

Le comportement alimentaire du lapin

T. GIDENNE¹, F. LEBAS²

¹ INRA, Station de Recherches Cunicoles, BP 52627, 31326 Castanet-Tolosan Cedex, France

² Cuniculture, 87A Chemin de Lassère, 31450 Corrèze, France

Résumé - Le comportement alimentaire du lapin est très particulier comparé à d'autres mammifères, avec une spécificité qui est la pratique de la *cæcotrophie*, associée à une physiologie digestive "mixte" monogastrique et herbivore. Le lapin peut consommer une grande variété d'aliments, et peut ainsi s'adapter à des environnements alimentaires très divers. La bonne connaissance du comportement d'ingestion du lapin est nécessaire pour mettre au point des aliments équilibrés et adaptés à chaque stade physiologique. Cette synthèse est divisée en 4 parties, incluant des rappels d'anatomie et de physiologie digestive, et des données concernant surtout le lapin domestique, mais aussi le lapin sauvage.

Abstract - The feeding behaviour of the rabbit. The rabbit feeding behaviour is very particular compared to other mammals, with special features, such the *cæcotrophy*, associated to a particular digestive physiology, intermediate between the monogastric and the herbivore. Therefore, the rabbit is able to consume a very wide variety of feeds, and is able to adapt to various feeding environments. A good knowledge of the rabbit feeding behaviour is necessary to develop balanced diets for each physiological stage. This review is divided into 4 parts, including recalls of anatomy and digestive physiology, and data especially relating to domestic rabbit, but also to wild rabbit.

Introduction

Rappelons tout d'abord que le lapin est un herbivore monogastrique, appartenant à l'ordre des Lagomorphes (famille des Léporidés : lapins et lièvres). Ainsi, ce n'est pas un rongeur bien que le fait de ronger soit un des traits caractéristiques de son comportement alimentaire. Les connaissances ont été principalement obtenues chez l'animal domestique élevé en cage, pour la production de viande ou de fourrure, ou comme animal de laboratoire. Pour ces études, les lapins reçoivent une nourriture, le plus souvent à volonté, essentiellement constituée de granulés secs, complétés ou non par du fourrage, mais le plus généralement sans un réel libre choix.

Une des caractéristiques les plus originale du comportement d'alimentation du lapin est la pratique de la *cæcotrophie*, et qui implique une excrétion et une consommation immédiate de fèces spécifiques appelées "*cæcotrophes*" ou "*fèces molles*". Ainsi, le lapin effectue deux types de repas : aliments et *cæcotrophes*.

Dans cette synthèse, nous ferons quelques rappels d'anatomie et de physiologie digestive. La régulation de l'ingestion sera ensuite évoquée selon plusieurs facteurs : âge, type d'alimentation, etc... La dernière partie sera consacrée au comportement d'alimentation du lapin sauvage et du lapin domestique en situation de libre-choix.

1. Rappels d'anatomie et de physiologie digestive, *cæcotrophie*

Le système digestif du lapin est adapté à un régime herbivore, avec des adaptations spécifiques, depuis la dentition jusqu'au développement d'un *cæcum* de grand volume pour permettre une fermentation, et

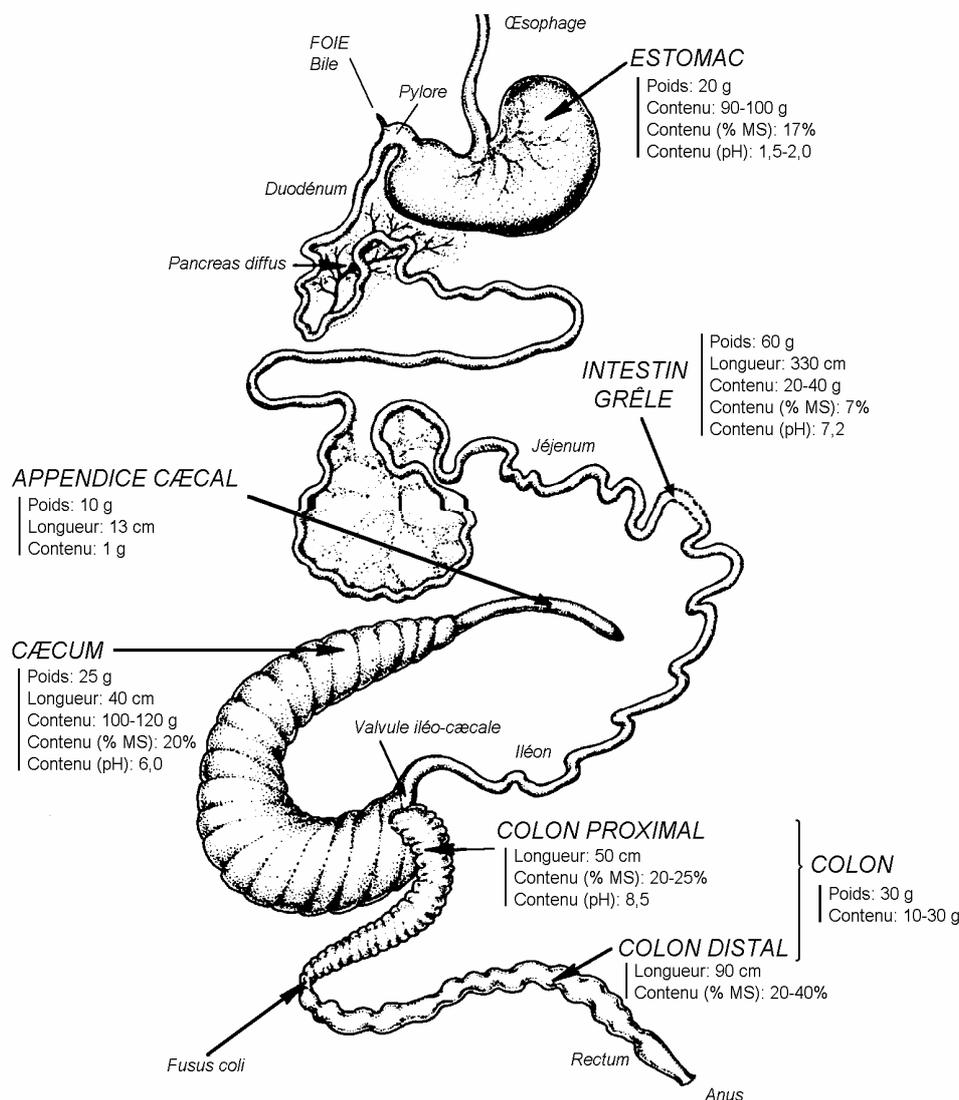
incluant un système de séparation des particules au niveau du côlon proximal qui permet la formation des *cæcotrophes*.

2.1. Anatomie

L'anatomie générale digestive du lapin est présentée sur la figure 1, ainsi que les caractéristiques principales de chaque segment, pour un adulte (4 à 4,5 kg de poids vif) ou un sujet en fin de croissance (2,5 à 3 kg). La longueur du tube digestif est de 4,5 à 5 m. La formule dentaire du lapin est 2/1 0/0 3/2 3/3. Les 28 dents se développent sans interruption durant toute la vie (1 à 2,4 millimètres/semaine). Toutes les dents de la mâchoire supérieure coïncident avec celles de la mâchoire inférieure et s'usent entre elles, sans véritable relation avec la dureté de l'alimentation. Dans la pratique, l'incisive coupe les aliments et les molaires les déchiquettent grossièrement. La mastication reste peu développée si l'animal reçoit des granulés, en revanche s'il ingère du fourrage, les mouvements de mastication peuvent être très nombreux (120 par min.) Les glandes salivaires produisent une salive avec une faible concentration en amylase (10-20 fois inférieure à celle du suc pancréatique). Le temps entre la prise alimentaire et la déglutition est de seulement quelques secondes. L'œsophage est court et sert exclusivement au transfert des aliments vers l'estomac, sachant que la régurgitation est impossible (le lapin ne sait pas vomir).

L'estomac stocke environ 90 à 120 g d'un mélange plutôt pâteux d'aliments (16 à 23% MS), surtout dans l'antrum (partie qui s'ouvre vers l'intestin grêle, via le pylore), sachant que dans le fundus sont stockés les *cæcotrophes* (voir 2.2). Les glandes de la muqueuse stomacales sécrètent l'acide chlorhydrique, la pepsine

Figure 1: Anatomie générale du tube digestif du lapin (Valeurs moyennes pour un lapin néo-zélandais blanc de 2,5kg, nourri à volonté avec un aliment granulé équilibré d'après Lebas *et al.*, 1997).



et quelques minéraux (Ca, K, Mg, Na). Au cours du nycthémère, le pH de l'estomac est toujours très acide dans l'antrum (1,8 à 2,2), il peut varier de 1,2 à 3,2 dans le fundus en relation avec le stockage des cæcotrophes. Le pylore possède un sphincter puissant, qui règle l'entrée des digesta dans le duodénum.

L'intestin grêle (≈3m de long) est classiquement divisé en 3 parties : duodénum, jéjunum et iléum. Le canal biliaire s'ouvre juste après le pylore, alors que le canal pancréatique s'abouche 40 cm plus loin dans le duodénum. Le contenu est liquide, particulièrement dans la partie supérieure (<10% MS) avec un pH légèrement basique dans sa partie antérieure (pH 7,2 à 7,5), et plus acide dans l'iléon (pH 6,2 à 6,5). L'intestin grêle débouche dans le cæcum par la jonction iléo-cæcale ou *sacculus rontondus*, partie où la paroi est particulièrement riche en tissus lymphoïde.

Le cæcum (40 à 45cm de long) contient environ 40% du contenu digestif total, soit 100 à 120 g d'un

mélange pâteux uniforme (20 à 24% MS). Le pH cæcal est d'environ 6,0 dans la journée, et baisse jusqu'à 5,6 dans la nuit. Le cæcum se termine par un organe lymphoïde: l'appendice cæcal (10 à 12 cm de long).

