix parmi plusieurs sources alimentaires : pâturage, fourrage sec, céréales, aliment granulé complémentaire. Or le lapin est un animal très sélectif dans son comportement alimentaire. Comme d'autres herbivores, il préfère les feuilles plutôt que les tiges d'une plante, les parties vertes et tendres plutôt que les parties sèches. Ainsi, en situation de choix, le lapin d'élevage préférera pâturer, plutôt que consommer du foin sec. L'adaptation à l'ingestion d'un foin sec sera plus longue que pour un fourrage vert, en particulier chez le jeune lapin. Les autres critères de choix alimentaires du lapin sont encore mal connus.

De manière générale, pour le lapin en croissance, il est préférable de restreindre la quantité d'aliment granulé pour favoriser l'ingestion de pâture ou de foin. Par exemple, l'une des situations fréquemment rencontrée en cuniculture au pâturage est la « surconsommation » de fourrage vert au printemps. S'il s'agit d'un pâturage de jeune légumineuse, sa consommation par le lapin peut être très élevée (> 500 g/j pour un lapin de 1,5 kg) et conduire à une ingestion excessive de protéines digestibles (en rapport de l'ingestion de fibres et d'énergie) : la sur-ingestion de « jeune » trèfle, dont la concentration en protéines peut dépasser 20 %, favoriserait le risque de troubles digestifs (diarrhée) provenant d'un probable déséquilibre entre l'ingestion de protéines et de fibres. Dans ce cas, il conviendra de limiter les possibilités de pâturage (déplacement plus lent de la cage mobile), afin que le lapin consomme du fourrage sec (ou un aliment granulé complémentaire fibreux).

Selon la saison et le stade physiologique des animaux, il conviendra donc d'ajuster l'accès au pâturage et de distribuer en quantité limitée un aliment granulé complet ou un mélange de céréales et de protéagineux. On peut recommander de cultiver des pâtures associant légumineuses et graminées, et de distribuer en permanence et librement du fourrage sec.

Encadré 5.8. Fourrage et aliment granulé complémentaire.

Il est possible d'alimenter des lapins avec des fourrages (verts ou secs) associés à un aliment concentré complémentaire. Cela peut poser quelques problèmes quand l'appétibilité des fourrages n'est pas bonne. Ainsi, des lapins pouvant ingérer librement un aliment granulé concentré en énergie, au choix avec de la paille, ne savent pas équilibrer leur consommation pour atteindre une croissance optimale, et peuvent même avoir une déficience en fibres et des troubles digestifs. En élevage, face à cette situation, il faut restreindre la quantité d'aliment concentré distribué ou, plus généralement, celle de l'aliment le plus appétissant. En effet, cela peut être parfois le cas de certains fourrages verts très appétissants, mais à faible taux de lignocellulose.

En condition d'élevage tropical, l'apport de fourrages en complément d'un aliment concentré ou de céréales est fréquent. La composition de nombreux produits végétaux tropicaux a été recensée, dans les tables Feedipedia (www.feedipedia.org), et les seuils maximums d'apports sans effets nuisibles pour le lapin ont été étudiés pour de nombreuses plantes (Cheeke, 1991 ; Lebas, 2004). Néanmoins, la valeur nutritive (teneur en nutriments digestibles pour le lapin) de nombreux produits n'est pas connue et complique l'élaboration d'une ration équilibrée. Globalement, la valeur nutritive des fourrages tropicaux est souvent plus faible que celle des fourrages tempérés à analyse fourragère similaire. Cela provient souvent d'une lignification assez rapide des plantes tropicales, ainsi que d'un rapport feuille/tige assez faible. De plus, d'autres composés, en concentration plus élevée que dans les fourrages sous climats tempérés, altèrent la valeur nutritive : les oxalates, les cyanures, tanins et alcaloïdes. Par exemple, la faible teneur en protéines digestibles pour des légumineuses, comme *Leucaena leucocephala* ou *Robinia pseudoacacia*, semble liée aux complexes tanins-protéines.

