

Les modes de logement du lapin en engraissement : influence sur les qualités des carcasses et des viandes

S. COMBES, F. LEBAS

INRA, Station de Recherches Cunicoles, BP 27, 31326 Castanet-Tolosan Cedex, France,

Résumé – Ce travail a pour but de répertorier et d’analyser les études ayant abordé l’influence du logement dans ses différentes composantes (température, surface au sol, densité, structure d’enrichissement) sur les performances de croissance et la qualité des carcasses et des viandes. Le passage du logement en clapiers à celui en cages collectives sur grillage dans les élevages rationnels actuels résulte d’essais empiriques conduits dans les années 1970-1980. L’engraissement en parcs est un mode de logement actuellement proposé en réponse aux attentes sociales relatives au bien-être animal. Cette synthèse permet de montrer que l’accroissement de la densité (au-delà de 18-20 lapins/m² ou de 40-45 kg de poids vif/m²) détériore légèrement les performances de croissance sans affecter la qualité des carcasses et des viandes, mais augmente le risque sanitaire. De même, l’augmentation du nombre de congénères engraisés ensemble, et surtout la présence de litière pénalisent l’état sanitaire des animaux en parc. L’augmentation de l’espace alloué aux animaux dans les parcs permet d’augmenter l’activité locomotrice et de ce fait ralentit la croissance. Cela modifie les proportions de la carcasse en faveur des parties arrières, en association avec une baisse notable de leur adiposité. Cependant, l’accroissement de l’exercice ne semble pas suffisant pour influencer de façon importante sur les caractéristiques de la viande elle-même. Enfin des modifications du logement sont systématiquement incluses dans les modèles de diversification des produits, en association avec des changements de génotype ou d’alimentation. Les analyses sensorielles révèlent des différences modestes de qualité de la viande par rapport à l’élevage classique, en dépit de l’importance des modifications apportées aux différents paramètres du système d’élevage.

Abstract – Rabbit housing during fattening: Effects on carcass traits and meat quality. The aim of this work was to list and to analyse the studies dealing with the effect of housing (temperature, breeding density, housing size, enrichment structures) on growth performance and quality traits of the carcass and the meat products. Starting from hutch housing, rabbits are now reared in collective cages on wire netting. This evolution results from empirical attempts during the years 1970-1980. Housing fattening rabbits in large-scale pen meets the social expectations of animal welfare. Increasing the stock-density (more than 18-20 rabbits/m² or 40-45 kg body weight/m²) depressed the growth performance without changing carcass and meat quality traits, but increases the sanitary risk. Also, in pen-housing system, the increase in the number of rabbits, combined to the presence of straw litter increased the sanitary risk. Increasing the size of the area assigned to growing animals generally increased the locomotive behaviour, leading to a decrease in growth performance. Pen-raised rabbits exhibited a higher back proportion and a lower carcass adiposity compared to cage-raised rabbits. However, the increase in exercise level did not seem to significantly influence the characteristics of the meat. Alternative breeding systems such as Label or Organic productions increased the space assigned to the animals and decreased the stock-density in association with various genetic strategies and feeding modifications. In spite of the high differences between the latter systems and the conventional ones, sensory analyses revealed little variation in meat quality traits, compared to the large extent of variation in the breeding conditions.

Introduction

Avant les années 1985-1990, le mode d’élevage des lapins en engraissement a été pensé et mis en place principalement pour optimiser les performances de production et contrôler la santé des animaux. Quand la qualité du produit était prise en compte, le plus souvent seule l’adiposité des carcasses était étudiée.

Ainsi depuis les années 1970, les lapins sont élevés à l’engraissement dans des cages à fond grillagé. Celles-ci ont le plus généralement une taille permettant d’engraisser 5 à 8 lapins, parfois jusqu’à 15, du sevrage (28-35 jours) jusqu’au poids vif de 2,4 kg environ. Ce poids était atteint d’abord vers 77-80 jours et l’est désormais plus près de 68-70 jours. Ce système permettait d’assurer une productivité maximum au moindre coût tout en contrôlant le

parasitisme (Morisse, 1998). Son adoption a été rapidement généralisée sur cette base économique n’intégrant pas la notion de qualité du produit, compte tenu du coût de la main d’œuvre rendant l’élevage sur litière anti-économique et de la quasi impossibilité de valoriser financièrement une amélioration qualitative de la viande produite. Il faut ajouter cependant qu’à cette période les améliorations techniques étaient associées à une réelle amélioration qualitative des carcasses et de la viande (meilleure présentation et surtout meilleur état de gras corporel).

La demande sociale évoluant avec le temps du quantitatif strict des années 1960-70 vers un qualitatif à spectre de plus en plus large, de nouveaux critères doivent être pris en compte. Par exemple, le concept de qualité du produit est désormais étendu aux

conditions de production et non plus limité aux seules caractéristiques du produit acheté. Ainsi, aux critères de valeur hygiénique, diététique et sensorielle de la viande, il convient désormais d'ajouter les critères liés au concept encore flou de bien-être animal. Ainsi, à la demande des associations de défense des animaux, et en principe en collaboration avec les organisations professionnelles, différentes instances françaises et européennes se préoccupent actuellement des conditions d'élevage des animaux de rente. Le lapin ne fait pas exception. Il s'agit de privilégier les logements dans lesquels les lapins peuvent exprimer le plus grand nombre d'éléments de leur répertoire comportemental naturel. Les lapins doivent par exemple pouvoir se déplacer par petits bonds, se redresser sur les pattes ou grignoter (Mirabito *et al.*, 1998; Morisse, 1998; Verga, 2000). Des conditions d'élevage respectueuses de ce bien-être constituent déjà, dans le cadre des productions différenciées, et constitueront indéniablement dans un futur proche pour la production standard, une qualité explicite supplémentaire du produit (Mirabito *et al.*, 1998).

Les modalités de logement des lapins de chair se déclinent en plusieurs composantes. Ces composantes incluent les conditions d'ambiance (température, hygrométrie, gaz présents,...), la surface au sol et le volume disponibles, le nombre de congénères présents dans le même espace, la nature du sol, mais également la notion d'enrichissement du logement par le biais de structures (tunnel, plate-forme, abris) ou d'objets (râtelier de paille, bout de bois,...) mis à la disposition des lapins dans leur lieu d'élevage. Ces différents paramètres et leurs combinaisons font l'objet d'études comportementales de plus en plus nombreuses (Verga, 2000). Les travaux relatant l'impact de ces paramètres sur les qualités des viandes et des carcasses ont d'abord concernés les études de densité et d'ambiance puis plus récemment la surface allouée aux animaux.

Après une présentation chronologique des différents modes de logement qui ont été mis au point pour le lapin de chair, cette synthèse décrira successivement l'impact des conditions d'ambiance, de la densité et de l'espace alloué et de la possibilité d'exercice sur les performances de croissance, les caractéristiques des carcasses et la qualité de la viande.

1. Evolution des modes de logement des lapins

Dès le début du 17^{ème} siècle O. de Serres (1605) distinguait 3 types de lapins de saveur différente en fonction du mode de vie et d'alimentation : des lapins sauvages (les plus goûteux), des lapins de garenne et des lapins de clapier (les plus fades). Les lapins sauvages vivaient sans aucune intervention humaine alors que, dans les garennes, l'homme intervenait au moins sur la structure de la population et les conditions d'alimentation des lapins. A partir du 19^{ème} siècle, lapins sauvages et de garenne sont confondus et font désormais partie du gibier en raison de la suppression du droit de garenne lors de la révolution

française. Les lapins de clapier font seuls l'objet d'un réel élevage : l'homme-éleveur est totalement responsable de ses lapins, en particulier pour la nourriture et le logement.

A la fin du 19^{ème} siècle, deux modes principaux de logement sont développés pour l'engraissement des lapins : d'une part des clapiers en bois ou maçonnerie avec des cages ayant une surface de 0,5 à 1,0 m², une hauteur de 60 à 80 cm garnies d'une litière et d'autre part, des enclos de vaste taille où les lapins étaient souvent élevés avec les autres animaux de la basse-cour. Dès qu'il s'est agi de production à but commercial comme dans le Gâtinais au sud de Paris par exemple, seuls les clapiers ont subsisté en raison de la quasi-impossibilité de contrôler l'état sanitaire des lapins dans les enclos, en particulier vis-à-vis de la coccidiose. Pour le maintien d'une bonne hygiène, le sol était couvert d'une litière de paille regarnie au moins 2 à 3 fois par semaine et curée chaque semaine (Varenne *et al.*, 1963). L'élevage du lapin était donc très coûteux en main d'œuvre.

Au cours de la première moitié du 20^{ème} siècle la technique de fabrication des clapiers (en ciment armé) et leurs conditions d'utilisation ont été progressivement améliorées (Varenne *et al.*, 1963). Ces améliorations ont été poursuivies plus tard pour le lapin Angora Français (Thebault *et al.*, 1981). Toutefois ces modifications n'ont pas supprimé le fort besoin de main d'œuvre. Par exemple dans un élevage où tous les lapins sont élevés sur litière, plus de 50% de la main d'œuvre totale nécessaire à la production devait être consacrée à l'entretien des litières et au curage des cages (Margottat et Koehl, 1976).

A la fin des années 1950, fut « inventé » aux États-Unis l'élevage sur grillage (Templeton et Kellogg, 1959) qui seul a permis une réelle avancée dans le contrôle sanitaire et en particulier l'éradication de la coccidiose hépatique. Cette méthode a été importée en France au début des années 1960 (Varenne *et al.*, 1963) ce qui a entraîné l'abandon des clapiers traditionnels en l'espace de quelques années en raison d'une part, de l'amélioration hygiénique et sanitaire que cela représentait et d'autre part, en raison de l'économie de main d'œuvre que cela permettait : 5 % du temps suffisent au nettoyage des cages et à l'évacuation des déjections (GELRA, 1991). L'adoption du sol grillagé a d'ailleurs été beaucoup plus rapide pour l'engraissement que pour la reproduction. Ainsi dans une étude publiée en 1975, Cousin a montré que sur 504 élevages professionnels étudiés, moins de 16 % utilisaient alors des cages à sol grillagé en maternité alors que la proportion atteignait 84,1 % pour l'engraissement.

L'adoption du sol grillagé a conduit au cours des années 1970 à des cages entièrement métalliques. Les premiers travaux conduits à l'INRA et à l'ITAVI à cette période (Cousin, 1975) ont permis de proposer comme optimum des cages permettant d'engraisser une portée de 7-8 lapereaux avec une densité de 16 à

19 sujets par m² et une hauteur de 25 à 30 cm. Il faut remarquer que cet optimum encore beaucoup utilisé avait par ailleurs été fixé sur la seule base de la vitesse de croissance et de l'indice de consommation obtenus dans les essais, sans abattage des animaux.