Le côlon (1,5 m de long) fait suite au cæcum, il est composé de 2 segments, d'abord le côlon proximal (≈ 50 cm) comportant 3 puis 2 haustrations et se terminant par le *fusus coli* (segment de 1-2 cm), et ensuite le côlon distal (≈1,0 m de long) et finissant avec le rectum et l'anus.

Le tube digestif a pratiquement terminé son développement vers 12-14 semaines d'âge chez un lapin croisé de type commercial ou un Néo Zélandais Blanc (P.Vif= 2,6-2,8 kg), alors que son poids ne représente encore que 60-70% de celui d'un adulte. Par ailleurs, le développement du cæcum et du colon proximal est plus tardif que celui de la partie antérieure du tube digestif (estomac et intestin grêle).

2.2. Eléments basiques de physiologie digestive

Chez le lapin, la digestion dans les segments antérieurs est de type monogastrique (dépendante de la sécrétion enzymatique de l'animal), elle est ensuite complétée dans les segments postérieurs par une digestion microbienne (dépendante de l'activité de la flore cæco-colique). Les aliments séjournent peu dans l'estomac (2 à 4h pour les particules) et subissent peu de changements biochimiques. L'estomac de lapin a donc surtout une fonction de stockage, d'ailleurs assez limitée comparée à d'autres espèces monogastriques (porc, chien). Les digesta séjournent très peu dans l'intestin grêle (1 à 2h pour les particules), ils sont dégradés sous l'action combinée des enzymes pancréatiques et intestinales. Les particules alimentaires non dégradées séjournent ensuite plus longtemps dans le cæcum et le côlon proximal (6 à 12h). Le contenu digestif issu du cæcum transite ensuite dans le côlon. Il est alors composé pour moitié de particules non dégradées mélangées aux sécrétions intestinales, l'autre moitié se composant surtout de bactéries.

2.3. Le double fonctionnement du côlon proximal et la cæcotrophie

La particularité digestive des Lagomorphes se situe dans le fonctionnement dualiste du côlon proximal, régulé à la base par le cycle lumineux nyctéméral. Si le contenu cæcal se déverse dans le côlon en fin de nuit ou en début de matinée, il subit peu de changements biochimiques: les digesta progressent vers le rectum sous l'action du péristaltisme de la paroi colique, et sont progressivement enrobés de mucus. Les digesta prennent alors la forme d'agglomérat de petits granules mous (n=5 à 8), nommés cæcotrophes. Si le contenu cæcal se déverse dans le côlon dans la journée (ou en début de nuit), il progresse dans le côlon sous l'action d'un double péristaltisme dans des directions opposées (successivement vers le cæcum puis vers le rectum). Les contractions de la paroi du colon proximal ont pour effet de presser le contenu digestif (comme on presserait une éponge). Cette compression a pour effet d'envoyer la partie liquide accompagnée des petites

particules (<0,1 mm) et des éléments solubles en périphérie de la lumière intestinale, puis de la faire remonter vers le cæcum (contractions antipéristaltiques). Dans le même temps, les particules plus grosses (>0,3 mm) sont maintenues au centre de la lumière intestinales puis évacuées par des contractions péristaltiques vers le rectum sous forme de crottes dures (Björnhag, 1972). Ainsi, les particules les plus grossières forment l'essentiel de ces crottes dures, dont la composition chimique diffère notablement de celle cæcotrophes, ces dernières étant plus riches en protéines et plus pauvre en fibres (tableau 1).

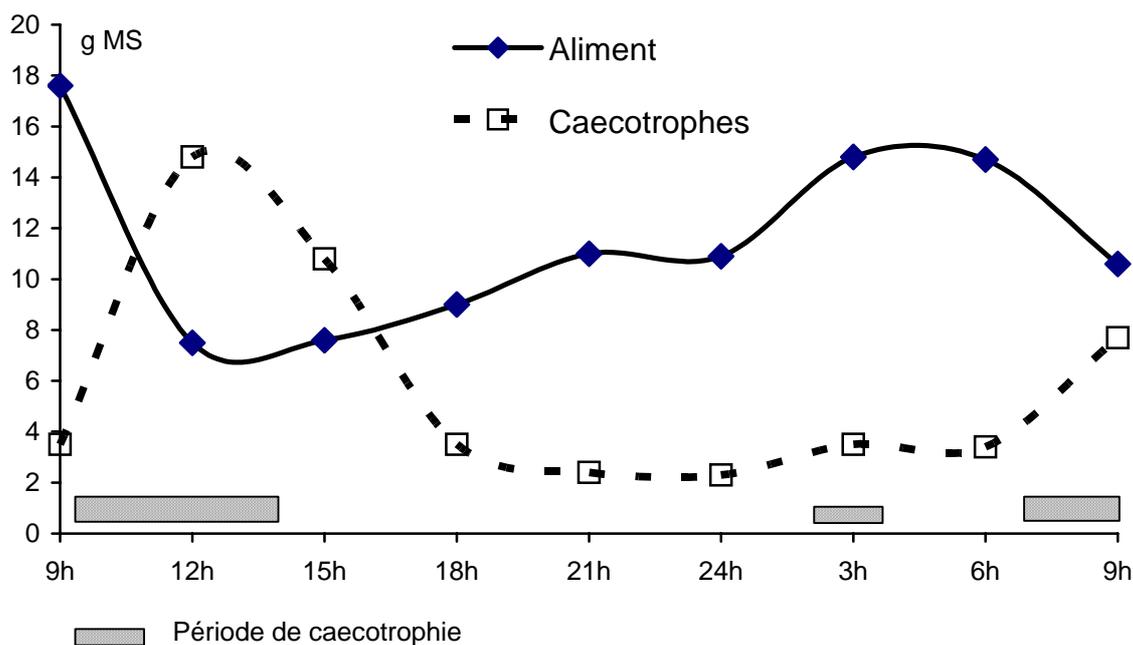
Le comportement de cæcotrophie consiste donc en la production de 2 types de fèces, un seul type "les cæcotrophes" étant ingérés (en totalité). Les crottes dures sont rejetées dans les litières et à l'inverse, les cæcotrophes sont récupérés par l'animal dès leur émission à l'anus. A cet effet, lors de l'émission, au cours d'une opération globale de toilettage (Faure, 1963) le lapin se retourne (il se plie sur lui-même), met la bouche à l'anus et aspire littéralement les crottes molles dès qu'elles sortent. Il les avale ensuite sans les mâcher. De ce fait, le lapin peut, sans aucun inconvénient, pratiquer la récupération des cæcotrophes même s'il est élevé sur un sol grillagé. C'est pourquoi si un éleveur observe des cæcotrophes sous les cages de ses lapins, cela démontre que les animaux sont perturbés. En situation normale, en fin de matinée, on retrouve les cæcotrophes en grand nombre dans l'estomac où ils peuvent représenter jusqu'à 70% du contenu sec (Gidenne, 1987a, figure 2). Le séjour des cæcotrophes dans l'estomac semble plus prolongé que celui de l'aliment, puisqu'on peut y retrouver des cæcotrophes intacts 4 à 6 heures après leur ingestion. La présence de ces "granules mous" dans l'estomac du Lièvre puis du Lapin a été à l'origine de la première description correcte de la cæcotrophie par Morot en 1882. Donc, la cæcotrophie se distingue nettement de la coprophagie, classiquement observée chez le rat ou le porc, et qui consiste en la production d'un seul type de fèces, partiellement ingéré (et non en totalité comme pour les cæcotrophes).

Tableau 1 : Composition moyenne des crottes dures et des cæcotrophes *

	Crottes dures		Cæcotrophes	
	moyenne	extrêmes	moyenne	extrêmes
Matière sèche (%)	58,3	48-66	27,1	18-37
<i>en % de la matière sèche</i>				
Protéines	13,1	9-25	29,5	21-37
Cellulose brute	37,8	22-54	22,0	14-33
Lipides	02,6	1,3-5,3	02,4	1,0-4,6
Minéraux	08,9	3-14	10,8	6-18

* Valeurs moyennes et dispersion pour 10 aliments expérimentaux incluant des aliments concentrés et des fourrages verts et secs (Proto, 1980).

Figure 2. Caecotrophie et évolution nyctémérale du contenu stomacal du lapin*



*données obtenues sur des lapins de 9 semaines d'âge, nourris à volonté (ingestion moyenne de 130g/j) (Gidenne, 1987).

Il convient de rappeler que le contenu des caecotrophes est constitué pour moitié par des corps bactériens, et pour l'autre moitié par des résidus alimentaires non totalement dégradés, ainsi que par des restes des sécrétions du tube digestif. Les corps bactériens représentent un apport appréciable de protéines de haute valeur biologique, ainsi que des vitamines hydrosolubles. La caecotrophie présente donc un réel intérêt nutritionnel, puisque chez un lapin sain (nourri avec un aliment équilibré) elle fournit de 15 à 25% des protéines ingérées (Gidenne et Lebas, 1987) et la totalité des vitamines B et C (Lebas, 1989). La composition des caecotrophes peut varier selon l'alimentation (Proto *et al.*, 1968). De même, la quantité quotidienne de matière sèche recyclée par la caecotrophie peut dépendre du régime. Par exemple, la quantité de caecotrophes émise par 24 h semble positivement corrélée avec teneur en fibres du régime (Gidenne, 1987b; Pinheiro, 2002). Néanmoins, l'estimation de la production de caecotrophes est sûrement sous-estimée dans la plupart des études, car elle emploie la technique du "collier" (bloquant la posture d'ingestion à l'anus) qui constitue un stress important pour l'animal et provoque une importante variabilité des mesures (Carabaño *et al.*, 2000). Ainsi, Gidenne (1987a) estime la production de caecotrophe (g MS/j) à 20% de l'ingéré total sec "aliment+caecotrophes" (soit 26% de l'ingestion d'aliment seul) avec méthode sans collier (emploi de marqueur), alors que les études basées sur l'usage du collier rapportent une production de 12 à 15% de l'ingéré total.