Comportement alimentaire du lapin sauvage (lapin « brouteur »)

Le lapin sauvage peut se nourrir à partir d'une gamme très large de végétaux. Il préfère cependant clairement les graminées (*Festuca* sp., *Brachypodium* sp. ou *Digitaria* sp.) et consomme peu de dicotylédones si les autres végétaux sont disponibles. Parmi les dicotylédones, il préfère certaines légumineuses et des composées, mais dédaigne les carottes (*Daucus carotta*) s'il a le choix. Ainsi, contrairement à une idée trop répandue, la carotte (racines ou fanes) ne figure pas parmi les plantes préférées par le lapin. La proportion de dicotylédones et même de mousses peut augmenter pendant les saisons où la disponibilité en plantes est faible. En hiver et au début du printemps, les lapins peuvent pâturer intensément des cultures de céréales, au point de compromettre la récolte, particulièrement dans la zone comprise entre 30 et 100 m du terrier. Quand le lapin peut choisir entre des céréales d'hiver cultivées

avec ou sans fertilisation minérale (phosphore et/ou azote), il préfère clairement les céréales sans fertilisation.

Rappelons que le lapin sélectionne ses aliments et préfère des plantes jeunes ou des parties « vertes et tendres » plutôt que sèches. Ce choix correspond souvent à des parties de plante ayant une concentration élevée en azote. En fin d'hiver, le lapin a une forte appétence pour les bourgeons et les jeunes tiges de quelques plantes ligneuses. L'abrouissement d'arbres très jeunes ou de leurs pousses peut ainsi complètement compromettre la régénération d'une forêt, ou plus spécifiquement la régénération de certains arbustes comme le genévrier ou le genêt à balais (*Cytisus scoparius*). En hiver, le lapin aime manger l'écorce de quelques arbres cultivés (pas seulement les jeunes tiges), particulièrement les pommiers, et aussi les pêchers ou les cerisiers. L'écorce des abricotiers, poiriers et pruniers est généralement moins attaquée. En forêt, les lapins préfèrent clairement les feuillus, mais peuvent également attaquer l'écorce des conifères (principalement des sapins et quelques types de pins). Quand les arbres sont très jeunes, les lapins préfèrent manger les pousses apicales ou latérales des sapins plutôt que celles des chênes.

Beaucoup d'expériences ont été entreprises, particulièrement en Australie et en Nouvelle-Zélande, pour étudier le comportement des lapins sauvages en vue de mettre au point des appâts (afin d'exterminer des lapins sauvages importés au XIX^e siècle). On a observé beaucoup de variations selon le type d'appât, mais également en fonction de la saison. Par exemple, des granulés à base d'issues de meunerie (recoupes + son) sont bien consommés tout au long de l'année. En revanche, l'acceptabilité des carottes ou de l'avoine change de façon saisonnière. L'addition de sel (1 % ou 5 %) ou de farine de luzerne (15 %) dans des granulés d'issues de meuneries réduit de manière significative la consommation des appâts.

Nourrir le lapin adulte non producteur de viande

Nourrir le lapin à fourrure ou producteur de poils

Pendant très longtemps, le lapin angora producteur de poils et le lapin fourrure étaient nourris de la même manière que le lapin de chair. Mais le lapin angora et, dans une moindre mesure, le lapin fourrure ont des besoins nutritionnels spécifiques pour la production de kératine (une protéine riche en acides aminés soufrés) sous forme de poils ou de fourrure. Il y a deux objectifs nutritionnels importants :

- fournir tous les nutriments, en particulier les acides aminés soufrés, pour réaliser le potentiel génétique du lapin pour la production de poils ou de fourrure ;
- éviter tout trouble qui réduirait les performances et la durée de vie productive de l'animal (17 à 22 semaines pour le lapin producteur de fourrure et 5 à 7 ans pour un lapin angora).