Au plan pratique, les cages d'engraissement proposées en France dans les années 1970 avaient toutes une surface proche de 0,40 m² (Lebas et Hénaff, 1978). En effet, les cages de très grande surface susceptibles d'accueillir de 100 à 200 lapins et essayées au début des années 1970, ont rapidement été abandonnées en raison des mauvaises performances de croissance et de la plus forte mortalité et morbidité observées (animaux malades ou blessés en fin d'engraissement). Il convient aussi de signaler que vers la fin des années 1970 la majorité des cages d'engraissement mises en place était disposée en batteries sur 3 voire 4 niveaux (Lebas et Hénaff, 1978). Ceci poussait les fabricants à proposer des cages de très faible hauteur intérieure (25 cm) de manière à limiter la hauteur totale de la batterie d'engraissement. L'abandon progressif des batteries au profit des cages sur un seul niveau (flat deck) au cours des années 1980 a conduit à une quasi-normalisation des hauteurs des cages d'engraissement aux environs de 30 cm. Pour des questions de coût de fabrication, lors de l'apparition au milieu des années 1980 de l'engraissement de semi-plein air ou de plein air « intégral » (sans aucun bâtiment), la surface des cages correspondant a été augmentée de manière à pouvoir héberger 12 à 15 lapins toujours à la même densité (Anonyme, 1986; Lebas, 1990).

Les cages d'engraissement pour 2 lapins (surface de 0,15 à 0,18 m²) utilisées dès le début des années 1980 en Italie pour la finition de lapins engraisés n'ont été que peu utilisées en France. Elles ont cependant donné lieu à différents essais comparatifs qui n'ont jamais montré de supériorité économique de ce logement dans les conditions françaises de production. Les expérimentateurs s'attendaient à de meilleurs indices de consommation en raison de la faible activité locomotrice dans ce type de cage, mais cela n'a pas été le cas (Mirabito *et al.*, 1999). A l'inverse, en Italie ce système d'engraissement en petites cages n'hébergeant que 2 lapins est toujours pratiqué, surtout quand il s'agit de produire des lapins lourds (2,8 à 3,0 kg).

Enfin, la dernière évolution concrète proposée pour l'engraissement de lapin est l'élevage en parc susceptible d'héberger de 20 à plus de 400 lapins (Saubolle, 1990, communication personnelle). Comme nous le verrons plus loin, les résultats techniques sont rarement en faveur des parcs lors des comparaisons avec l'engraissement dans des cages n'hébergeant que 4 à 8 lapins (Lebas, 2001). Par contre ce type de logement en parcs est susceptible de fournir aux lapins un environnement beaucoup plus riche, leur permettant de mieux exprimer les comportements caractéristiques de l'espèce (Mirabito *et al.*, 1998). Les déplacements des lapins étant a priori plus nombreux, ce mode de logement est en principe susceptible de modifier les caractéristiques qualitatives de la viande et de la carcasse des lapins.

Tableau 1. Description des différents dispositifs expérimentaux mis en place pour l'étude de l'impact du logement sur les performances zootechniques et les caractéristiques des carcasses et des viandes

Références	Logement	Surface cage (m ²)	nb lapins	Densité (lap/m ²)	Densité à l'abattage (kg/m ²)	Ambiance (1)	Nature du sol (2)	Enrichissement (3)	Toit (m) (4)	Age abattage (j) (j)
Arveux 1991	cage	0,45		15,6						
	cage	0,45		31,2 puis 15,6						
Aubret et Duperray 1992	cage	0,35	6	16,9	39,6				0,29	68
	cage	0,35	7	19,8	46,4				0,29	68
	cage	0,35	8	22,6	52,4				0,29	68
	cage	0,35	9	25,4	58,1				0,29	68
	cage	0,35	10	28,2	62,8				0,29	68
Cauquil <i>et al.</i> ,	cage	0,34	6	17,5	41,4	intérieur	grillage		0,3	70
Jehl <i>et al.</i> 2001	parc	2,06	36	17,5	41,1	intérieur	grillage		non	91
Chiericato <i>et al.</i> 1992	cage		1			12°C				106
	cage		1			30°C				106
Chiericato <i>et al.</i> 1993	cage		1			Eté				85
	cage		1			Hiver				85
Chiericato <i>et al.</i> 1996a,b	cage	0,11	1	9,1	26,6	20°C-	grillage		oui	85
	cage	0,11	1	9,1	23,7	83°C- 28°C- 70%	grillage		oui	85
Dal Bosco <i>et al.</i> 2000	biplace	0,12	2	17,0	45,3	intérieur	grillage		0,28	84
	parc	20,00	200	10,0	23,2	intérieur	paille	paille	non	84
Dal Bosco 2001	biplace	0,12	2	17,0	45,2	intérieur	grillage			84
	parc	4,00	40	10,0	25,2	intérieur	grillage		non	84

Références	Logement	Surface cage (m ²)	nb lapins	Densité (lap/m ²)	Densité à l'abattage (kg/m ²)	Ambiance (1)	Nature du sol (2)	Enrichissement (3)	Toit (m) (4)	Age abattage (j)
Dal Bosco et al. 2002	biplace	0,12	2	16,6	46,4	intérieur	grillage		0,28	85
	parc	10,23	105	10,2	24,9	intérieur	paille		non	85
	parc	10,23	105	10,2	25,8	intérieur	grillage	paille	non	85
De Crespi et al. 1984	cage	0,54	5	9,3						84
	cage	0,54	6	11,1						84
	cage	0,54	7	13,0						84
Ducomps et al. 2003	cage	0,16	1	1,32	17,1	intérieur	grillage		0,3	90
	parc	1,32	5	5,7	11,7	intérieur	grillage	obstacle	0,8	90
Eberhart 1980	cage					5°C-80%				
	cage					18°C-70%				
	cage					30°C-60%				
Etude DGER 1990				17,0						70
				21,0						70
				25,0						70
Hamilton et Lukefahr 1993	cage	0,46	5	10,8	19,5	intérieur	grillage		0,46	70
	parc	1,85	20	10,8	20,8	intérieur	grillage		0,46	70
	parc	1,85	40	21,6	38,8	intérieur	grillage		0,46	70
	parc	1,85	60	32,4	58,8	intérieur	grillage		0,46	70
Harris et al. 1981	parc	1,39	30	21,5	34,7	interieur	grillage			61
	parc	1,39	45	32,4	55,6	intérieur	grillage			61
Jehl et al. 2003	cage	0,35	6	17,0	41,9	intérieur	grillage		0,29	70
	cage	0,58	10	17,0	40,3	intérieur	grillage	plateforme	0,58	70
	parc	2,64	45	17,0	38,4	intérieur	grillage		non	70
Lambertini et al. 2001 expérience 1	biplace	0,13	2	16,0	43,3	intérieur	grillage		0,28	83
	parc	1,00	16	16,0	37,9	intérieur	paille	paille	non	83
	parc	1,00	8	8,0	19,9	intérieur	paille	paille	non	83
Lambertini et al. 2001 expérience 2	biplace	0,13	2	16,0	38,9	intérieur	grillage		0,28	83
	parc	1,00	16	16,0	38,6	intérieur	copeau		non	83
	parc	1,00	8	8,0	20,0	intérieur	copeau		non	83
	parc	1,00	16	16,0	38,3	intérieur	paille	paille	non	83
	parc	1,00	8	8,0	19,9	intérieur	paille	paille	non	83
Lebas et Ouhayoun 1987	cage	0,43	4-5	11,7	23,8	Été	grillage			77
	cage	0,43	4-5	11,7	27,3	Hiver	grillage			77
Lebas et al 2002 ; Combes et al 2003a,b	cage	0,35	6	17,0	41,0	intérieur	grillage		0,3	70
	parc mobile	2,80	6,2	2,2	5,4	extérieur prairie	grillage / pré	herbe	0,8	105
Lukefahr et al 1980	cage	0,69	8	11,6	21,0	intérieur	grillage			56
	parc	1,67	18	10,8	18,1	intérieur	grillage		non	56
	cage	0,69	8	11,6	19,5	intérieur	grillage			56
	parc	1,67	34	20,4	33,2	intérieur	grillage		non	56
Luzi et al 2000	biplace	0,12	2	16,7	45,4	intérieur	grillage		0,28	90
Cavani et al 2000	cage	0,36	6	16,7	46,6	extérieur	grillage		0,28	90
Maertens et De Groote 1985	cage	0,46	7	15,4	36,0	intérieur	grillage		0,3	77
	cage	0,46	8	17,5	41,0	intérieur	grillage		0,3	77
	cage	0,46	9	19,7	46,5	intérieur	grillage		0,3	77
Maertens et De Groote 1988	cage	0,26	3	11,6	29,3	intérieur	grillage			77
	cage	0,26	4	15,4	38,7	intérieur	grillage			77
	cage	0,26	5	19,3	46,9	intérieur	grillage			77
	cage	0,26	6	23,2	55,6	intérieur	grillage			77