La régulation de la caecotrophie est dépendante de l'intégrité de la flore digestive et soumise au rythme

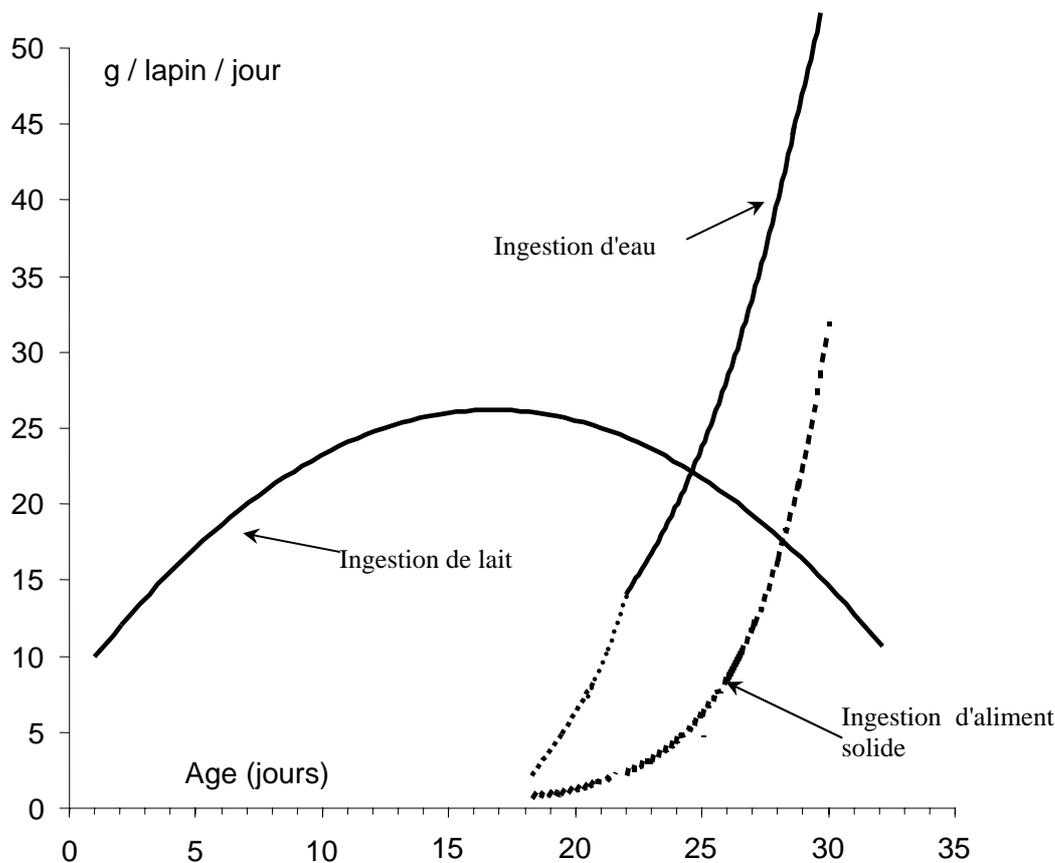
d'ingestion. En effet, l'ingestion des caecotrophes est observée dans un délai de 8 à 12 heures, soit après le début de la distribution de la ration unique chez les lapins rationnés, soit après le pic d'ingestion (environ 1 h avant l'extinction de la lumière) chez les animaux nourris à volonté (Laplace, 1978). Chez ces derniers, le rythme d'ingestion, et par voie de conséquence celui de la caecotrophie, est directement corrélé au rythme lumineux auquel ils sont soumis. La caecotrophie est également sous la dépendance de régulations internes selon des mécanismes encore mal déterminés. Ainsi, l'ablation des glandes surrénales entraîne un arrêt de la pratique de la caecotrophie, et des injections de cortisone à ces animaux surrénalectomisés permettent de restituer un comportement normal. Enfin, le comportement de caecotrophie apparaît chez le jeune lapin (domestique ou sauvage) aux environs de 3 semaines d'âge, au moment où les animaux commencent à consommer des aliments solides en plus du lait maternel.

3. Le comportement alimentaire du lapin

3.1. De la naissance au sevrage

Chez le lapereau nouveau-né, le rythme des tétées est imposé par la mère. Celle-ci allaite ses petits en moyenne une seule fois par 24 heures (Cross, 1952). Cependant, des études plus récentes ont suggéré qu'environ 15% des mères nourrissent leurs jeunes deux fois par jour (avec une plus forte fréquence en deuxième semaine de lactation, Hoy et Selzer, 2002). L'absence de l'intérêt de tétées multiples avait d'ailleurs été démontrée par Zarrow *et al.* (1965) lorsqu'ils avaient trouvé des croissances identiques chez les lapereaux nourris par des mères pouvant

Figure 3: Ingestion de lait, d'eau et d'aliment solide chez le lapereau



(à partir des données de Szendrő *et al.*, 1999; Fortun-Lamothe et Gidenne, 2000)

Valeurs moyennes pour des lapereaux, en portée de 7 à 9 individus, recevant à volonté un aliment granulé, de l'eau (système tétine à clapet "goutte à goutte") et sevrés à 30 jours d'âge (femelle re-inséminée à 11 jours après mise-bas).

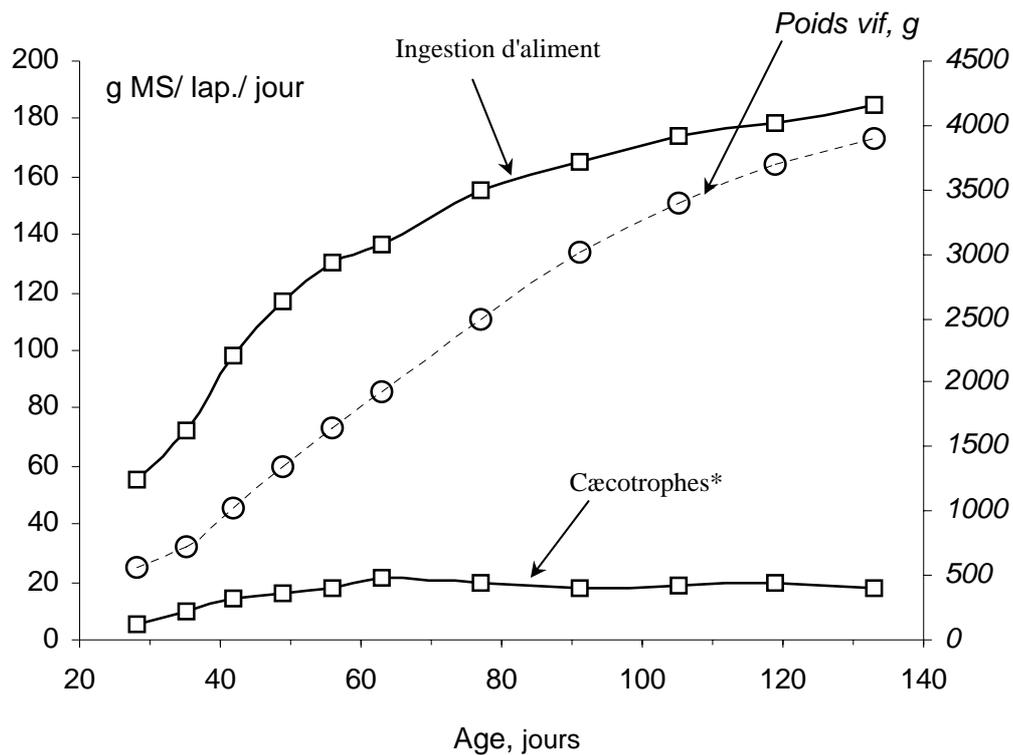
allaiter une seule, ou deux fois par jours ou sans restriction d'accès au nid. Éventuellement, lorsque la quantité de lait est insuffisante, des lapereaux essaient de téter leur mère chaque fois que celle-ci entre dans la boîte à nid, mais cette dernière ne présente pas un comportement d'allaitement (position typique du corps). La tétée proprement dite ne dure que 2 à 3 minutes pour une portée de 8 à 11 petits.

La première tétée (colostrum) intervient dans la première heure après la naissance, et donc pendant la parturition pour les premiers lapereaux nés. Elle est essentielle pour assurer la survie précoce du lapereau (Coureaud *et al.*, 2000). La recherche du mamelon par le lapereau est un comportement très stéréotypé et commandé par un signal phéromonal (Schaal *et al.*, 2003). Le lapin nouveau-né ne s'approprie pas un mamelon (contrairement au porcelet), mais peut passer d'un mamelon à l'autre au cours d'une même tétée (Hudson *et al.*, 2000). Le lapereau de 5-6 jours peut boire jusqu'à 25% de son poids vif en lait en une seule tétée. Dans une même journée, les lapereaux sont capables de téter plusieurs fois, par exemple si on leur propose une mère "adoptive" supplémentaire. Dans ce cas, ils auront une croissance plus rapide (Gyarmati *et al.*, 2000).

Pendant la première semaine postnatale (entre 4 et 6 jours d'âge) le jeune consomme également des fèces dures déposées dans le nid par la mère, de ce fait stimulant la maturation cœcale de flore (Kovacs *et al.*, 2004). De une à trois semaines d'âge, le jeune augmente sa prise de lait de 10 à 30g de lait/jour (figure 3), puis la production laitière diminue (plus rapidement si la mère est gestante). Un lapereau élevé dans une portée de 7 à 9 jeunes, consomme donc environ 360 à 450g de lait entre la naissance et 25j d'âge (contre 100 à 150g de 26 à 32j). Le profil individuel d'ingestion de lait est relativement variable et dépend en partie du poids vif du lapereau (Fortun-Lamothe et Gidenne, 2000).