Un lapin angora de lignée sélectionnée produit annuellement entre 1,0 et 1,4 kg de poils. Ceux-ci, naturellement sans graisse (contrairement à la toison brute d'un mouton par exemple), sont récoltés tous les trois mois environ et prennent alors le nom de « laine angora ». Cela représente environ 30 % de son poids vif, soit le ratio production de kératine/poids vif le plus élevé observé parmi les animaux

producteurs de fibres animales (< 10 % chez le mouton, la chèvre et les camélidés). On doit donc accorder une attention particulière à l'alimentation du lapin angora pour lui permettre de couvrir sa production de kératine, avec un apport suffisant en acides aminés soufrés (méthionine + cystine : acides aminés essentiels composant la kératine). Les recommandations alimentaires concernant le lapin angora sont mentionnées au tableau 5.1. En pratique, l'éleveur peut appliquer une stratégie de restriction progressive sur les trois mois de pousse des poils (1 200 g, 1 100 g, 1 000 g d'aliment complet/lapin/semaine, répartis sur 6 jours), afin d'éviter un engraissement excessif voire des troubles digestifs par surconsommation. Un jeûne hebdomadaire de 24 heures (pas de concentré) avec mise à disposition de fourrage grossier est vivement conseillé. En effet, lors de son toilettage, le lapin avale une quantité importante de poils qui peuvent s'accumuler dans l'estomac sous forme d'une boule (trichobezoard) pouvant bloquer le transit digestif, l'ingestion, et conduire parfois à la mort. Sachant que le lapin angora est souvent élevé sur litière de paille, durant le jour de jeûne, il consommera de la paille, ce qui évite la formation de trichobezoard. Notons enfin que, pour faciliter la récolte des poils angora, les éleveurs français utilisent temporairement (3 à 4 jours) un fourrage « dépilatoire » ou un aliment riche en mimosine (acide aminé non protéinique).

Chez les lapins destinés à produire une fourrure (Rex, Orylag®, etc.), la production de kératine est moindre que chez l'angora, de l'ordre de 100-150 g correspondant à la production de 3 à 4 pelages successifs sur la durée de vie de l'animal (5-6 mois). Les apports en acides aminés soufrés doivent être suffisants pour assurer cette production de kératine, supérieure à celle d'un lapin de chair. Ce besoin spécifique du lapin fourrure (inférieur au lapin angora) est couvert avec un aliment contenant une concentration d'acides aminés soufrés totaux de 6 g/kg.

Alimenter un lapin de compagnie ou des lapins de race.

Au niveau mondial, le nombre de propriétaires de lapins de compagnie s'accroît régulièrement. S'y ajoutent les éleveurs « amateurs » (ou encore « sportifs ») qui conservent des races particulières de lapins dans le but de les présenter dans des salons ou des concours. L'objectif principal d'un propriétaire sera la santé et la durée de vie du lapin, tout autant que le confort digestif de l'animal (aspect des fèces et aspect hygiénique du lapin). Pour des races de format moyen, la durée de vie est de l'ordre de 8 à 12 ans, mais peut être sensiblement plus faible pour des lapins nains (5 à 8 ans).

Le lapin étant un herbivore, son alimentation doit être basée sur des végétaux, avec une part élevée (> 50 % si possible) de fourrages et herbes diverses. Seule exception, l'alimentation du jeune lapin de moins de 3 mois, qui peut contenir une part plus faible de fourrages grossiers au profit d'une part plus élevée d'un aliment granulé équilibré (ou encore d'un mélange de céréales et de fourrage peu fibreux) que l'on réduira progressivement avec l'âge.

Concrètement, une alimentation « traditionnelle » à base de végétaux, de légumes peut être difficile à mettre en place de façon équilibrée pour un novice. Par ailleurs, un régime uniquement à base de carottes, grains concassés (blé, orge, avoine, etc.), foin et verdure fraîche (pissenlit, laitue, fenouil, etc.) nécessite de toujours avoir

sous la main des végétaux de qualité et non traités (pesticides, etc.). En pratique courante, il sera aisé d'acheter un aliment granulé équilibré qui doit couvrir tous les besoins d'un lapin à l'entretien. On devra alors particulièrement veiller à ce qu'il contienne une part importante de fibres (> 20 % ADF si possible), et sa composition devrait être celle d'un aliment de « type fermier » ou proche de l'« aliment unique » décrit au tableau 5.1. Rappelons que l'apport d'aliment sec impose un bon abreuvement, en quantité et en qualité, disponible en permanence. La mise à disposition en permanence d'un foin de bonne qualité est vivement conseillée.