Références	Logement	Surface cage (m ²)	nb lapins	Densité (lap/m ²)	Densité à l'abattage (kg/m ²)	Ambiance (1)	Nature du sol (2)	Enrichissement (3)	Toit (m) (4)	Age abattage (j)
Maertens et Van Oeckel 2001	cage	0,26	4	15,4	40,0	intérieur	grillage		0,3	78
	parc	1,90	30	15,8	39,3	intérieur	grillage		non	78
	parc	1,90	30	15,8	39,4	intérieur	grillage	paille	non	78
	parc	1,90	30	15,8	40,0	intérieur	grillage	bois	non	78
Margarit 1999	biplace	0,14	2	14,4	36,0	intérieur	grillage			78,7
	parc	1,07	6	5,6	14,3	extérieur	grillage/ pré	herbe	0,36	90,7
	mobile									
Martin 1982	cage			12,5		intérieur	grillage	rien		77
	cage			15,6		intérieur	grillage	rien		77
	cage			18,7		intérieur	grillage	rien		77
Martrenchar et al. 2001	cage	0,39	6	15,3	39,0	intérieur	grillage		0,3	72
	parc	1,60	24	15,0	37,2	intérieur	grillage		non	72
Metzger et al. 2003	cage	0,16	3	18,7	45,7	intérieur	grillage		0,35	91
	parc	9,90	80	8,1	18,7	intérieur	litière		non	91
Miquel 1984	cage	0,40	9	22,5	38,0	intérieur	grillage	rien		
	cage	0,40	12	30,0	51,2	intérieur	grillage	rien		
	cage	0,40	15	37,5	61,2	intérieur	grillage	rien		
Mirabito et al. 1999	biplace	0,11	2	18,2	41,2	intérieur	grillage		0,3	66
	cage	0,35	6	17,4	39,6	intérieur	grillage		0,3	66
Morisse et al. 1999	parc	1,60	24	15,0	15,0	intérieur	grillage		non	72
	parc	1,60	24	15,0	14,6	intérieur	grillage +paille	paille	non	72
Pamimaka-Rapacz et Ciecziak 1987		0,40	2	5,0	12,2				0,37	90
		0,40	3	7,5	18,0				0,37	90
		0,40	4	10,1	23,8				0,37	90
		0,40	5	12,5	29,6				0,37	90
Postollec et al. 2003 ; Combes et al. 2003	cage	0,39	6	15,0	38,6	intérieur	grillage		0,3	72
	cage	0,66	10	15,0	36,3	intérieur	grillage	plateforme	0,8	72
	parc	4,05	60	15,0	34,7	intérieur	grillage	plateforme	non	72
Prawirodigo et al. 1985	cage	0,70	6	8,6	14,2		grillage			56
	cage	0,70	8	11,5	19,4		grillage			56
	cage	0,70	10	14,4	24,6		grillage			56
Rommers et Meijerhof 1998	cage	0,35	6	17,0	42,7	intérieur	plastic		0,3	73
	cage	0,71	12	17,0	41,4	intérieur	plastic		0,3	73
	cage	1,06	18	17,0	42,1	intérieur	plastic		0,3	73
	cage	1,76	30	17,0	41,2	intérieur	plastic		0,3	73
	cage	2,47	42	17,0	41,4	intérieur	plastic		0,3	73
	cage	3,18	54	17,0	41,6	intérieur	plastic		0,3	73
Van de Horst et al. 1999	cage	0,44	7	16,0	42,3	intérieur	grillage		0,3	86
	parc	8,00	64	8,0	18,2	intérieur/ extérieur	caillebot is+béton		non	86
Xiccato et al. 1999	cage	0,08	1	12,0	34,4	intérieur	grillage			80
	cage	0,25	3	12,0	33,1	intérieur	grillage			80
	cage	0,06	1	16,0	45,9	intérieur	grillage			80
	cage	0,19	3	16,0	43,5	intérieur	grillage			80

(1) Condition d'ambiance de l'élevage : l'absence de renseignement correspond une absence d'information de la part des auteurs

(2) Nature du sol : l'absence de renseignement correspond à une absence d'information de la part des auteurs

(3) Présence d'objet ou de structure d'enrichissement : l'absence de renseignement correspond à l'absence de structure ou d'objet d'enrichissement. Lorsque les animaux sont élevés sur litière ou sur prairie, le support a été considéré comme surface d'enrichissement

(4) Présence d'un couvercle ou d'un toit : le chiffre indique la hauteur du couvercle, la mention non correspond à une absence de couvercle et enfin l'absence de renseignement correspond une absence d'information de la part des auteurs

2. Influences des différents modes de logement sur les performances de croissance et les qualités des carcasses et des viandes

Le tableau 1 synthétise les différents dispositifs expérimentaux mis au point pour l'étude de l'impact du logement sur les performances zootechniques et les caractéristiques des carcasses et des viandes. Nous avons recensé un total de 37 études ayant fait l'objet de 43 publications sur les 20 dernières années. Cinq études portent plus spécifiquement sur l'influence des conditions d'ambiance (effet de la température ou de la saison), 17 études prennent en compte des variations de surface, 25 études font varier le nombre de lapins, et enfin 18 prennent en compte des variations de densité. Plus de 70 % des travaux donnent des résultats de performance de croissance (GMQ, IC), tandis que 51 % présentent des résultats d'abattage (caractéristiques de la carcasse : rendement, adiposité, conformation, etc), 27 % s'intéressent aux caractéristiques musculaires et seulement 8 % présentent des résultats d'analyses

sensorielles. Les surfaces allouées varient de 0,11 m² pour les cages de type biplace à plus de 20 m² pour les parcs. Le nombre de lapins passe de 1 pour des résultats en cage individuelle à plus de 200 pour les parcs. Enfin, les densités étudiées sont comprises d'une part entre 2,2 (étude Agriculture Biologique) et 32,4 lapins/m² et d'autre part entre 5,4 (étude Agriculture Biologique) à 62,8 kg de poids vif/m².

2.1. Influence des conditions d'ambiance

La productivité des élevages hors sol est fortement dépendante des conditions d'ambiance dans lesquelles les animaux sont élevés. Les principaux paramètres qui conditionnent la qualité de l'ambiance d'un atelier sont : la température, l'humidité, la vitesse de l'air et sa composition. Selon Hameurey (1993), les valeurs optimales pour ces différents paramètres ne sont pas « normalisables » et sont fonction des types de bâtiments, du climat de la zone d'élevage et enfin de la génétique des animaux. L'optimisation de ces paramètres est souvent empirique (tableau 2).

Tableau 2. Ensemble non exhaustif des paramètres d'ambiance en élevage cunicole d'après Hameurey et al. (1993). Remarque des auteurs : Ces valeurs ont souvent été déterminées de manière empiriques et sont sujettes à évolution au fur et à mesure qu'augmentera le niveau de connaissances de leurs actions respectives.

Paramètres	Valeur en engraissement
Volume par kg de poids vif	0,2 m ³ /kg
Température minimale intérieure	15°C
Température maximale intérieure	25°C
Amplitude de la variation quotidienne de la température intérieure	2-4 °C
Débit d'air minimum par kg de poids vif	1 m ³ /h/kg
Débit d'air maximum passant par kg de poids vif	3,5 m ³ /h/kg
Taux d'humidité relative intérieure en fonction de la température intérieure	50 à 65 %
Taux d'humidité relative intérieure en fonction de la température intérieure	65 à 75 %
Taux de gaz carbonique en fonction du débit d'aire minimum (CO ₂ %)	0,10 à 0,20 %
Taux de gaz carbonique en fonction du débit d'air maximum (CO ₂ %)	0,06 à 0,05 %
Taux de gaz ammoniac (NH ₃ particule par million)	≤ 5 ppm
Vitesse de l'air au niveau des animaux en fonction de la température minimale et du taux d'humidité (15°C – 80 %)	≤ 0,1 m/s
Vitesse de l'air au niveau des animaux en fonction de la température maximale et du taux d'humidité (25°C - 65 %)	≤ 0,2 m/s

Les études concernant l'influence des paramètres d'ambiance sur les performances zootechniques et la qualité de la viande portent principalement sur les effets de la température en bâtiment climatisé ou par le biais de la saison. Dans ces différentes études, les conditions d'humidité de l'air ont souvent été mesurées sans permettre pour autant l'étude de leurs effets propres.

Une élévation de la température du local d'élevage de 8°C (Chiericato *et al.*, 1996a) ou 10°C (Eberhart, 1980) par rapport à la zone de thermoneutralité des lapins (20°C) ou l'élevage pendant la période estivale (Lebas et Ouhayoun, 1987; Chiericato *et al.*, 1993) induisent une réduction des performances de croissance des animaux. Celle ci est liée à la baisse de l'ingestion d'aliment chez les animaux au chaud. Cette baisse de la consommation d'aliment constitue l'un

des moyens de lutte contre le stress thermique (limitation de l'extra-chaaleur associée à la consommation d'aliment et de l'apport d'énergie Lebas *et al.*, 1996). Lorsque les lapins sont élevés au froid (température ambiante de 5°C : Eberhart, 1980) la vitesse de croissance est plus faiblement détériorée que dans des conditions chaudes grâce à une consommation d'aliment plus importante. Ainsi, Lebas et Ouhayoun (1987) ont montré que pour obtenir à température élevée une vitesse de croissance identique à celle obtenue à faible température, l'aliment doit être enrichi en protéines par rapport à l'énergie digestible. A température élevée, l'efficacité alimentaire ne diffère pas significativement de celle observée en zone de thermoneutralité (Eberhart, 1980 ; Chiericato *et al.*, 1996) Par contre l'abaissement de la température d'élevage entraîne

une augmentation significative de l'indice de consommation (Eberhart, 1980 ; Lebas et Ouhayoun, 1987 ; Chiericato *et al.*, 1996) .

A l'abattage, le rendement en carcasse est plus élevé chez les animaux élevés en condition chaude (Chiericato *et al.*, 1992; Chiericato *et al.*, 1996a). Cette augmentation est liée à une réduction du poids relatif de la peau (Lebas et Ouhayoun, 1987). A température élevée, les carcasses présentent une plus faible adiposité (Lebas et Ouhayoun, 1987; Chiericato *et al.*, 1996a), associée à une augmentation de la poly-insaturation des lipides (augmentation des acides gras linoléique et linoléique) constituant ces dépôts (Lebas et Ouhayoun, 1987). La diminution de l'adiposité des carcasses est liée à la baisse de l'ingestion d'aliment chez les animaux élevés au chaud. Dans l'étude de Chiericato *et al.* (1996b), la teneur en lipides intramusculaires n'est pas modifiée mais le rapport acides gras saturés sur poly-insaturés est plus élevé. L'absence de variation de la teneur en lipides musculaires peut s'expliquer par le fait que la baisse de l'ingestion affecte d'abord les dépôts adipeux visibles, le dépôt de lipides musculaires étant

plus tardif et moins facilement hydrolysable (pour revue : Gondret, 1999). La variation inverse du degré de saturation des acides gras entre tissu adipeux externe et muscle reflète très probablement un effet du régime distribué aux animaux (taux de matières grasses, type d'acides gras dans les régimes).

2.2. Effet de la densité d'élevage

La densité d'élevage se définit comme le nombre d'animaux par unité de surface du logement qui les héberge. Celle-ci s'exprime en nombre de lapin/m², en m²/lapin ou encore en kg/m². La densité peut également rendre compte du nombre ou de la masse de lapin par unité de volume. Cette dernière variable utilisée pour la construction ou l'aménagement de bâtiment n'a fait l'objet d'aucune étude précise, mais seulement à des observations conduisant à des recommandations (5 à 8 m³ pour 16 à 18 lapins : Lebas *et al.*, 1991; tableau 2 : Hameury, 1993). Le terme densité se réduira ici à un nombre et/ou poids de lapin à l'enlèvement/m². Le tableau 3 présente ainsi le calcul du nombre de lapins optimum en fonction de la densité souhaitée et de l'objectif de poids des lapins en fin d'engraissement.