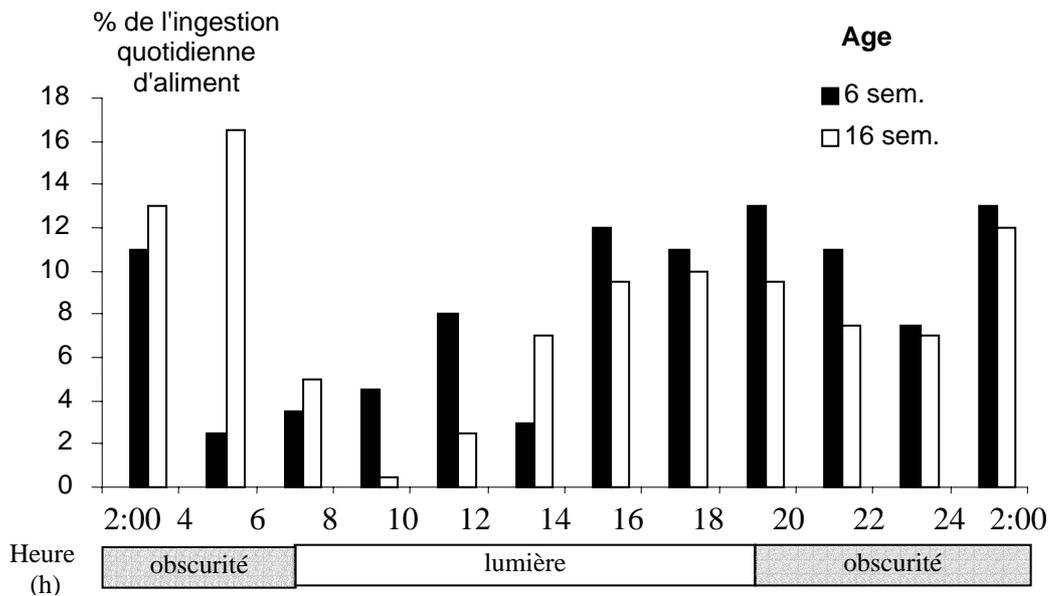
L'ingestion d'aliment solide commence de manière significative quand le jeune peut se déplacer facilement pour accéder à la mangeoire de la mère et à la pipette d'eau (indispensable, si l'aliment solide est un granulé dont le taux de MS est de 90%), soit entre 17 et 20 jours d'âge (figure 3). En conditions courantes d'élevage, l'ingestion d'aliment sec est de 25 à 30g/lapereau pour l'ensemble de la période 16-25j. Puis, l'ingestion d'aliment augmente très rapidement, elle est multipliée par 25, entre 20 et 35 jours d'âge (Gidenne et Fortun-Lamothe, 2002), avec cependant

Figure 4. Ingestion et croissance chez le lapin, entre le sevrage (28j.) et l'âge adulte.



Données pour le lapin domestique, nourri à volonté avec un aliment granulé équilibré (Gidenne et Lebas, 1987)
 * : mesures effectuées sur des lapins équipés d'un collier pour bloquer le comportement d'ingestion à l'anus.

Figure 5. Profil circadien de l'ingestion d'aliment solide chez le lapin en croissance ou adulte.



Valeurs moyenne pour le lapin domestique (n=6) nourri *ad-lib.* avec un aliment granulé équilibré (ingestion moyenne quotidienne = 80 et 189 g/j resp. à 6 et 16 sem. d'âge) et élevé sous un rythme lumineux de 7:00-19:00h (Bellier *et al.*, 1995).

des variations importantes entre les portées pour le début de l'ingestion d'aliment. Ainsi, une augmentation de la compétition pour le lait, par exemple dans des portées de 10 lapereaux (vs des portées de 4), stimule la prise d'aliment solide (Fortun-Lamothe et Gidenne, 2000). A l'inverse, les lapereaux qui peuvent téter plus, par exemple avec une seconde mère, retardent le début de l'ingestion d'aliment (Gyarmati *et al.*, 2000). En outre, s'ils ont le choix, le lapereau préfère manger à la mangeoire de la mère, plutôt qu'utiliser une mangeoire spécifique (Fortun-Lamothe et Gidenne, 2003), probablement parce qu'il imite le comportement alimentaire de la mère. L'âge au sevrage est évidemment un facteur "absolu" pour moduler l'âge du début d'ingestion d'aliment sec. Par exemple, à l'état sauvage le jeune lapin serait sevré à environ 3½ semaines d'âge, quand la mère est de nouveau gestante et qu'elle prépare un nouveau nid pour la prochaine portée.

La période 25-30 jours d'âge est particulière, puisque l'ingestion d'aliment 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 irrégulièrement le long de la journée. De plus, on assiste à l'installation du comportement de cœcotrophie qui débute entre 22 et 28 jours d'âge (Orengo et Gidenne, 2005), dès que le jeune consomme suffisamment d'aliment sec pour produire un développement du contenu cœco-colique et de l'activité microbienne cœcale. Ainsi, dans cette période, le lapereau peut avoir trois types de repas différents: le lait, l'aliment sec (granulé), les cœcotrophes. Cependant, le comportement alimentaire individuel du lapereau reste largement méconnu (facteurs de régulation, nombre de repas, etc....), puisque aucune méthode n'est actuellement disponible pour mesurer l'ingestion individuelle de jeunes élevés collectivement (jusqu'au sevrage).

3.2. Comportement alimentaire du lapin en croissance et de l'adulte.

A partir du sevrage entre 4 et 5 semaines d'âge, l'ingestion du lapin domestique (nourri à volonté avec un aliment granulé équilibré) s'accroît corrélativement à son poids vif et atteint un plateau entre 4 et 5 mois d'âge (figure 4). Si on choisit comme référence un lapin adulte alimenté *ad libitum* (140-150 g MS/j, pour un individu Néo Zélandais Blanc de 4 kg) : à 4 semaines un lapin mange un quart de la quantité d'un adulte, mais son poids vif est de seulement 14% de celui de l'adulte. À 8 semaines les proportions relatives sont 62 et 42% ; à 16 semaines elles sont de 100-110% et 87%. Entre le sevrage et 8 semaines d'âge, la vitesse de croissance atteint son niveau le plus élevé (tableau 2) tandis que l'efficacité alimentaire est optimale. Ensuite, l'ingestion augmente moins rapidement que le poids vif parallèlement à la réduction de la vitesse de croissance.

Le lapin régule son ingestion selon son besoin

énergétique, comme d'autres mammifères. Des mécanismes chémostatiques sont impliqués, au travers du système nerveux et de métabolites sanguins liés au métabolisme énergétique. Cependant, 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. Etant donné que le lapin est un monogastrique herbivore, la glycémie semble jouer un rôle prépondérant par rapport à la concentration en AGV, mais le rôle respectif de ces deux métabolites (glucose vs AGV) sur la régulation de l'ingestion reste mal connu.

Tableau 2 : Ingestion, croissance et efficacité alimentaire du lapin domestique sevré.

	Périodes d'âge	
	5-7 semaines	7-10 semaines
Ingestion d'aliment (g/j)	100-120	140-170
Gain de poids vif (g/j)	45-50	35-45
Efficacité alimentaire (g aliment/g gain de poids)	2,2 - 2,4	3,4 - 3,8

Valeurs moyennes pour des lapins (lignées commerciales actuelles), nourris à volonté un aliment granulé équilibré (89% MS), et ayant librement accès à de l'eau potable.

L'ingestion volontaire est en fait proportionnelle au poids vif métabolique ($PV^{0.75}$), et est environ de 900-1000 kJ ED/j/kg $PV^{0.75}$ (ED : énergie digestible). La régulation chémostatique interviendrait au-delà d'une concentration en ED de 9 à 9,5 MJ/kg (Parigi-Bini et Xiccato, 1998). En dessous de ce niveau, une régulation de type physique prévaut qui serait liée à l'état de réplétion du tube digestif.

L'ingestion de cœcotrophes augmente jusqu'à 2 mois d'âge puis reste stable (figure 4). Exprimée en matière fraîche, elle évolue de 10 g/j à 55 g/j entre 1 et 2 mois d'âge, et représente de 15 à 35% de l'ingestion d'aliment (Gidenne et Lebas, 1987). Il est néanmoins possible que ces valeurs soit sous-estimées compte tenu de la technique de mesure employée dans ces travaux (cf. 2.3) Le lapin fractionne sa prise volontaire en de nombreux repas : environ 40 repas par 24 h à 6 semaines d'âge, et un nombre légèrement inférieur à l'âge adulte (tableau 3). Cette multiplication des repas est probablement liée à la relativement faible capacité de stockage de l'estomac (cf. 2.2). 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), le temps passé à manger est doublé (Lebas, 1973). Quel que soit l'âge des animaux, un aliment qui aurait plus de 70 pour cent 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 granulés, le

Tableau 3 : Évolution du comportement alimentaire de lapins mâles entre 6 et 18 semaines, ayant en permanence à leur disposition un aliment granulé équilibré et de l'eau de boisson, et maintenus dans une salle à 20±1°C (d'après Prud'hon *et al.*, 1975)

	Age en semaines		
	6	12	18
<i>Aliment solide (89% de MS)</i>			
• Quantité totale par 24 h (g)	98	194	160
• Nombre de repas par 24 h	39	40	34
• Quantité par repas (g)	2,6	4,9	4,9
<i>Eau de boisson</i>			
• Quantité totale par 24 h (g)	153	320	297
• Nombre de prises par jour	31	28,5	36
• poids moyen d'une prise (g)	5,1	11,5	9,1
<i>Rapport eau / aliment (matière sèche)</i>	<i>1,75</i>	<i>1,85</i>	<i>2,09</i>

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 (tableau 3).