Pour des lapins adultes, il y aura avantage à restreindre l'apport d'aliment granulé (-30 à -40 % de l'ingestion libre) et à mettre à disposition du fourrage sec ou vert (luzerne, trèfle, plantain, graminées, achillée, pissenlit, etc.) ou bien divers végétaux ou sous-produits végétaux (légumes, etc.). Il est aussi commercialisé des mélanges de fourrages et d'herbes séchés, ou encore des blocs de fourrages compressés. L'aliment granulé peut aussi être remplacé par des céréales (avoine, orge) en quantité limitée (< 30 g/j/lapin). Il est possible de distribuer à volonté des mélanges de graines et granulés (parfois proposés dans le commerce), mais cela nécessite une surveillance particulière car, comme cela a été vu précédemment, le lapin trie très facilement ses aliments. Comme ce qui est le plus appétissant n'est pas nécessairement ce qui lui conviendrait le mieux, il ne se compose pas « naturellement » une ration équilibrée.

De manière générale, la surveillance du poids de l'animal est recommandée afin d'éviter un engraissement excessif souvent associé à une durée de vie plus courte. En captivité, le lapin fait peu d'exercice et ne sait pas réguler son appétit. Si c'est le cas, il faut accroître la proportion de fibres dans l'aliment et réduire les apports d'énergie basée sur l'amidon et les lipides, comme les céréales (type « corn-flakes ») ou encore le pain, gâteaux, etc. Rappelons que le lapin apprécie la saveur sucrée et qu'il n'équilibrera pas seul sa ration quotidienne. On peut appliquer une stratégie de restriction étalée sur la semaine : aliment granulé (et de l'eau) à volonté pendant 5 jours, suivis de 2 jours avec fourrage (ou équivalent) sans aliment granulé. Rappelons aussi que le comportement alimentaire du lapin est de type « grignoteur », il est donc préférable de diviser sa ration quotidienne en plusieurs repas.

Il est recommandé de surveiller soigneusement la qualité de la digestion (état hygiénique du lapin, matières fécales molles et agglomérées en zone péri-anale) ainsi que l'état de la dentition.

En cas de période de jeûne prolongée, il faut veiller à réalimenter le lapin progressivement par petites quantités. Cela évitera en particulier qu'il mange trop, car la surconsommation peut entraîner des troubles digestifs (ballonnements, typhlite, etc.). L'introduction d'un nouvel aliment dans les repas d'un lapin de compagnie doit se faire de façon progressive pour limiter les risques de troubles digestifs. En effet, les brusques changements alimentaires perturbent la flore intestinale et peuvent favoriser le développement de bactéries pathogènes (entérotoxémie).

Si le propriétaire récolte lui-même des végétaux, outre la qualité hygiénique (laver la récolte si besoin, mais ne distribuer qu'une fois les végétaux bien ressuyés) de la récolte, il faut évidemment éviter les plantes toxiques pour le lapin, dont certaines

assez courantes : laurier-rose, sureau, colchique, coquelicot, bouton d'or, etc. En principe, le lapin distingue d'instinct les plantes nocives.

Le lapin de laboratoire

Le lapin de laboratoire est issu fréquemment de lignées génétiquement très homogènes, avec une majorité d'origine néo-zélandaise blanche. Ce sont donc des animaux de format moyen d'un poids adulte d'environ 5 kg, parfois élevés sur de longues périodes de temps. Ses besoins nutritionnels seront donc assez souvent ceux d'un lapin adulte à l'entretien (tableau 5.1), sauf s'il s'agit de femelles en reproduction ou de jeunes en croissance. Les conditions d'expérimentation ou d'usage du lapin de laboratoire (par exemple production de sérum) peuvent impliquer une nutrition plus spécialisée. Ces animaux sont alimentés avec un aliment équilibré granulé, mais dont la composition chimique (voire la formulation) est souvent fixe dans le temps, pour réduire les facteurs de variabilité dans la production ou dans le profil métabolique des animaux. S'il s'agit d'animaux adultes utilisés sur une longue période, le professionnel veillera à leur état corporel : ni maigreux, ni embonpoint. Une restriction alimentaire peut être appliquée si la concentration énergétique de l'aliment est élevée.