Tableau 3. Nombre de lapins à placer par m² de cage, calculé d'une part en fonction de la densité finale prévue, exprimée en poids de lapins par m² au moment de l'enlèvement et d'autre part en fonction du poids vif moyen prévu pour les lapins à ce même moment.

Objectif poids final (kg)	Densité (kg/m ²)							Densité (lapin/m ²)
	20	25	30	35	40	45	50	
2	10,0	12,5	15,0	17,5	20,0	22,5	25,0	
2,2	9,1	11,4	13,6	15,9	18,2	20,5	22,7	
2,3	8,7	10,9	13,0	15,2	17,4	19,6	21,7	
2,4	8,3	10,4	12,5	14,6	16,7	18,8	20,8	
2,6	7,7	9,6	11,5	13,5	15,4	17,3	19,2	
2,8	7,1	8,9	10,7	12,5	14,3	16,1	17,9	
3	6,7	8,3	10,0	11,7	13,3	15,0	16,7	

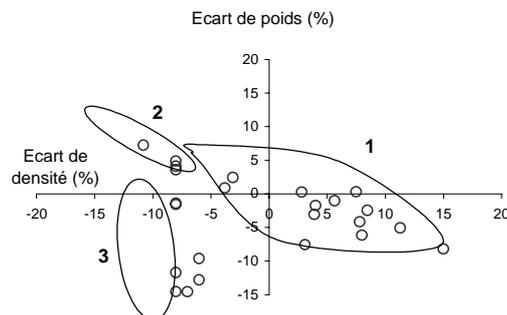
La densité pratiquée en élevage résulte d'un compromis entre la rentabilité économique de la surface de bâtiment d'élevage et l'optimisation des performances zootechniques. Selon les recommandations de la branche allemande de la World Rabbit Science Association, la densité qui devrait être appliquée aux lapins de chair dont le poids vif final avoisine en moyenne 2,5 kg serait de 800 cm² par animal soit 12,5 animaux/m² (norme préconisée pour des lapins de 6 semaines et jusqu'à 3,3 kg) (Lölinger, 1992). La convention européenne sur la protection des animaux vertébrés utilisés à des fins expérimentales ou scientifiques (Strasbourg, 18 mars 1986) fixe une surface minimum de 2500 cm² (4 lapins /m²) pour des lapins dont le poids est compris entre 2 et 3 kg (Martrenchar, 2000). La Norme AFNOR V47-001 (NF, 1994) élaborée par l'interprofession préconise 45 kg/m² à l'abattage soit pour un poids vif moyen de 2,4 kg, 18 à 19 lapins/m². Les résultats d'étude comportementale des lapins à

différentes densités de Morisse et Maurice (1997) suggèrent de retenir une valeur de 40 kg/m² soit 16-17 animaux/m². L'accroissement de la densité en élevage est une des conséquences de l'amélioration de la productivité des femelles (plus de lapins sevrés par portée) ainsi que de la restriction économique (moins de cage totale achetée) (Aubret et Duperray, 1992). Ainsi, pour un élevage naisseur-engraisseur la densité en cages d'engraissement est fonction 1) du nombre de cages d'engraissement utilisable simultanément et de la surface de celles-ci, 2) de la productivité numérique des reproducteurs 3) et enfin de la durée moyenne d'engraissement (Arveux, 1991). La densité appliquée en France en conditions intensives varie entre 18 et 22 lapins/m² (Martrenchar, 2000).

La figure 1 illustre graphiquement les variations du poids vif à l'abattage en fonction des écarts de densité par rapport au témoin pour les différentes études recensées. Seuls sont représentées les études dont les

écarts de poids vif sont significatifs pour au moins un lot. Selon les études, la densité témoin varie entre 14 et 21 lapins/m². Ce graphique fait apparaître 3 groupes de résultats. Le groupe 1 concerne les études réalisées en cage collective et montre une légère détérioration du poids vif d'abattage lorsque l'on augmente la densité. Le groupe 2 rassemble les résultats d'études de la variation de densité dans les parcs. Il ressort que la diminution de la densité en parc améliore la croissance. Enfin dans le groupe 3 sont regroupés les études comparant les logements en parc par rapport au logement en cage biplace. Dans ce groupe il apparaît que la diminution de la densité pratiquée dans les parcs par comparaison aux cages biplaces détériore plus ou moins fortement le poids vif. Cependant dans ce dernier cas, la densité seule ne peut expliquer la détérioration des performances de croissance. En effet, d'autres paramètres tels la taille du groupe, l'exercice physique et dans certaines études la présence de litière explique une grande part de la détérioration des performances de croissance (cf. chapitre 2.3.)

Figure 1 : Représentation graphique des écart de poids vif à l'abattage entre les lapins d'un lot expérimental et ceux du lot témoin correspondant, en fonction de la différence de densité (nombre / m²) entre le lot expérimental et le lot témoin.



Note : Le groupe 1 concerne les études réalisées en cages collectives ; le groupe 2 rassemble les résultats d'études de la variation de densité dans les parcs et enfin dans le groupe 3 sont regroupés les études comparant des logements en parc comparés au logement en cage biplace. Seules ont été retenus les 11 essais où des écarts significatifs ont été obtenus au moins entre lots extrêmes. Selon les études, la densité du lot témoin varie entre 15,4 et 21 lapins/m².

D'une manière générale, au sein d'un même mode de logement (cage voir groupe 1 ou parc voir groupe 2 de la figure 1) il semble exister une densité seuil au delà de laquelle l'augmentation de densité a un effet significatif négatif sur les performances de croissance. Ainsi aucune différence significative n'a été observée entre traitement lorsque les animaux sont élevés à faible (de 6 à 13 lapins/m² : De Crespi *et al.*, 1984; Prawirodigdo *et al.*, 1985) ou à moyenne et forte densité (15 à 20 lapins/m² : Maertens et De Groot, 1985; 1988). Cependant une baisse significative de l'ordre de 5 à 8 % des performances de croissance a été observée pour des densités élevées (Martin, 1982; Miquel et Roca, 1984; Maertens et De Groot, 1988;

DGER, 1990) associée à une augmentation de la mortalité dans une étude réalisée sur 8 sites différents et portant sur plus de 1650 lapins sur une période couvrant 2 saisons (DGER, 1990). Les travaux conduits dans des cages collectives de 0,35 m² par Aubret et Duperray (1992) montrent qu'au-delà de 22,6 lapins au m² une baisse de la croissance des jeunes est observée dès 42 jours. Arveux (1991) rapporte quant à lui une tendance à la diminution de la vitesse de croissance lorsque la densité dépasse 18 lapins/m². Cet effet serait d'autant plus net que les cages sont plus petites et ou que les conditions d'environnement sont défavorables et ou le poids moyen à la vente est élevé. Dans ces deux dernières études, la mortalité que celle ci soit faible ou élevée n'est cependant pas affectée par la densité pratiquée. Cette détérioration du poids vif et du GMQ a également été observée en parc (voir groupe 2 figure 1) lorsque la densité est doublée ou triplée (parc de 1,85 m² : Hamilton et Lukefahr, 1993; parc de 1 m² : Lambertini *et al.*, 2001). Harris *et al.* (1981), font exception et n'observent pas de réduction des performances de croissance en parc mais une mortalité accrue (+4 %) lorsque la densité passe de 21 à 32 lapins/m² soit de 34,7 à 55,6 kg/m². Dans l'ensemble de ces études, l'absence ou le faible effet de la densité sur l'indice de consommation associés à la détérioration du GMQ sont souvent attribués par les auteurs à une conséquence d'une moins grande liberté de mouvement.

Les travaux précédemment cités étudient les variations de densité à surface constante ; de ce fait, c'est le nombre de congénères qui varie. Une expérience réalisée en cages individuelles et en cages à 3 places modifiées pour réaliser 2 densités d'élevage de 12 et 16 lapins/m² a montré qu'il n'y avait pas d'interaction significative entre le nombre de lapins et la densité sur les performances de croissance (Xiccato *et al.*, 1999). Ainsi dans cette dernière étude, l'augmentation de la densité reste sans effet sur la vitesse de croissance, tandis que l'augmentation du nombre d'individu tend à diminuer la vitesse de croissance. Afin de valider cette observation d'indépendance entre densité et nombre de lapins, d'autres études seraient nécessaires (nombre d'individus plus élevé et gamme de densités plus importante).

Les études portant sur l'influence de la densité d'élevage sur les caractéristiques des carcasses sont très restreintes. Ainsi, le rendement à l'abattage n'est-il pas affecté par les variations de densité (De Crespi *et al.*, 1984; Aubret et Duperray, 1992; Lambertini *et al.*, 2001) ou diminue de 0,8 point lorsque l'on passe de 16 à 12 lapin/m² (Xiccato *et al.*, 1999). La densité n'affecte pas la proportion d'arrière ni le rapport muscle sur os (Xiccato *et al.*, 1999; Lambertini *et al.*, 2001). La teneur en eau de la cuisse est plus faible chez les animaux élevés à une densité de 8 lapins/m² comparativement à ceux élevés à une densité de 16 lapins/m² (Lambertini *et al.*, 2001), l'écart entre les

deux lots s'il est significatif reste très modeste (0,6 %) Dans l'étude menée par Xiccato *et al.* (1999) la diminution de la densité en cage se traduit par une couleur plus claire et un indice de rouge plus faible du *biceps femoris* sans modification de la tendreté de la viande. Dans cette même étude le diamètre minimum des tibias est le plus élevé pour la densité la plus faible. L'ensemble de ces variations reste cependant très modeste.

Les résultats obtenus à partir des études comparant le logement en parc à faible densité aux cages biplaces ou collectives classiques (groupe 3 de la figure 1) indiquent : (1) que le rendement d'abattage et les dépôts adipeux externes des lapins élevés en parc à faible densité sont significativement plus faibles (Van Der Horst *et al.*, 1999; Dal Bosco *et al.*, 2000; 2002; Metzger *et al.*, 2003) ; (2) que la proportion d'arrière est plus élevée (Dal Bosco *et al.*, 2000; 2002; Metzger *et al.*, 2003). Ces dernières observations qui complètent celles faites sur la dépression de la vitesse de croissance entre ces deux types de lots expérimentaux, ne peuvent être attribuées à la seule modification de la densité.

En conclusion, il semble qu'au-delà d'un certain seuil, augmenter la densité correspond de la part de l'éleveur à une prise de risque sanitaire plus élevée du fait de la densité elle-même mais également du fait de l'allongement de la durée d'engraissement si l'on veut aboutir au même poids vif. Les caractéristiques des carcasses et de la qualité de la viandes quant à elles sont très peu affectées par les modifications de densité.