La répartition des repas solides et liquides n'est pas homogène au cours des 24 heures. Plus de 60% de l'ingestion (en dehors de la phase de cæcotrophie) est réalisée en période d'obscurité pour un lapin domestique soumis à un programme lumière/obscurité de 12h/12h (figure 5). Par exemple, chez des lapins sub-adultes (Néo-Zélandais Blanc de 3 kg) éclairé 12h sur 24, la consommation nocturne peut ainsi représenter près des deux tiers de celle observée sur un cycle de 24 heures, en raison d'une augmentation de la fréquence des repas, sans variation de l'importance quantitative de ceux-ci, soit 5 à 6 grammes par repas (Sanderson et Vanderweele, 1975). Les variations nyctémérales des repas liquides sont strictement parallèles à celle des repas solides (Prud'hon *et al.*, 1975), mais aucune corrélation ne peut être établie entre le moment ou les intervalles de temps entre les repas solides et d'eau. Il convient aussi de remarquer une forte consommation, précédant l'extinction de la lumière dans le local d'élevage. Avec l'âge, le comportement d'alimentation nocturne devient plus prononcé (figure 5). Le nombre de repas pris en période d'éclairage diminue, et le "repas 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 tôt le matin). D'ailleurs, Hirakawa (2001) a précisé que les léporidés (lapins y compris) consomment également une partie de leurs propres fèces dures, qui sont mastiquées contrairement aux cæcotrophes qui sont avalées rapidement. Les repas de cæcotrophes (et parfois de crottes dures) augmenteraient en proportion quand la disponibilité en nourriture est insuffisante (observations chez le lapin sauvage).

Évidemment, le niveau d'alimentation est modulé selon le statut physiologique de l'animal. Par exemple, l'ingestion volontaire d'une femelle varie

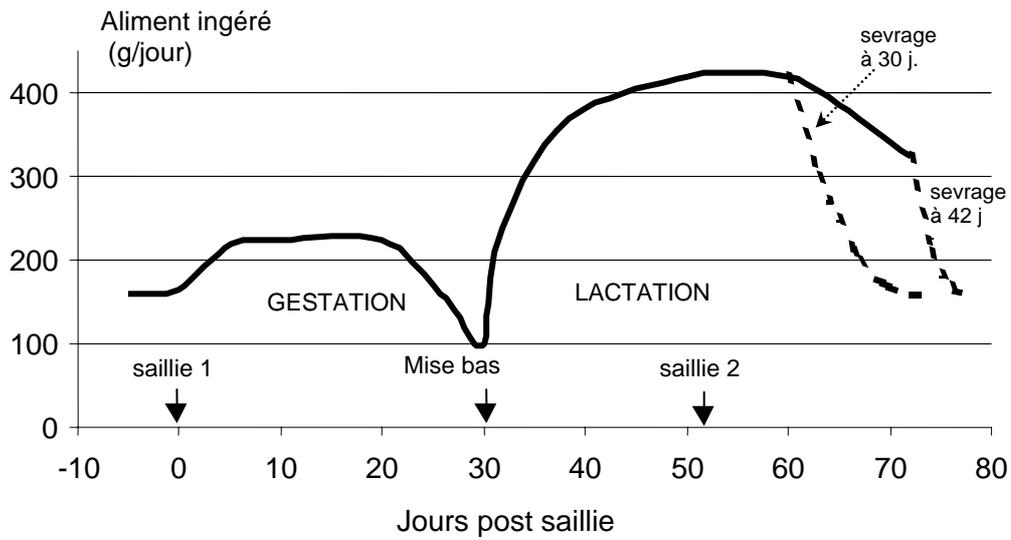
considérablement pendant le cycle de reproduction (figure 6). La baisse de consommation en fin de gestation est marquée chez toutes les femelles et peut arriver à l'arrêt complet de l'ingestion d'aliment solide chez certaines femelles la veille de la mise bas. Par contre, l'ingestion d'eau ne devient jamais nulle. Après la mise-bas, la consommation alimentaire croît très rapidement et peut atteindre quotidiennement plus de 100 g de matière sèche par kilogramme de poids vif (soit plus de 400 g/j). L'ingestion d'eau est alors également importante : 200 à 250 grammes/jour par kilogramme de poids vif. Enfin, lorsqu'une lapine est simultanément gestante et allaitante, sa consommation alimentaire est très comparable à celle d'une lapine simplement allaitante, mais elle ne lui est pas supérieure.

4. Facteurs externes modulant le comportement alimentaire du lapin domestique.

4.1 Composition de l'aliment et forme de présentation.

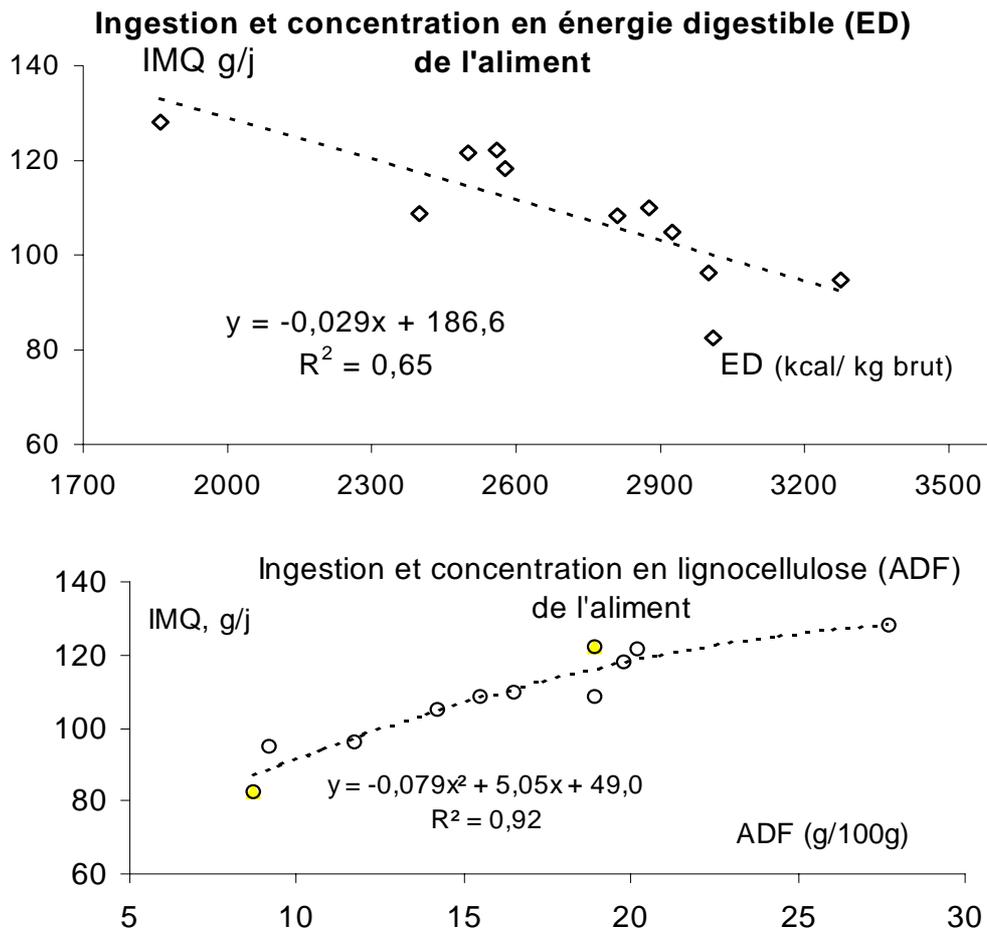
Après le sevrage, l'un des principaux composants alimentaires impliqués dans la régulation de la prise d'aliment est la concentration en énergie digestible (ED). Le lapin domestique (recevant un régime équilibré granulé) peut réguler son ingéré d'ED (et ainsi sa croissance) lorsque la concentration en ED est située entre 9 et 12 MJ/kg, ou quand le taux de fibres est entre 10 et 25% d'ADF (acid detergent fibre). Le niveau d'ingestion est ainsi mieux corrélé avec la concentration en fibres de l'aliment, qu'avec la concentration en ED (figure 7). Cependant, l'incorporation de lipides dans l'aliment, tout en maintenant le niveau de fibre, augmente la teneur en ED, et conduit à une légère réduction de l'ingestion. En revanche, avant le sevrage, le lapereau ne semble pas réguler son ingestion sur le niveau énergétique alimentaire (Gidenne et Fortun-Lamothe, 2002), puisque les portées consomment préférentiellement un régime riche énergie. D'autres nutriments peuvent modifier l'ingestion, tel que les protéines et leur équilibre en acides aminés indispensables (Tomé, 2004). Par exemple, un excès en méthionine réduit d'au moins 10% l'ingestion du lapin en croissance (Colin, 1973 ; Gidenne *et al.*, 2002).

Figure 6. Évolution de la consommation alimentaire de la femelle au cours du cycle reproductif.



Données moyennes obtenues pour une femelle (poids vif de 4 à 5 kg) recevant à volonté un aliment granulé équilibré à 89% de MS (d'après Lebas, 1975).

Figure 7: Relation entre ingestion volontaire et composition de l'aliment, chez le lapin.*



IMQ: ingéré moyen quotidien mesuré entre le sevrage (4 semaines) et 11 semaines d'âge.

* données obtenues pour des lapins de lignée commerciale hybride, après sevrage, et nourri à volonté avec un aliment granulé.

La présentation de l'aliment est un facteur important modulant le comportement d'ingestion du lapin. En libre choix, le lapin préfère à 97% un aliment en granulé, plutôt que sous forme de farine (Harris *et al.*, 1983). De plus, un aliment sous forme de farine semble perturber le cycle circadien de l'ingestion (Lebas et Laplace, 1977). La taille du granulé et sa qualité (dureté, durabilité) peuvent également affecter le comportement alimentaire (Maertens et Villamide, 1998). Une réduction du diamètre du granulé, qui augmente aussi la dureté, réduit l'ingestion chez le lapereau (Gidenne *et al.*, 2003) et chez le lapin en croissance (Maertens, 1994), bien que le budget-temps consacré à l'alimentation soit plus élevé.

4.2. Ingestion d'eau et d'aliment en fonction de l'environnement

Les dépenses énergétiques du lapin sont dépendantes de la température ambiante. L'ingestion d'aliments permettant de faire face aux dépenses est donc elle-même liée à cette température. Ainsi différents travaux conduits en laboratoire montrent qu'entre 5°C et 30°C la consommation de lapins en croissance passe par exemple de 180 à 120 g/j pour l'aliment granulé et de 330 à 390 g/j pour l'eau (tableau 4). Une analyse plus précise du comportement indique que, lorsque la température s'accroît, le nombre de repas (solides et liquides) par 24 heures décroît. Il passe de 37 repas solides à 10°C à 27 seulement à 30°C chez des jeunes lapines Néo-Zélandaises. Par contre, si la quantité d'aliments consommée à chaque repas est réduite par les fortes températures (5,7 g/repas à 10°C et 20°C contre 4,4 g à 30°C), à l'inverse, la quantité d'eau consommée à chaque prise s'accroît avec la température (de 11,4 à 16,2 g par prise, entre 10°C et 30°C).