Pour en savoir plus

AFSSA, 2009. Évaluation des risques liés à la présence de mycotoxines dans les chaînes alimentaires humaine et animale. Rapport final, 308 p. <https://www.anses.fr/fr/system/files/RCCP-Ra-Mycotoxines2009.pdf>. Consulté le 22 juin 2015.

Bellier R., Gidenne T., Vernay M., Colin M., 1995. *In vivo* study of circadian variations of the cecal fermentation pattern in postweaned and adult rabbits. *Journal of Animal Science*, 73 (1), 128-135.

Castellini C., 2008. Semen production and management of rabbit bucks, *In: Proceedings of the 9th World Rabbit Congress*, 10-13 juin 2008, Verona, Italy, 265-265.

Cheeke P.R., 1987. *Rabbit Feeding and Nutrition*. Academic Press.

Cheeke P.R., 1991. *Feeding systems for tropical rabbit production emphasizing roots, tubers and bananas*. FAO corporate document repository. <http://www.fao.org/docrep/003/t0554e/t0554e16.htm>

Cervera C., Fernández Carmona J.F., 2010. Nutrition and the climatic environment. *In: Nutrition of the Rabbit* (De Blas C., Wiseman J., eds), CABI Publishing, Wallingford, UK, 267-284.

Combes S., Gidenne T., Cauquil L., Bouchez O., Fortun-Lamothe L., 2014. Coprophagous behavior of rabbit pups affects implantation of *cecal microbiota* and health status. *Journal of Animal Science*, 92 (2), 652-665.

Coureaud G., Schaal B., Coudert P., Rideaud P., Fortun-Lamothe L., Hudson R., Orgeur P., 2000. Immediate postnatal suckling in the rabbit: its influence on pup survival and growth. *Reproduction Nutrition Development*, 40, 19-32.

Gidenne T., Combes S., Feugier A., Jehl N., Arveux P., Boisot P., Briens C., Corrent E., Fortune H., Montessuy S., Verdellhan S., 2009a. Feed restriction strategy in the growing rabbit. 2. Impact on digestive health, growth and carcass characteristics. *Animal*, 3, 509-515.