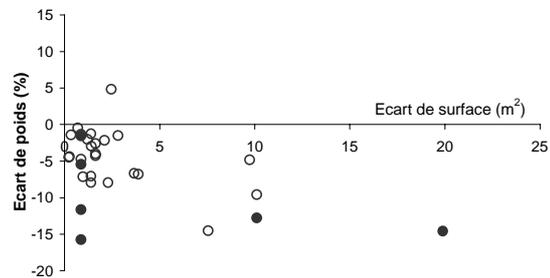
2.3. Effet de l'espace et de la possibilité d'exercice

- Performances zootechniques

Dans les élevages, l'espace alloué aux lapins en engraissement, varie de 0,11 m² pour les cages biplaces, 0,35 m² pour les cages collectives dites à 6 places à plus de 20 m² (Dal Bosco *et al.*, 2000) pour les parcs (tableau 1). Sur l'ensemble des lots expérimentaux, 40 % concernent des surfaces supérieures ou égales à 1 m². La possibilité d'activité locomotrice du lapin varie à priori fortement en fonction de l'espace voir du volume disponible. L'activité locomotrice du lapin est aussi susceptible d'être stimulée par la présence de congénères mais également par celle de structure d'enrichissement (plate-forme, abris, obstacle).

La figure 2 est une représentation graphique des résultats d'un ensemble de 15 études pour lesquelles la variation de surface allouée aux lapins entraîne une variation significative du poids d'abattage. A densité comparable, l'augmentation de l'espace se traduit par ne absence de modification des performances de croissance pour 4 études tandis que celles-ci semblent légèrement détériorées pour 6 autres. Ainsi, à densité comprise entre 17-19,5 animaux/m², les performances de croissance des animaux logés en cage biplace ne sont pas différentes de celles des animaux élevés en cages collectives 6 places (Mirabito *et al.*, 1999; Luzi

Figure 2. Représentation graphique des écart relatifs de poids vif à l'abattage entre les lapins d'un lot expérimental (parcs) et ceux du lot témoin correspondant (% du poids du lot témoin), en fonction de l'accroissement de la surface du logement par rapport au témoin (cage biplace ou collective).

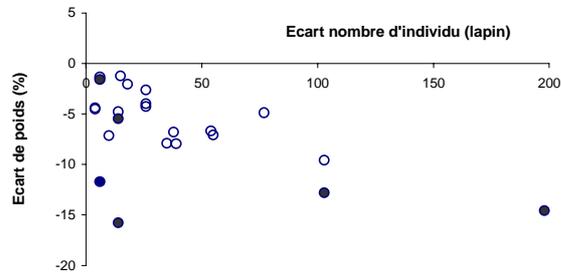


Seuls ont été retenus les essais où des écarts significatifs ont été obtenus au moins entre lots extrêmes. Les résultats provenant d'élevage sur litière sont indiqués par des points noirs.

et al., 2000). De même, à densité similaire, l'augmentation parallèle de la surface et du nombre de congénères de 5 à 55 n'influe pas sur les performances de croissance (Hamilton et Lukefahr, 1993; Rommers et Meijerhof, 1998). En effet, malgré la différence importante entre lots de la surface allouée aux animaux (de 0,35 m² jusqu'à 3,18 m²) les auteurs ne montrent aucune différence pour le temps consacré à l'activité locomotrice entre les lots et notent qu'à 6 et 10 semaines d'âge, plus de la moitié des lapins sont observés au repos. Au contraire, une baisse de performance allant de -2,6 % à -14,6 % sur le poids vif, et de -4,7 à -20,0 % sur le GMQ, est observée chez les lapins élevés en parc comparativement ceux élevés en cage à même densité (Maertens et Van Oeckel, 2001; Jehl *et al.*, 2003; Postollec *et al.*, 2003) ou à densité différente (Dal Bosco *et al.*, 2000; Dal Bosco *et al.*, 2002; Metzger *et al.*, 2003). Du point de vue activité locomotrice, Postollec *et al.* (2003) observent que les animaux élevés en parc font davantage de bonds et de course que les animaux en cage (activité notée dans 51 % contre 30 % des observations totales respectivement). Les différences de résultats d'observations comportementales entre cette dernière étude et celle de Rommers et Meijerhof (1998) doivent vraisemblablement être attribuées au fait que la première étude concerne des parcs sans couvercle alors que la seconde utilise des « grandes cages » avec couvercle à 0,3 m de hauteur. Seules deux études (Dal Bosco *et al.*, 2000; Dal Bosco *et al.*, 2002) observent une détérioration de l'indice de consommation, suite à l'augmentation de l'espace alloué.

La figure 3 illustre les variations significatives du poids vif à l'abattage en fonction de l'augmentation de la taille du groupe par rapport au témoin pour les différentes études recensées. Bien qu'il existe une grande variabilité des écarts de poids en fonction de la taille du groupe, il est à noter que les performances de croissance les plus détériorées par rapport au

Figure 3. Représentation graphique des écart relatifs de poids vif à l'abattage entre les lapins d'un lot expérimental (parcs) et ceux du lot témoin correspondant (% du poids du lot témoin) en fonction des écarts de nombre de lapins par groupe par rapport au témoin (cage biplace ou collective).



Seuls ont été retenus les essais où des écarts significatifs ont été obtenus au moins entre lots extrêmes. Les résultats provenant d'élevage sur litière sont indiqués par des points noirs.

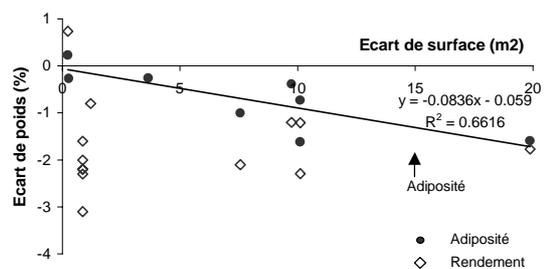
logement standard sont observées chez les animaux élevés en grand groupe (105 et 200 congénères) (Dal Bosco *et al.*, 2000; 2002) mais aussi sur litière. Ainsi, l'enrichissement des parcs avec de la paille en râtelier (Maertens et Van Oeckel, 2001) ou en litière (Morisse *et al.*, 1999; Dal Bosco *et al.*, 2000; Dal Bosco *et al.*, 2002; Metzger *et al.*, 2003) modifie la consommation alimentaire par ingestion de paille. Morisse *et al.* (1999) et Dal Bosco *et al.* (2002) observent une réduction significative du poids à l'abattage et de la vitesse de croissance sans modification de l'indice de consommation lorsque les animaux sont élevés en parc sur litière comparativement à ceux élevés en parc sur grillage. La présence dans les parcs d'un râtelier de paille ou d'un morceau de bois (Martens et Van Oeckel, 2001) n'a aucun effet sur les performances de croissance.

Plus inquiétante pour le développement de l'élevage en parc est l'incidence de la mortalité qui tend à augmenter lorsque la surface disponible augmente. En effet il a été rapporté dans 4 études une augmentation de la mortalité qui va jusqu'à être multipliée par 5 dans les parcs sur litière (Dal Bosco *et al.*, 2000; 2002; Metzger *et al.*, 2003) ou sur grillage (Dal Bosco *et al.*, 2002; Jehl *et al.*, 2003). La présence de litière favoriserait l'apparition de coccidiose (Morisse *et al.*, 1999; Dal Bosco *et al.*, 2000; Dal Bosco *et al.*, 2002). Au contraire certaines études n'observent pas d'incidence de l'augmentation de l'espace sur la mortalité (Rommers et Meijerhof, 1998; Maertens et Van Oeckel, 2001; Postollec *et al.*, 2003). Notons que dans ces 3 dernières études les lapins ont été placés sur grillage. Dans un contexte d'entérocologie et d'entérite non spécifique important, il semblerait que l'élevage en parc ne permette pas un contrôle satisfaisant de ces pathologies.

- *Caractéristique des carcasses et de la viande*

Comme l'illustre la figure 4, d'une manière générale, quel que soit le nombre d'individus et la densité pratiquée, l'augmentation de surface est associée à une diminution de l'adiposité des carcasses. L'influence de l'espace disponible sur le rendement est par contre beaucoup plus variable. Selon les études, la perte de rendement significative est comprise entre 0,3 (Martrenchar *et al.*, 2001) et 3,1 points (Lambertini *et al.*, 2001). Cependant, dans 4 études réalisées à densité constante les résultats obtenus ne montrent aucune influence de la taille du logement sur le rendement (Mirabito *et al.*, 1999; Morisse *et al.*, 1999; Combes *et al.*, 2003c; Jehl *et al.* 2003). Sur les 6 études ayant mesurées l'adiposité des carcasses, 5 indiquent une baisse de l'adiposité lorsque l'espace alloué aux animaux augmente (Van Der Horst *et al.*, 1999; Dal Bosco *et al.*, 2000; 2002; Combes *et al.*, 2003c; Metzger *et al.*, 2003) tandis que Maertens et Van Oeckel (2001) n'observent pas d'effet. Par contre, l'augmentation de la proportion des arrières chez les animaux élevés en parc comparativement à ceux élevés en cage est un résultat constant quel que soit l'étude considérée (Dal Bosco *et al.*, 2000; Dal Bosco *et al.*, 2002; Combes *et al.*, 2003c; Jehl *et al.*, 2003; Metzger *et al.*, 2003).

Figure 4. Représentation graphique des écarts relatifs de rendement (losange) et d'adiposité de carcasse (point noir) des lapins élevés en parc par rapport aux lapins témoin, en fonction des écarts de surface entre les parcs d'élevage et les cages témoin (cage biplace ou collective) pour les différentes études recensées (n= 8 et n=6 études respectivement pour le rendement et l'adiposité).



Seuls ont été retenus les essais où des écarts significatifs ont été obtenus au moins entre lots extrêmes.

L'augmentation de l'espace alloué aux lapins est susceptible de stimuler leur activité physique et de ce fait d'augmenter les dépenses énergétiques du muscle, donc de modifier ainsi les caractéristiques musculaires.