Tableau 4 : Comportement alimentaire du lapin en fonction de la température ambiante.

Température ambiante	5°C	18°C	30°C
Humidité relative	80%	70%	60%
Ingestion d'aliment granulé (g/j)	182	158	123
Consommation d'eau (g/j)	328	271	386
ratio eau / aliment	1.80	1.71	3.14
Gain de poids (g/j)	35.1	37.4	25.4

Donnée de Eberhart (1980)

Le comportement alimentaire de la femelle et de sa portée, en fonction des conditions climatiques a fait l'objet d'une synthèse (Cervera et Fernandez-Carmona, 1998).

Si, dans l'environnement du lapin, l'eau de boisson vient à manquer totalement et que seuls des aliments secs (moins de 14% d'eau) sont à sa disposition, la consommation de matière sèche s'annule en 24 heures. Dans les conditions d'un manque total d'eau et en fonction des conditions ambiantes (températures, hygrométrie), un lapin adulte peut survivre de 4 à 8

jours sans altération irréversible des fonctions vitales; mais son poids peut être réduit de 20 à 30 % en moins d'une semaine (Cizek, 1961). Si, par contre, des lapins ont de l'eau de boisson (propre) à leur disposition, mais aucun aliment solide, ils peuvent survivre 3 à 4 semaines. Par rapport à "la normale", l'ingestion d'eau est alors augmentée de 4 à 6 fois en quelques jours. La distribution de chlorure de sodium dans l'eau (0,45%) réduit cette surconsommation, mais le chlorure de potassium est inefficace (perte de sodium par voie urinaire). Le lapin s'avère donc très résistant à la faim et relativement résistant à la soif ; mais il convient de retenir que toute limitation de la quantité d'eau nécessaire, par rapport aux besoins, entraîne une réduction au moins proportionnelle de la matière sèche ingérée et, en conséquence, une altération des performances.

D'autres facteurs environnementaux ont été également étudiés chez le lapin domestique, tels que le programme lumineux ou les systèmes de logement. En l'absence de lumière (obscurité 24h/24), l'ingestion du lapin en croissance est augmentée en comparaison de lapins soumis à un programme lumineux (Lebas, 1977). En absence de lumière, le lapin organise son programme alimentaire selon un cycle régulier de 23,5 à 23,8 heures, avec 5 à 6 heures consacrées à l'ingestion de cæcotrophes. En éclairage continu, le programme alimentaire est organisé sur un cycle d'environ 25 heures (Jilge, 1982 ; Reyne et Goussopoulos, 1984). Chez la femelle reproductrice, la réduction de la durée d'éclairage, en introduisant 2 périodes d'obscurité de 4h, sur un cycle de 12h/12h (lumière, obscurité) réduit l'ingestion et entraîne une augmentation de la production laitière, conduisant donc à une meilleure efficacité alimentaire (Virag *et al.*, 2000).

Ainsi que mentionné précédemment, le type de cage influence le comportement d'alimentation du lapin. Ainsi, l'ingestion est réduite si la densité des lapins dans la cage s'élève, probablement en raison d'une plus grande concurrence entre les animaux pour l'accès à la mangeoire (Aubret et Duperray, 1993), mais aussi en raison d'une réduction de la mobilité des animaux (et donc de leur besoin). Ainsi, cet effet de la densité est également observé chez des lapins élevés en cage individuelle (Xiccato *et al.*, 1999). Néanmoins, l'agrandissement d'une cage collective (avec ou sans la variation de la densité) laisse plus de mouvements aux lapins et réduirait leur ingestion quotidienne (Maertens et Van Herck, 2000). À la même densité, des lapins mis en cage par 2 ou par 6 ont la même ingestion, mais en cage de 2, les lapins passent moins de temps à manger (5,8% contre 9,9% des 10 heures de la période d'éclairage, Mirabito *et al.* 1999). Enfin, le nombre de places à la mangeoire (1 à 6 postes) pour un groupe de 10 lapins nourris à volonté n'influence pas le niveau de la consommation alimentaire (Lebas, 1971). Ce n'est par contre pas nécessairement le cas lorsque les lapins sont rationnés (Rashwan et Soad, 1996).

5. Comportement alimentaire en situation de libre-choix

5.1 Comportement alimentaire du lapin sauvage non captif (lapin "broueteur")

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 (Williams *et al.*, 1974). Parmi les dicotylédones il préfère certaines légumineuses et des composées. Mais il faut souligner que la consommation de carottes (*Daucus carotta*) est très faible. Ainsi contrairement à une idée trop répandue, la carotte (racines ou fanes) ne figure pas parmi les plantes recherchées par les lapins (CTGREF, 1978).

La proportion de dicotylédones et même de mousses peut augmenter pendant les saisons où la disponibilité en plantes est faible (Bhadresa, 1977). En hiver et au début du printemps, le pâturage des céréales cultivées par des lapins peut complètement compromettre une récolte, particulièrement dans la zone des 30 à 100 m du terrier (Biadi et Guenezan, 1992). Quand les lapins peuvent choisir entre des céréales d'hiver cultivées avec ou sans fertilisation minérale (phosphore et/ou azote) ils préfèrent clairement les céréales sans fertilisation artificielle (Spence et Smith, 1965).

En situation de choix, le lapin peut être très sélectif dans son comportement alimentaire. Comme de nombreux herbivores, il préférera ingérer les feuilles plutôt que la tige d'une plante, et de manière générale des plantes jeunes ou des parties "vertes et tendres" plutôt que sèches. Par exemple, il choisira une partie de la plante ayant une concentration élevée en azote (Steidenstrücker, 2000). De même, dans un essai réalisé en Irlande, les lapins ont pâture plus intensivement une variété d'orge printanière (comparé à 4 autres), probablement en relation avec la composition de la plante. Néanmoins, les écarts de teneur en sucre des variétés n'ont pas entièrement expliqué ce choix variétal (Bell et Watson, 1993).

En fin d'hiver, le lapin a une forte appétence pour les bourgeons et les jeunes tiges de quelques plantes ligneuses. L'abrutissement d'arbres très jeunes ou de leurs pousses peut ainsi complètement compromettre la régénération d'une forêt (CTGREF, 1980), ou plus spécifiquement la régénération de certains arbustes comme le genévrier (RSPB, 2004) ou le Genêt à balais *Cytisus scoparius* (Sabourdy, 1971). 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 (CTGREF, 1980).

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 (CTGREF, 1978).

Les raisons fondamentales des choix alimentaires du lapin demeurent peu claires, même si elles sont constantes. On peut seulement dire que ce comportement est sous régulation hypothalamique, puisque des lésions de l'hypothalamus modifient clairement les choix alimentaires du lapin (Balinska, 1966).

Beaucoup d'expériences ont été entreprises particulièrement en Australie et en Nouvelle Zélande pour étudier le comportement de lapins sauvages, en vue de mettre au point des appâts (l'objectif final étant l'extermination des lapins sauvages importés au 19^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% NaCl) ou de farine de luzerne (15%) dans des granulés d'issues de meuneries réduit de manière significative la consommation des appâts (Ross et Bell, 1979).

5.2 Comportement alimentaire du lapin domestique en situation de libre-choix (lapin en cage)

Quelques études ont montré que le lapin sait reconnaître 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 plutôt qu'un aliment de même composition n'en contenant pas (Cheeke, 1974).

En captivité, le lapin adulte 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. On observe alors un comportement de grattage du contenu de la mangeoire, en particulier si l'aliment est sous forme granulée (aliment visible sous la cage).

Quand le lapin peut choisir entre un aliment avec ou sans stimulateur d'appétence, il choisit en général l'aliment avec "apetizer". Mais, si ces 2 aliments sont proposés seuls, on n'observe aucun écart d'ingestion, ou de croissance (Fekete et Lebas, 1983). Le même phénomène a également été montré avec addition d'un répulsif dans l'aliment comme le formol (Lebas, 1992).

D'autre part le lapin semble apprécier un certain degré d'amertume dans son alimentation. Lorsqu'on présente aux lapins des aliments contenant des luzernes déshydratées ayant des taux variables de saponine, donc plus ou moins amères, leur choix se fixe sur ceux des aliments qui ont un degré d'amertume relativement élevé (jusqu'à 3mg/g d'aliment). Ces mêmes aliments sont par exemple délaissés par des rats ou des porcs (Cheeke *et al.*, 1977). En revanche, si on propose, seuls, des aliments à taux variable de saponine (1,8 à 6,4 mg/g d'aliment), alors l'ingestion

et la croissance sont indépendants de la concentration en saponine (Auxilia *et al.*, 1983).

Lorsque l'aliment contient une toxine, telle que l'aflatoxine, le lapin refuse totalement de le consommer, ou bien il l'ingère en très faibles quantités (Morand-Fehr *et al.*, 1968; Morisse *et al.*, 1981; Saubois et Nepote, 1994).

Quand un aliment énergétique (pauvre en fibres) est distribué au choix avec un aliment fibreux, le lapin préfère le premier (Lebas *et al.*, 1997). C'est probablement la conséquence d'une recherche spécifique de sources énergétiques (rare dans la nature), qui est système régulateur dominant le comportement d'ingestion du lapin. En revanche, pour le lapin d'élevage, cela peut conduire à accroître la fréquence des troubles digestifs et donc le risque sanitaire, particulièrement chez le jeune en croissance (Gidenne, 2003).