- Gidenne T., Murr S., Travel A., Corrent E., Foubert C., Bebin K., Mevel L., Rebours G., Renouf B., 2009b. Effets du niveau de rationnement et du mode de distribution de l'aliment sur les performances et les troubles digestifs post-sevrage du lapereau. Premiers résultats d'une étude concertée du réseau GEC. *Cuniculture Magazine*, 36, 65-72.
- Gidenne T., Bannelier C., Combes S., Fortun-Lamothe L., 2009c. Interaction entre la stratégie de restriction et la concentration énergétique de l'aliment : impact sur la croissance et la santé du lapin. Premiers résultats. *In : 13^e journées de la recherche cunicole*, 17-18 novembre, Inra-Itavi, Le Mans, France, 63-66, Itavi éd., Paris.
- Gidenne T., Lebas F., Fortun-Lamothe L., 2010. Feeding behaviour of rabbits. *In: Nutrition of the Rabbit* (De Blas C., Wiseman J., eds), CABI Publishing, Wallingford, UK, 233-252.
- Gidenne T., Combes S., Fortun-Lamothe L., 2012a. Restreindre l'ingestion du jeune lapin : de nouvelles stratégies pour renforcer sa santé digestive et améliorer son efficacité alimentaire. *Inra Prod. Anim.*, 25 (4), 323-336.
- Gidenne T., Combes S., Briens C., Duperray J., Mevel L., Rebours G., Salaun J.M., Weissman D., Combe Y., Travel A., 2012b. Intake limitation strategy and dietary protein concentration: effect on rabbit growth performance and health, from a large-scale study in a french network of experimental units (GEC). *In: 10th World Rabbit Congress*, 4-6 septembre, Sharm El Sheik, Egypt.
- Gidenne T., 2015. Dietary fibres in the nutrition of the growing rabbit and recommendations to preserve digestive health: a review. *Animal*, 9 (02), 227-242.
- Hoy S., Selzer D., 2002. Frequency and time of nursing in wild and domestic rabbits housed outdoors in free range. *World Rabbit Science*, 10 (2), 77-84.
- Knudsen C., Combes S., Briens C., Duperray J., Rebours G., Salaun J.M., Travel A., Weissman D., Gidenne T., 2015. La limitation post-sevrage de l'ingestion, une pratique favorable à l'efficacité alimentaire et à la santé : des mécanismes physiologiques à l'impact économique. *In : 17^e journées de la recherche cunicole*, 24-25 novembre 2015, Inra-Itavi, Le Mans, Itavi éd., Paris.
- Lebas F., 2000. Granulométrie des aliments composés et fonctionnement digestif du lapin. *Inra Prod. Anim.*, 13, 109-116.
- Lebas F., 2000. Les besoins vitaminiques du lapin. *Cuniculture*, 27, 199-209. <http://www.cuniculture.info/Docs/Documentation/Publi-Lebas/2000-2009/2000-Lebas-Vitamines-Cuniculture.pdf>
- Lebas F., 2004. Reflections on rabbit nutrition with a special emphasis on feed ingredients utilization. *In: 8th World Rabbit Congress*, 7-10 septembre, Puebla, Mexico, Colegio de Postgraduados for WRSA, 686-736. <http://world-rabbit-science.com/WRSA-Proceedings/Congress-2004-Puebla/Papers/Feeding-&-Nutrition/N0-Lebas.pdf>
- Maertens L., Perez J.M., Villamide M., Cervera C., Gidenne T., Xiccato G., 2002. Nutritive value of raw materials for rabbits: EGRAN tables 2002. *World Rabbit Science*, 10 (4), 157-166.
- Martínez-Paredes E., Saviotto D., Santacreu M.A., Cervera C., Pascual J.J., 2015. Préparation du lapin futur reproducteur. *In : 17^e journées de la recherche cunicole*, 24-25 novembre 2015, Inra-Itavi, Le Mans, Itavi éd., Paris.
- Martignon M.H., Combes S., Gidenne T., 2009. Rôle du mode de distribution de l'aliment dans une stratégie de rationnement : conséquences sur le profil d'ingestion, la croissance et la santé digestive du lapin. *In : 13^e journées de la recherche cunicole*, 17-18 novembre, Inra-Itavi, Le Mans, France, 39-42, Itavi éd., Paris.

Mézes M., Balogh K., 2009. Mycotoxins in rabbit feed: a review. *World Rabbit Science*, 17 (2), 53-62.

Orengo J., Gidenne T., 2007. Feeding behaviour and caecotrophy in the young rabbit before weaning: an approach by analysing the digestive contents. *Applied Animal Behaviour Science*, 102 (1-2), 106-118.

Romero C., Cuesta S., Astillero J.R., Nicodemus N., De Blas C., 2010. Effect of early feed restriction on performance and health status in growing rabbits slaughtered at 2 kg live-weight. *World Rabbit Sci.*, 18, 211-218. In: *10th World Rabbit Congress*, 4-6 septembre, Sharm El Sheik, Egypt.

Safwat A.M., Sarmiento-Franco L., Santos-Ricalde R.H., Nieves D., 2014. Rabbit production using local resources as feedstuffs in the tropics. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 17, 161-171.

Szendró Z., Metzger S., Fébel H., Hullár I., Maertens L., Bianchi M., Cavani C., Petracci M., Biró-Németh E., Radnai I., 2008. Effect of energy restriction in interaction with genotype on the performance of growing rabbits I: Productive traits. *Livest. Sci.*, 118, 123-131.

Xiccato G., Trocino A., 2010. Energy and protein metabolism and requirements. In: *Nutrition of the Rabbit* (De Blas C., Wiseman J., eds), CABI Publishing, Wallingford, UK, 83-118.