Ainsi chez le porc et chez les bovins, l'exercice physique augmente la capacité oxydative des muscles directement stimulés (Hocquette *et al.*, 2000). L'utilisation accrue des lipides pendant l'exercice

Tableau 4. Variation du pHu, de la couleur et de la capacité de rétention en eau (CRE) des muscles *longissimus dorsi* (LD) et *biceps femoris* (BF) des lapins élevés en parc par rapport aux témoins élevés en cage biplace ou collective

Auteurs	LD					BF				
	pHu	L*	a*	b*	CRE	pHu	L*	a*	b*	CRE
Combes <i>et al.</i> 2003	=	+	+	=	=	=	=	+	+	
Dal Bosco <i>et al.</i> (2000)	=	=	-	=	-					
Dal Bosco <i>et al.</i> (2001)	-	=	=	=	=	-	=	=	=	=
Dal Bosco <i>et al.</i> (2002)	-	+	=	+						
Jehl <i>et al.</i> (2003)	=	=	=	=		=	=	=	=	
Lambertini <i>et al.</i> (2001)	=	=	=	=						
Maertens et Van Oeckel (2001)		-	=	=			-	=	=	

« + » correspond à l'élévation du critère et « - » à sa diminution. L* : indice de clarté, a* indice de rouge, b* indice de jaune.

permet une épargne du glycogène musculaire ce qui tend à augmenter la concentration intramusculaire de glycogène. Cette teneur élevée en glycogène chez les animaux ayant une activité physique pourrait expliquer en partie les faibles valeurs de pHu qui vont à l'encontre de l'orientation oxydative des muscles sollicités par l'exercice.

Le tableau 4 rassemble les résultats des différentes études chez le lapin dans lesquels les mesures de pHu, de couleur et/ou de capacité de rétention ont été effectuées pour les animaux élevés en parc comparativement à ceux élevés en cage. Selon les études, le pHu de la viande ne diffère pas (Dal Bosco *et al.*, 2000; Combes *et al.*, 2003c; Jehl *et al.*, 2003) ou est significativement plus faible chez les animaux élevés en parc que ceux élevés en cage (Dal Bosco *et al.*, 2001; Lambertini *et al.*, 2001; Dal Bosco *et al.*, 2002). Dal Bosco *et al.* (2001) ont par ailleurs montré que le muscle *longissimus dorsi* et *biceps femoris* des lapins élevés en parc présentait une teneur en glycogène plus élevée que ceux élevés en cage.

La teneur en eau des cuisses des animaux élevés en parc est plus élevée que celle des animaux placés en cage (Lambertini *et al.*, 2001; Metzger *et al.*, 2003). Celle du muscle *longissimus dorsi* ne diffère pas (Dal Bosco *et al.*, 2002; Combes *et al.*, 2003c) ou diminue sensiblement (Dal Bosco *et al.*, 2000; Metzger *et al.*, 2003). La divergence des résultats de mesure de la capacité de rétention en eau de la viande obtenus dans seulement 3 études ne permet pas de conclure quant à l'influence de l'augmentation de l'espace alloué au lapin sur ce critère (Tableau 4). Cette constatation est d'autant plus décevante que la technique utilisée pour cette mesure est similaire pour les 3 articles. En effet dans ces 3 études la capacité de rétention en eau correspond au pourcentage d'eau retenue après une centrifugation modérée (Castellini *et al.*, 1999). Enfin, les pertes de jus à la cuisson sont plus faibles chez les animaux élevés en cage collective vs cage biplace (Cavani *et al.*, 2000) et en parc comparativement à ceux élevés en cage (Combes *et al.*, 2003).

Les résultats concernant l'influence de l'augmentation de l'espace sur la couleur de la viande sont très

hétérogènes (tableau 4). Pourtant pour ces variables également, l'appareillage, l'expression des résultats (système L*a*b* CIELAB, 1976) et les sites de mesures utilisés semblent similaires entre les différentes études.

La fréquence de l'absence de variation significative dans la plupart des études, ajoutée à l'absence de consensus entre les études en dépit de techniques de mesures similaires permettent de s'interroger sur 1) la pertinence ou la sensibilité des mesures de qualités qui sont faites, 2) et sur l'existence d'une réelle variabilité en fonction de l'espace disponible.

La teneur en lipides de la cuisse diminue de façon relativement importante (de -2,5 à -12,3 mg/g de muscle sec : (Lambertini *et al.*, 2001; Metzger *et al.*, 2003) parallèlement, la teneur en lipides intramusculaires mesurée dans le muscle *longissimus dorsi* diminue sensiblement (Metzger *et al.*, 2003) ou n'est pas modifiée (Dal Bosco *et al.*, 2000) chez les animaux élevés en parc comparativement à ceux élevés en cage. La diminution de la teneur en lipides de la viande est à mettre en relation avec l'activité physique. En effet, les muscles des lapins pratiquant le saut d'obstacle de façon répétée (cf chapitre 2.3.3.) présentent une surface des adipocytes intramusculaires plus faible que les lapins élevés en cage individuelle (Ducomps, 2002). En effet, la pratique de l'exercice oriente le muscle vers un métabolisme oxydatif plus apte à utiliser les acides gras comme substrat énergétique (Hocquette *et al.*, 2000).

La taille du logement semble influencer sur la composition en acide gras du muscle *longissimus dorsi*. Ces mesures n'ont cependant fait l'objet que d'une seule étude. Ainsi, le pourcentage des acides gras mono-insaturés est plus faible tandis que la proportion d'acide gras poly-insaturé est plus élevée chez les animaux élevés en parc comparativement à ceux élevés en cage (Dal Bosco *et al.*, 2002). Ces variations si elles sont significatives entre traitements sont largement inférieures à celles qui sont obtenues lors d'administration de régimes supplémentés en graisses (Gondret, 1999).

Les mesures de tendreté mécanique réalisées par test de cisaillement sur le muscle *longissimus dorsi* ne permettent pas de mettre en évidence une influence de l'augmentation de l'espace (Cavani *et al.*, 2000; Dal Bosco *et al.*, 2000; Combes *et al.*, 2003c)

Trois études se sont penchées sur les caractéristiques morphologiques et mécaniques des os. En effet, lors de l'enlèvement et lors de l'accrochage et du dépouillage à l'abattage des lapins, les os des membres postérieurs notamment sont susceptibles de se briser, dégradant de ce fait la qualité de présentation des carcasses et celle des cuisses à la découpe. Chez le poulet, il est admis que la réduction de l'activité locomotrice est à l'origine d'une moindre résistance à la fracture des os (Norgaard-Nielsen, 1990). Les animaux élevés en parc présentent des fémurs plus lourds et de diamètre plus élevé et de moindre élasticité (Martrenchar *et al.*, 2001) que les animaux élevés en cage collective classique. Cependant la force maximale à la rupture ne diffère pas entre lots (Rommers et Meijerhof, 1998; Martrenchar *et al.*, 2001). Les tibias des animaux élevés en parc sont proportionnellement plus lourds et leur force maximum à la rupture est plus élevée comparativement à ceux élevés en cage. Il semblerait que chez le lapin l'augmentation de l'espace induise de sensibles modifications des caractéristiques des os qui seraient bénéfiques pour la commercialisation des carcasses.

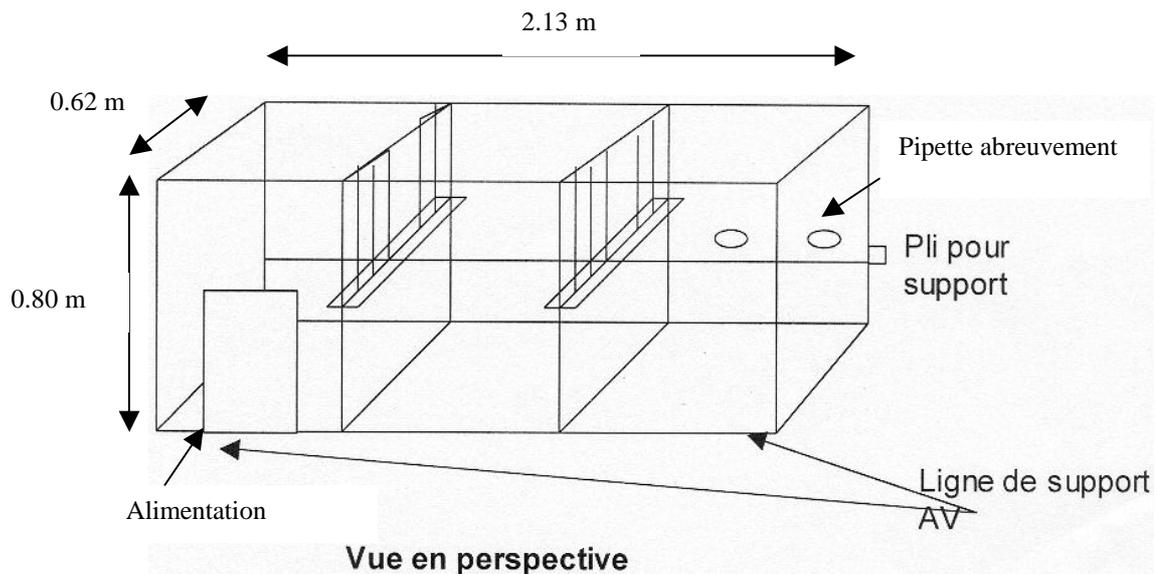
En conclusion, les performances de croissance les plus faibles et les mortalités les plus élevées ont été observées en parc avec litière de paille et sur des grands groupes. A condition de limiter la taille du

groupe et de proscrire l'engraissement sur litière, il semble que l'élevage en parc ne dégrade que très modérément les performances zootechniques par rapport à celles obtenues en élevage classique. Cette baisse de performance s'accompagne d'une diminution du rendement et de l'adiposité des carcasses. Au vu de l'hétérogénéité des résultats qui traitent des caractéristiques de la viande il semble que l'élevage en parc n'ait une influence que très modérée sur ces critères. L'activité locomotrice supplémentaire permise au lapin n'est vraisemblablement pas suffisante pour modifier notablement les composantes biologiques de la qualité.

- *Influence de structure d'enrichissement stimulant l'activité locomotrice*

Trois études rapportent la mise au point de structure d'enrichissement permettant l'expression ou stimulant l'activité locomotrice. Ducomps *et al.*, (2003) ont mis au point un logement expérimental en parc de 1,32 m² destiné à stimuler le saut des lapins (figure 5). Le dispositif présente 2 obstacles de hauteur modulable qui séparent le point d'abreuvement du point d'alimentation. Les enregistrements vidéo indiquent que les lapins sautent l'obstacle plus de 180 fois par 24 heures pour s'alimenter et s'abreuver mais également indépendamment de ces deux objectifs. A 90 jours, le poids vif des animaux élevés dans ces parcs ne diffère pas de celui des lapins élevés en cage individuelle. Le saut semble modifier les caractéristiques métaboliques et contractiles des fibres vers un type plus oxydatif et augmente la teneur en collagène total du muscle.