Lorsque le lapin se trouve face à plusieurs aliments, il choisit en fonction de critères parfois difficilement prévisibles. Ainsi, le degré d'humidité d'un aliment peut jouer un rôle important. Quand on distribue en libre choix de la luzerne déshydratée et du maïs-grain sec, l'équilibre se place à 65 % de luzerne et 35 % de maïs. Il serait par exemple 60/40 avec la luzerne et de l'avoine. Mais, si les grains de maïs sont relativement humides (plus de 14-15 %, ce qui peut poser des problèmes de conservation), la proportion de maïs monte à 45-50 % (Lebas, 2002). L'alimentation des lapins avec des fourrages + un aliment concentré complémentaire pose également quelques problèmes quand l'appétibilité des fourrages n'est pas bonne. Des lapins disposant à volonté d'un aliment concentré en énergie et de lest (de la paille par exemple) ne savent pas ajuster correctement leur consommation et obtenir la croissance maximale. Lorsqu'un éleveur se trouve face à cette situation, il lui faut limiter la quantité d'aliment concentré distribuée quotidiennement ou, plus généralement, celle de l'aliment le plus appétible. En effet, cela peut être parfois le cas de certains fourrages verts de faible valeur nutritive. Par contre, la situation est différente si le lapin se trouve face à deux aliments concentrés en énergie, comme Gidenne (1985) l'a testé avec un aliment granulé complet et de la banane verte, tous deux en libre choix. Dans ce cas, les lapins ayant le libre choix ont eu une croissance équivalente à celle du témoin, et un ingéré d'énergie digestible identique. Toutefois, entre le sevrage (5 semaines) et la fin de l'essai (12 semaines), la proportion de banane est passée de 40% à 28% de l'ingéré quotidien de matière sèche.

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

celle des lapins témoins recevant un aliment équilibré (Lebas et Greppi, 1980).

Ainsi que décrit précédemment, la régulation de l'ingestion du lapin, en situation de libre choix, est délicate à prévoir. Aussi, est-il recommandé d'utiliser des aliments granulés complets équilibrés en élevage cunicole.

Conclusion

Le comportement alimentaire du lapin est très particulier comparé à d'autres mammifères, avec une spécificité qui est la pratique de la cœcotrophie associée à une physiologie digestive "mixte" monogastrique et herbivore. Comme herbivore, la stratégie d'alimentation du lapin est presque inversée par rapport aux ruminants. Pour ce dernier, la stratégie consiste à retenir dans le rumen les particules de nourriture jusqu'à ce qu'elles atteignent une taille suffisamment faible pour passer dans l'intestin grêle. Le lapin utilise une stratégie inverse, caractérisée par une rétention préférentielle des particules fines de digesta dans les segments fermentaires (caecum et colon proximal), avec un rejet rapide des particules grossières (riche en fibres peu digestes) dans les crottes dures. Ceci est associé à une ingestion divisée en de nombreux repas, de ce fait favorisant 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.

Références

- AUBRET J.M., DUPPERAY J., 1993. Effets d'une trop forte densité dans les cages d'engraissement. *Cuniculture*, 109, 3-6.
- AUXILIA M.T., BERGOGLIO G., MASOERO G., MAZZOCCO P., PONSETTO P.D., TERRAMOCCIA S., 1983. Feeding meat rabbits. Use of lucerne with different saponin content. *Coniglicoltura* 20, 51-58.
- BALINSKA H., 1966. Food preference in rabbits with hypothalamic lesions. *Revue Roumaine de Biologie* 11, 243-247.
- BELL A.C., WATSON S., 1993. Preferential grazing of five varieties of spring barley by wild rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). *Ann. Appl. Biol.* 122, 637-641.
- 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. *J. Anim. Sci.* 73, 128-135.
- BHADRESA R., 1977. Food preferences of rabbits *Oryctolagus cuniculus* (L.). At Holkham Sand Dunes, Norfolk. *Journal of Applied Ecology* 14, 287-291.
- BIADI F., GUENEZAN M., 1992. Le lapin de garenne. *Bull. Tech. d'Information* 3, 89-95.
- BJÖRNHAG G., 1972. Separation and delay of contents in the rabbit colon. *Swedish. J. Agric. Res.* 2, 125-136.

- CARABAÑO R., GARCIA A.I., BLAS E., FALCAO E CUNHA L., GIDENNE T., PINHEIRO V., 2000. Collaborative studies on cæcotrophy in adult rabbits: effect of feed intake and methodology. In: A. Blasco (Ed), *7th World Rabbit Congress*, 5-7 July 2000, Valence, Spain *World Rabbit Sci.*, 8, suppl.1, vol. C, p153-159.
- CHEEKE P.R., 1974. Feed preferences of adult male dutch rabbits. *Lab. anim. Sci.*, 24(4), 601-604.
- CIZEK L.J., 1961. Relationship between food and water ingestion in the rabbit. *Am. J. Physiol.*, 201(3), 557-566.
- CROSS B.A., 1952. Nursing behaviour and the milk, ejection reflex in rabbits. *J. Endocrinol.*, 8, XIII-XIV
- CERVERA C., FERNANDEZ-CARMONA J., 1998. Climatic environment. In: C. De Blas and J. Wiseman (ed.) *The nutrition of the rabbit*. CABI Publishing, Wallingford, UK, Chapter 15, pp. 273-295
- CHEEKE P.R., KINZELL J.H., PEDERSEN M.W., 1977. Influence of saponins on alfalfa utilisation by rats, rabbits and swine. *J. Anim. Sci.* 46, 476-481.
- COLIN M., ARKHURST G., LEBAS F. 1973. Effet de l'addition de methionine au régime alimentaire sur les performances de croissance chez le lapin. *Ann. Zootech.* 22, 485-491.
- 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. *Reprod. Nutr. Develop.* 40, 19-32.
- CTGREF, 1978. Observations sur les préférences alimentaires du lapin de garenne et les dégâts causés aux plantations forestières. *Le Saint-Hubert*, Fév. 1978, 74-76.
- CTGREF, 1980. Protection des cultures agricoles et des régénérations forestières contre le lapin de garenne. *CTGREF Informations Techniques, cahier 39 note 4*, pp5.
- EBERHART S., 1980. The influence of environmental temperatures on meat rabbits of different breeds. In: *Proceedings of the 1st World Rabbit Congress, Barcelona, April 1980, vol. 1, 399-409.*
- FAURE J., 1963. Le sommeil 'paradoxal' du lapin dans ses aspects anatomo-fonctionnels et hormonaux. *Colloque intern. du CNRS*, Lyon 9-11 Sept. 1963, N°127, 241-283
- FEKETE S., LEBAS, F., 1983. Effect of a natural flavour (thyme extract) on the spontaneous feed ingestion, digestion coefficients and fattening parameters. *Magyar allatow. lapja* 38, 121-125.
- FORTUN-LAMOTHE L., GIDENNE T., 2000. The effect of size of suckled litter on intake behaviour, performance and health status of young and reproducing rabbits. *Ann. Zootech.* 49, 517-529.
- FORTUN-LAMOTHE L., GIDENNE T., 2003. Les lapereaux préfèrent manger dans la même mangeoire que leur mère. In: Bolet, G. (ed.) *Proceedings of the 10ème J. Rech. Cunicoles Fr.*, 19 & 20 nov. 2003, Paris, France, ITAVI publ., pp. 111-114.
- GIDENNE T., 1985. Effet d'un apport de banane en complément d'un aliment concentré sur la digestion des lapereaux à l'engraissement. *Cuni-Sciences*, 3, 1-6.
- GIDENNE T., 1987a. Influence de la teneur en lignine des aliments sur la composition des digesta et la production de cæcotrophes par le lapereau. *Ann. Zootech.* 36, 85-90.
- GIDENNE T., 1987b. Utilisation digestive des constituants pariétaux chez le lapin. Méthodes d'études du transit et des flux, dans différents segments digestifs. Thèse de doctorat, Inst.Nat.Polytech. Toulouse, pp93
- GIDENNE T., 2003. Fibres in rabbit feeding for digestive troubles prevention: respective role of low-digested and digestible fibre. *Livest. Prod. Sci.* 81, 105-117.
- GIDENNE T., FORTUN-LAMOTHE L., 2002. Feeding strategy for young rabbit around weaning: a review of digestive capacity and nutritional needs. *Anim. Sci.* 75, 169-184.
- GIDENNE T., LEBAS F., 1987. Estimation quantitative de la cæcotrophie chez le lapin en croissance : variations en fonctions de l'âge. *Ann. Zootech.* 36, 225-236.
- GIDENNE T., JEHL N., SEGURA M., MICHALET-DOREAU B., 2002. Microbial activity in the cæcum of the rabbit around weaning: impact of a dietary fibre deficiency and of intake level. *Anim. Feed Sci. Technol.* 99, 107-118.
- GIDENNE T., LAPANOUSE, A., FORTUN-LAMOTHE, L. 2003. Comportement alimentaire du lapereau sevré précocement: effet du diamètre du granulé. In: Bolet, G. (ed.) *Proceedings of the 10th "Journées de la Recherche Cunicole"*, 19 & 20 nov. 2003, Paris, France, ITAVI publ. Paris, pp. 17-19.
- GYARMATI T., SZENDRŐ Z., MAERTENS L., BIRO-NEMETH E., RADNAI I., MILISITS G., MATICS, Z., 2000. Effect of suckling twice a day on the performance of suckling and growing rabbits. In Blasco, A. (ed.), *Proceedings of the 7th World Rabbit Congress, 5-7 July, Valence, Spain*, Polytech. University of Valence publ., *World Rabbit Sci.*, 8, suppl.1, vol. C, pp. 283-290.
- HARRIS D.J., CHEEKE P.R., PATTON N.M., 1983. Feed preference and growth performance of rabbits fed pelleted versus unpelleted diets. *J. Appl. Rabbit Res.* 6, 15-17.
- HIRAKAWA H., 2001. Coprophagy in leporids and other mammalian herbivores. *Mammal Rev.* 31, 61-80.
- HOY S., SELZER D., 2002. Frequency and time of nursing in wild and domestic rabbits housed outdoors in free range. *World Rabbit Sci.* 10, 77-84.
- HUDSON R., SCHAAL B., MARTINEZ-GOMEZ M., DISTEL H., 2000. Mother-Young relations in the European rabbit : physiological and behavioral locks and keys. *World Rabbit Sci.* 8, 85-90.
- KOVACS M., SZENDRŐ Z., CSUTORAS I., BOTA B., BENCSENE K.Z., OROVA Z., RADNAI I., BIRONE N.E., HORN P., 2004. Development of the cæcal microflora of newborn rabbits during the first ten days after birth. In: Becerril, C. and Pro, A (ed.) *Proceedings of the 8th World Rabbit Congress, 7-10 September, Puebla, Mexico*, Colegio de Postgraduados for WRSA publ. vol. 5, pp. 1091-1096.
- JILGE B., 1982. Monophasic and diphasic patterns of the circadian cæcotrophy rythm of rabbits. *Laboratory Animals*, 16, 1-6.
- LAPLACE J.P., 1978. Le transit digestif chez les monogastriques. III. Comportement (prise de nourriture - cæcotrophie) motricité et transit digestif, et pathogénie des diarrhées chez le lapin. *Ann. Zootech.* 27, 225-265.
- LEBAS, F. 1971. Nombre de postes de consommation pour des groupes de lapins en croissance. *Bulletin technique d'Information*, 260, 561-564.
- LEBAS F., 1973. Possibilités d'alimentation du lapin en croissance avec des régimes présentés sous forme de farine. *Ann. Zootech.* 22, 249-251.
- LEBAS F., 1975. Etude chez les lapines de l'influence du niveau d'alimentation durant la gestation. I. Sur les performances de reproduction. *Ann. Zootech.* 24, 267-279.
- LEBAS F., 1977. Faut-il éclairer les lapins durant l'engraissement ? *Cuniculture*, 5, 233-234.
- LEBAS F., 1989. Besoins nutritionnels des lapins : Revue bibliographique et perspectives. *Cuni-Science*, 5, 1-28
- LEBAS F., 1992. Effets de la présence accidentelle de formol dans les aliments granulés (50-100 ppm) sur les performances de consommation et de croissance des lapins en engraissement *Données non publiées*.
- LEBAS F., 2002. Biologie du lapin. 4.4 Comportement alimentaire, <http://www.cuniculture.info/Docs/Biologie/biologie-04-4.htm> (accès de 14 Novembre 2004)
- LEBAS F., LAPLACE J.P., 1977. Le transit digestif chez le lapin. VI-Influence de la granulation des aliments. *Ann. Zootech.* 26, 83-91.