Figure 5. Schéma d'un logement expérimental en parc de 1,32 m² destiné à stimuler le saut des lapins. Le dispositif présente 2 obstacles de hauteur modulable qui séparent le point d'abreuvement du point d'alimentation. D'après Ducomps *et al.*, (2003)



Par ailleurs, Jehl *et al.* (2003) et Postollec *et al.* (2003) ont testé indépendamment des cages de hauteur double ($h = 0,6$ et $0,8$ m respectivement) aménagés d'une plate-forme. Selon Postollec *et al.* (2003) l'apport d'une plate-forme dans une cage ne semble pas influencer le comportement locomoteur des animaux de façon décisive. L'influence de l'espace total est plus importante que la seule présence d'une structure d'exercice. Ainsi le pourcentage d'observations au cours desquelles un lapin adopte la position redressée ou debout sur les pattes arrières est plus élevé en cage à plate-forme qu'en cage classique mais reste inférieur à celui observé en grand parc. Les performances de croissance sont similaires (Jehl *et al.*, 2003) ou légèrement détériorées (Postollec *et al.*, 2003) dans les cages à plate-forme par rapport aux cages collectives classiques. Le rendement d'abattage est similaire, tandis que l'adiposité des carcasses n'est pas différente (Jehl *et al.*, 2003) ou tend à être plus faible (Combes *et al.*, 2003c) chez les animaux élevés en cage à plate-forme par rapport à ceux élevés en cage classique. La proportion d'arrière est plus importante chez les lapins élevés en cage à plate-forme qu'en cage classique mais reste inférieure (Combes *et al.*, 2003c) ou est identique (Jehl *et al.*, 2003) à celle observée en grand parc. Le rapport muscle/os est similaire (Combes *et al.*, 2003c) ou tend à être plus faibles, les os étant plus lourds et plus résistants (Jehl *et al.*, 2003) chez les animaux élevés en cage à plate-forme par rapport à ceux élevés en cage classique mais tendent à être inférieurs à ceux élevés en parc. Dans notre propre étude, ces différences morphométriques et mécaniques des fémurs et des tibias n'ont pas été observés (Combes *et al.*, 2003c résultats non publiés). Le pHu, les pertes à la cuisson et la couleur de la viande ne sont pas affectés par la présence de la plate-forme. Globalement, l'ensemble de ces observations corrobore les données comportementales sur l'activité locomotrice à savoir que l'apport d'une plate-forme seule sans augmentation de l'espace ne semble pas suffisant pour induire de profondes modifications des caractéristiques de la carcasse et de la viande.

2.4. *Elevage alternatif : production type label, cage mobile sur prairie et production en Agriculture Biologique*

La recherche de nouveaux débouchés a incité les professionnels de la filière à diversifier l'offre. C'est dans ce cadre que de nouveaux mode d'élevage de lapins ont vu le jour. Par analogie avec la filière avicole, une production Label a été mise en place. Malheureusement l'essor pour le lapin Label a été très fortement réduit avec l'arrivée de l'entérocologie épizootique du lapin. La production Label a pour objectif de produire un lapin de qualité supérieure. Cette supériorité gustative est obtenue par une augmentation de l'âge à l'abattage et résulte de la combinaison de l'utilisation d'une souche ou race à croissance lente, d'une alimentation à teneur en

énergie modérée et d'un élevage en parc. Lorsque l'on compare les caractéristiques des viandes de lapins type Label (2,3 kg à 91 jours, en parc) à celles issues d'un élevage standard (2,3 kg à 71 jours en cage collective) il s'avère que la viande crue est plus ferme, et les pertes à la cuisson plus faibles, chez les lapins Label que chez les standards. Les teneurs en eau et en lipides des cuisses ne sont pas modifiées (Cauquil *et al.*, 2001). Les analyses sensorielles réalisées par un jury entraîné indiquent que les râbles apparaissent moins juteux et tendent à être plus collant (Jehl et Juin, 2001) tandis qu'aucune différence gustative n'a été perçue sur la cuisse. Dans cette étude aucune corrélation entre les caractéristiques chimiques ou rhéologiques et les analyses sensorielles n'a pu être mise en évidence (Combes *et al.*, 2002).

Margarit *et al.* (1999) ont mesuré l'incidence d'un élevage en cage mobile sur prairie en fin d'engraissement (29 jours précédant l'abattage). Les lapins élevés en cage mobile sur prairie atteignent le poids final de 2,5 kg avec 12 jours de retard par rapport aux animaux élevés en cage biplace. Leur carcasse est moins grasse à l'abattage que celle des lapins standards sans modification du rapport muscle sur os. Les résultats des analyses sensorielles ne permettent pas de mettre en évidence de différence sensorielle entre les 2 lots. Selon les auteurs, la période de finition aurait été trop courte pour exercer des effets significatifs.

L'engouement de la part des consommateurs pour les produits issus de l'Agriculture Biologique, et l'absence de données chiffrées sur l'élevage du lapin selon ce cahier des charges ont motivé la réalisation d'une étude par le lycée agricole de Vendôme (Lebas *et al.*, 2002). Le choix a été fait dans cette étude d'élever les lapins en cage mobile sur prairie (maternité et engraissement complet). Les lapins logés de 6 à 8 par cage après le sevrage sont élevés jusqu'à l'âge de 14 à 15 semaines et abattus entre 2,2 et 2,5 kg de poids vif. La prairie fournit 10 à 30 % de l'ingestion de matière sèche. Le rendement en carcasse et la proportion des arrières sont plus élevés tandis que l'adiposité est plus faible chez les lapins Bio que chez les lapins standard. Le rapport muscle sur os n'est pas influencé par le mode d'élevage. Les pertes de jus à la cuisson sont les plus faibles chez les lapins du lot Bio. La teneur en eau des muscles ne diffère pas entre lot. La teneur en lipides intramusculaires est plus faible chez les lapins Bio que chez les lapins standard dans les muscles *abductor cruralis cranialis*, *biceps femoris* et *semimembranosus* (Combes *et al.*, 2003b). La viande de la cuisse est plus ferme que celle des standard ; à la cuisson, ses différences disparaissent (Combes *et al.*, 2003a). Un jury entraîné est capable de distinguer des râbles de lapins standard et Bio. Ces derniers sont jugés les plus tendres, par contre les autres descripteurs (flaveur, jutosité gras, fibreux et collant) ne sont pas affectés. Ainsi, l'élevage Bio induit-il, de part la combinaison du facteur âge, logement,

alimentation, et génétique, des modifications des caractéristiques des carcasses et de la viande. Ces modifications par rapport à la production standard apparaissent suffisantes pour être perçues par un jury entraîné.

Conclusion

La maîtrise des conditions de logement des lapins est une des clés de la réussite d'un atelier d'élevage, tant d'un point de vue performance que sanitaire. Afin de satisfaire les préoccupations des consommateurs quant à l'amélioration du bien-être des animaux d'élevage, le logement des lapins est amené à évoluer. Cette synthèse a permis de répertorier près de 43 publications ayant traité de l'influence des conditions de logement sur les performances zootechniques et les qualités des carcasses et des viandes. Leur analyse montre globalement que le mode de logement (densité, surface allouée, ...) peut assez largement modifier les performances de la période d'engraissement (vitesse de croissance, efficacité alimentaire, viabilité des lapins). Certaines modifications de logement comme l'octroi de plus grandes possibilités de mouvement (parcs en particulier) sont susceptibles de modifier aussi la présentation de la carcasse : développement des parties arrières et moindre adiposité. Par contre, les différentes modifications étudiées ont peu d'influence sur la qualité de la viande ressentie lors des tests d'analyse sensorielle. Cette faible influence est retrouvée même lorsque les facteurs de logement sont combinés avec d'autres facteurs comme le génotype, l'alimentation ou même l'âge, pour proposer des systèmes alternatifs d'élevage.

Références

ANONYME, 1986. Le salon de Paris, Mars 1986. *Cuniculture*, 13(N°68), 89-97.

ARVEUX P., 1991. Densité en cages d'engraissement. *L'éleveur de Lapins*, Février-Mars, 66-67.

AUBRET J.M., DUPERRAY J., 1992. Effect of cage density on the performance and health of the growing rabbit. *J. appl. Rabbit Res.*, 15, 656-660.

CASTELLINI C., DAL BOSCO A., BERNARDINI M., 1999. Effect of dietary vitamin E supplementation on the characteristics of refrigerated and frozen rabbit meat. *Ital. J. Food Sci.*, 11, 151-160.

CAUQUIL L., COMBES S., DARCHE B., LEBAS F., 2001. Caractérisation physico-chimique et rhéologique de la viande de lapin. Application à la comparaison de lapins label et standard. *9èmes Journ. Rech. Cunicole*, Paris., 28-29 novembre, pp:11-13. ITAVI Ed., Paris.

CAVANI C., BIANCHI M., LAZZARONI C., LUZI F., MINELLI G., PETRACCI M., 2000. Influence of type of rearing, slaughter age and sex on fattening rabbit : II. Meat quality. *7th World Rabbit Congress*, Valencia, Spain. 4-7 july. vol.A.:567-572.

CHIERICATO G.M., BAILONI L., RIZZI C., 1992. The effect of environmental temperature on the performance of growing rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.*, 15, 723-731.

CHIERICATO G.M., RIZZI C., ROSTELLATO V., 1993. Effect of genotype and environmental temperature on the performance of the young meat rabbit. *World Rabbit Res.*, 1, 119-125.

CHIERICATO G.M., RIZZI C., ROSTELLATO V., 1996a. Effect of

genotype and environmental conditions on the productive and slaughtering performance of growing meat rabbits. *6th World Rabbit Congress* Toulouse, France. July 9-12. vol.3,147-152.

CHIERICATO G.M., RIZZI C., ROSTELLATO V., 1996b. Meat quality of rabbits of different genotypes reared in different environmental conditions. *6th World Rabbit Congress* Toulouse, France. July 9-12. vol.3,141-146.

CIELAB, 1976. Official recommandation on uniform colour spaces, colour differences equations and metric colour terms. *Commission internationale de l'éclairage, Colorimétrie* Paris, France. Supplément n°2 to CIE, Publication n°15.

COMBES S., JEHL N., JUIN H., CAUQUIL L., LEBAS F., 2002. Comparison between standard and label rabbits: Chemical, rheological and sensory characterisation. *European Meeting COST848* Athens (Greece). 11-14 April.

COMBES S., LEBAS F., JUIN H., LEBRETON L., MARTIN T., JEHL N., CAUQUIL L., DARCHE B., CORBOEUF M.A., 2003a. Comparaison lapin bio lapin standard : Analyse sensorielle, tendreté mécanique de la viande. *10èmes Journ. Rech. Cunicole* Paris, 19-20 novembre, 137-140, ITAVI, Paris.