- LEBAS F., GREPPI G., 1980. Ingestion d'eau et d'aliment chez le jeune lapin disposant d'un aliment carencé en méthionine ou en lysine et pour boisson, en libre choix, d'une solution de cet acide aminé ou d'eau pure. *Reprod. Nutr. Develop.* 20, 1661-1665.
- LEBAS F., COUDERT P., DE ROCHAMBEAU H., THEBAULT R.G., 1997. The Rabbit - Husbandry, Health and Production (2d edition) FAO publ., Rome, 223 pp
- MAERTENS L., 1994. Influence du diamètre du granulé sur les performances des lapereaux avant sevrage. In: Coudert, P. (ed.), *Proceedings of the VIèmes J. Rech. Cunicole Fr., France, 6 & 7 dec., La Rochelle, France*, ITAVI publ. Paris. Vol. 2, pp. 325-332.
- MAERTENS L., VILLAMIDE M.J., 1998. Feeding systems for intensive production. In: De Blas C. and Wiseman J. (ed.) *The nutrition of the rabbit*. CABI publishing, Wallingford, UK. Chapter 14, pp. 255-271.
- MAERTENS L., VAN HERCK A., 2000. Performances of weaned rabbits raised in pens or in classical cages: first results. In: Blasco, A.(ed.) *Proceedings of the 7th World Rabbit Congress, 4-7 july, Valence, Spain*, Univ. Polytec. publ., *World Rabbit Science*, 8 suppl 1B, pp. 435-440.
- MIRABITO L., GALLIOT P., SOUCHET C., PIERRE V., 1999. Logement des lapins en engraissement en cages de 2 ou 6 individus : Etude du budget-temps. In: Perez, J.M. (ed.) *Proceedings of the "8èmes Journées de la Recherche Cunicole"*, 9-10 june, Paris. ITAVI publ., pp. 55-58.
- MORAND-FEHR M., DELAGE J., RICHIR C., 1968. Répercussions de l'ingestion d'aflatoxine sur le lapin en croissance. *Cahiers de Nutrition et Diététique* 5, 62-64.
- MORISSE J.P., WYERS M., DROUIN P., 1981. Aflatoxicose chronique chez le lapin. Essai de reproduction expérimentale. *Recueil de Médecine Vétérinaire* 157, 363-368.
- MOROT C., 1882. Mémoire relatif aux pelotes stomacales des léporidés. *Recueil de . Médecine Vétérinaire* 59, 635-646.
- ORENGO J., GIDENNE T., 2005. Comportement alimentaire et cœcotrophie chez le lapereau avant sevrage. In: Bolet, G. (ed.) *Proceedings of the 11th "Journées de la Recherche Cunicole"*, 29 & 30 nov. 2005, Paris, France, ITAVI publ. Paris, pp. 45-48
- PARIGI BINI R., XICCATO G., 1998. Energy metabolism and requirements. In: De Blas, C. and Wiseman, J. (ed.) *The nutrition of the rabbit*. CABI Publishing, Wallingford, UK, Chapter 7, pp. 103-131.
- PINHEIRO V., 2002. Contribution à l'étude de la digestion chez le lapin: effet du taux de fibre et de la nature de l'amidon alimentaires. Thèse de doctorat, Univ. Alto Duro, Vila-Real, pp253.
- PROTO V., GARGANO D., GIANNI L., 1968. La coprofagia del coniglio sottoposto a differenti diete. *Prod Anim.* 7, 157-171.
- PROTO V., 1980. Alimentazione del coniglio da carne. *Coniglicoltura* 17(7), 17-32.
- PRUD'HON M., CHERUBIN M., GOUSSOPOULOS J., CARLES Y., 1975. Evolution au cours de la croissance des caractéristiques de la consommation d'aliments solides et liquides du lapin domestique nourri ad libitum. *Annales de Zootechnie* 24, 289-298.
- RASHWAN A. A., SOAD S. A., 1996. Growing rabbit management : housing system, reduction of eating time and feeder space. In Lebas F. (éd.) *Proc. 6th World Rabbit Congress, Toulouse, France, 09-12/07/1996, vol. 3, 411-414.*
- REYNE Y., GOUSSOPOULOS J., 1984. Caractéristiques du système endogène responsable des rythmes circadiens de la prise de nourriture et d'eau de boisson chez le lapin de garenne: étude en lumière permanente et en obscurité permanente. In: *Proceedings of the 3rd World Rabbit Congress, Rome, Italy, vol.2, pp. 473-480.*
- ROSS W.D., BELL J., 1979. A field study on preference for pollard and bran pellets by wild rabbits. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*, 7, 95-97.
- RSPB (*The Royal Society for the Protection of Birds*), 2004. Salisbury plain project. http://www.rspb.org.uk/england/southwest/conservation/salisbury_life_project.asp (accessed 15 Novembre 2004).
- SABOURDY M., 1971. Arrêt de la régénération des genêts dans une parcelle boisée de Sologne en raison du surpâturage par les lapins de garenne. *Communication personnelle*
- SANDERSON J.D., VANDERWEELE D.A., 1975. Analysis of feeding patterns in normal and vagotomised rabbits. *Physiol. Behav.*, 15, 357-364.
- SAUBOIS A., NEPOTE M.C., 1994. Aflatoxins in mixed feeds for rabbits. *Bolletín Micologico*, 9, 115-120.
- SCHAAL B., COUREAUD G., LANGLOIS D., GINIES C., SEMON E., PERRIER G. 2003. Chemical and behavioural characterization of the rabbit mammary pheromone. *Nature* 424, 68-72.
- SEIDENSTÜCKER S., 2000. Rabbit grazing and N-fertilization on high grass-encroachment in dry coastal grassland in 'Meijendel', The Netherlands. www.coastalguide.org/dune/meijen2.html (accessed 15 November 2004)
- SPENCE T.B., SMITH A.N., 1965. Selective grazing by rabbits. *Agriculture Gazette of N.S. Wales*, 76, 614-615.
- SZENDRŐ Z., PAPP Z., KUSTOS K., 1999. Effect of environmental temperature and restricted feeding on production of rabbit does. *CIHEAM, Cahiers Options Méditerranéennes* 41, 11-17.
- TOMÉ D., 2004. Protein, amino acids and the control of food intake. *Brit. J. Nutr.* 92, S27-S30.
- VIRAG G., PAPP Z., RAFAI P., JAKAB L., KENNESSY A., 2000. Effects of an intermittent lighting schedule on doe and suckling rabbit's performance. In: Blasco, A. (ed.) *Proceedings of the 7th World Rabbit Congress*, Polytech. Univ. of Valence publ., *World Rabbit Science*, vol. 8, suppl. 1B, pp. 477-481.
- WILLIAMS O.B., WELLS T.C.E., WELLS D.A., 1974. Grazing management of Woodwalton Fen : seasonal changes in the diet of cattle and rabbits. *J. Appl. Ecology* 11, 499-516.
- XICCATO G., VERGA M., TROCINO A., FERRANTE V., QUEAQUE P.I., SARTORI A., 1999. Influence de l'effectif et de la densité par cage sur les performances productives, la qualité bouchère et le comportement chez le lapin. In: Perez, J.M. (ed.) *Proceedings of the 8th "Journées de la Recherche Cunicole"*, 9-10 june, Paris. ITAVI publ., pp. 59-62.
- ZARROW M.X., DENENBERG V.H., ANDERSON C.O., 1965. Rabbit : Frequency of sulking in the pup. *Science*, 150, 1835-1836.