COMBES S., LEBAS F., LEBRETON L., MARTIN T., JEHL N., CAUQUIL L., DARCHE B., CORBOEUF M.A., 2003b. Comparaison lapin bio lapin standard : Caractéristiques des carcasses et composition chimique de 6 muscles de la cuisse. *10èmes Journ. Rech. Cunicole*, Paris, 19-20 novembre, 133-136, ITAVI, Paris.

COMBES S., POSTOLLEC G., JEHL N., CAUQUIL L., DARCHE B., 2003c. Influence de 3 modes de logements des lapins sur la qualité de la viande. *10èmes Journ. Rech. Cunicole*, Paris, 19-20 novembre, 177-180., ITAVI, Paris.

COUSIN J.F., 1975. Le matériel d'élevage. in *"Le lapin : règles d'élevage et d'hygiène"*. *Inf. Techn. Services Vét.*, vol., 51-54, 35-45.

DAL BOSCO A., CASTELLINI C., BERNARDINI M., 2000. Productive performance and carcass and meat characteristics of cage- or pen-raised rabbits. *7th World Rabbit Congress* Valencia (Spain). 4-7 july. A, pp:579-584.

DAL BOSCO A., CASTELLINI C., MUGNAI C., 2001. Effet du mode d'élevage (cage ou parc) sur l'évolution post mortem du pH et sur les caractères qualitatifs de la viande de lapin. *9èmes Journ. Rech. Cunicole Fr*. Paris, 28-29 novembre, 35-38. ITAVI, Paris.

DAL BOSCO A., CASTELLINI C., MUGNAI C., 2002. Rearing rabbits on a wire net floor or straw litter: behaviour, growth and meat qualitative traits. *Livestock Production Science*, 75, 149-156.

DE CRESPI M.P.A.L., COLL J.F.C., ITAGIBA M., DA G.O.R., 1984. A study on different population densities in rabbit fattening cages. *Arquivos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro*, Brazil 7, 59-63.

DGER, 1990. La densité en cages d'engraissement. *Cuniculture*, 91,31.

DUCOMPS C., 2002. Adaptations fonctionnelles du muscle squelettique à l'exercice de haute intensité : Effets sur le collagène, les propriétés mécaniques passives et la distribution des fibres musculaires. Université de Toulouse III - Paul Sabatier, 166 pages

DUCOMPS C., MAURIEGE P., DARCHE B., COMBES S., LEBAS F., DOUTRELOUX J.P., 2003. Effects of jump training on passive mechanical stress and stiffness in rabbit skeletal muscle: role of collagen. *Acta Physiol. Scand.*, 178, 215-224.

EBERHART S., 1980. The influence of environmental temperatures on meat rabbits of different breeds. *2ème Congrès Mondial de Cuniculture* Barcelone, Espagne. vol.1,399-409.

GELRA, 1991. Etude des temps de travaux dans les élevages de

- référence de la région Rhône-Alpes. *Document interne de l'Union Régionale des groupements de producteurs de lapins de la région Rhône-Alpes (GELRA)*.
- GONDRET F., 1999. La lipogénèse chez le lapin. Importance pour le contrôle de la teneur en lipides de la viande. *INRA Productions Animales*, 12, 301-309.
- HAMEURY F., 1993. Les normes d'ambiance en Cuniculture. *Cuniculture*, 20(N°109), 7-13.
- HAMILTON H.H., LUKEFAHR S.D., 1993. Influence of pen rearing system and stocking density on post-weaning performance of two breed types of rabbits. *Anim. Prod.*, 26, 129-134.
- HARRIS D.J., LUKEFAHR S.D., CHEEKE P.R., PATTON N.M., 1981. A note on growing weanling rabbits in feedlot cages. *J. appl. Rabbit Res.*, 4, 73.
- HOCQUETTE J.F., ORTIGUES-MARTY I., DAMON M., HERPIN P., GEAY Y., 2000. Métabolisme énergétique des muscles squelettiques chez les animaux producteurs de viande. *INRA Productions Animales*, 13, 185-200.
- JEHL N., JUIN H., 2001. Incidence du mode de production et du poids des animaux sur les qualités sensorielles de la viande de lapin. *9èmes Journ. Rech. Cunicole Fr.* Paris, 28-29 novembre, 39-42. ITAVI Paris.
- JEHL N., MEPLAIN E., MIRABITO L., COMBES S., 2003. Influence de 3 modes de logement sur le comportement, les performances zootechniques et la qualité de la viande. *10èmes Journ. Rech. Cunicole.* Paris, 19-20 novembre, 181-184, ITAVI, Paris.
- LAMBERTINI L., VIGNOLA G., ZAGHINI G., 2001. Alternative pen housing system for fattening rabbits : Effects of group density and litter. *World Rabbit Sci*, 9, 141-147.
- LEBAS F., 1990. Le matériel d'élevage présenté en mars 1990 au 7ème SIMAVIP. *Cuniculture*, 17 (N°92), 73-85.
- LEBAS F., 2001. Engraissement en parcs : avantages et inconvénients. *Cuniculture*, 28(N°160), 163-170.
- LEBAS F., COUDERT P., DE ROCHAMBEAU H., THEBAULT, 1996. Le lapin : élevage et pathologie. Collection FAO : Production et santé animales, FAO ed, Rome,
- LEBAS F., HENAFF R., 1978. Spécial salon : la matériel cunicole en 1978. *Cuniculture*, 5 (N°20), 59-63.
- LEBAS F., LEBRETON L., MARTIN T., 2002. Lapins bio sur prairie : des résultats chiffrés. *Cuniculture*, 29 (N°164), 74-80.
- LEBAS F., MARIONNET D., HENAFF R., 1991. La production du lapin. 3ème édition Association Française de Cuniculture, Tec et Doc (Lavoisier), Lempdes et Paris, France, pp:206.
- LEBAS F., OUHAYOUN J., 1987. Incidence du milieu d'élevage et de la saison sur la croissance et les qualités bouchères du lapin. *Ann. Zoot.*, 36, 421-432.
- LÖLIGER H.-C., 1992. Consideration of animal protection and welfare in domestic rabbit housing. *J. Appl. Rabbit Res.*, 15, 684-691.
- LUZI F., LAZARONI C., BARBIERI S., PIANETTA M., CAVANI C., CRIMELLA C., 2000. Influence of type of rearing, slaughter age and sex on fattening rabbit : I. Productive performance. *7th World Rabbit Congress* Valencia, Spain. 4-7 July. vol.A, 613-620.
- MAERTENS L., DE GROOTE, 1988. Influence of the number of fryer rabbits per cage on their performance. *J. appl. Rabbit Res.* 7, 151-155.
- MAERTENS L., DE GROOTE G., 1985. Influence de la densité d'occupation sur les résultats d'engraissement des lapins de chair. *Rev. agric.*, 38, 463-471.
- MAERTENS L., VAN OECKEL M.J., 2001. Effet du logement en cage ou en parc et de son enrichissement sur les performances et la couleur de la viande des lapins. *9èmes Journ. Rech. Cunicole.* Paris, 28-29 novembre, pp:31-34. ITAVI, Paris.
- MARGARIT R., MORERA P., KUZMINSKY G., 1999. Qualité de la viande de lapins engraisés en cages mobiles sur prairie. *Cuniculture*, 26, 181-182.
- MARGOTTAT G., KOEHL P.F., 1976. Les temps de travaux en élevage de lapins de chair., 17 page. ITAVI Paris
- MARTIN S., 1982. En maternité en engraissement: les moyen d'améliorer la productivité. *Aviculteur*, hors série, 21-24.
- MARTRENCHAR A., 2000. Logement et bien-être: Les travaux de recherches sur la filière cunicole entrepris à l'unité de protection animale de l'AFSSA site de Ploufragan depuis 1995. *Journée d'étude ASFC* Paris, (Franc). 5 décembre, pp:49-57.
- MARTRENCHAR A., BOILLETOT E., COTTE J.P., MORISSE J.P., 2001. Wire-floor pens as an alternative to metallic cages in fattening rabbits: Influence on some welfare traits. *Anim. Welf.*, 10, 153-161.
- METZGER S., KUSTOS K., SZENDRO Z., SZABO A., EIBEN C., NAGY I., 2003. The effect of housing system on carcass traits and meat quality of rabbit. *World Rabbit Sci*, 11, 1-11.
- MIQUEL T., ROCA T., 1984. Estudio de la densidad optima (kg de peso vivo/m2 de jaula) en el rendimiento de los gazapos de engorde. *9ème Symposium de Cuniculture* Figueres, Espagne. 14-16 novembre.;3p.
- MIRABITO L., GALLIOT P., SOUCHET C., 1999. Logement des lapins en engraissement de 2 ou 6 individus :résultats zootechniques. *8èmes Journ. Rech. Cunicole.* Paris., 9-10 juin.;55-58. ITAVI., Paris.
- MIRABITO L., GALLIOT P., SOUCHET C., PIERRE V., 1998. Bien-être du lapin : les orientations. *Cuniculture*, 140, 73-78.
- MORISSE J.P., 1998. Le bien-être chez le lapin : Rapport de synthèse. *7èmes Journées de la Recherche Cunicole en France* Lyon (France). 13-14 mai, pp:205-214.
- MORISSE J.P., BOILLETOT E., MARTRENCHAR A., 1999. Preference testing in intensively kept meat production rabbits for straw on wire grid floor. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 64, 71-80.
- MORISSE J.P., MAURICE R., 1997. Influence of stocking density or group size on behaviour of fattening rabbits kept under intensive conditions. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 54, 351-357.
- NF, 1994. Viandes de lapin : Production et transformation du lapin de chair domestique. *AFNOR*, NF V 47-001, 1-18.
- NORGAARD-NIELSEN G., 1990. Bone strength of laying hens kept in an alternative system, compared with hens in cages and on deep litter. *British Poultry Science*, 31, 81-89.
- PALIMAKA RAPACZ G., CIECIAK F., 1987. Determination of the optimal value of the density of animals in a cage in fattening of young rabbits for slaughter. *Zesz. Probl. Postepow. Nauk Roln.*, 341, 325-332.
- POSTOLLEC G., BOILLETOT E., MAURICE R., MICHEL V., 2003. Influence de l'apport d'une structure d'enrichissement (plate forme) sur les performances zootechniques, l'état sanitaire et le comportement des lapins d'engraissement élevés en parcs. *10èmes Journ. Rech. Cunicole.* Paris. 19-20 Novembre, 173-176., ITAVI, Paris.
- PRAWIRODIGDO S., RAHARJO Y.C., CHEEKE P.R., PATTON N.M., 1985. Effect of cage density on the performance of growing rabbits. *J. appl. Rabbit Res.*, 8, 85-86.
- ROMMERS J., MEIJERHOF R., 1998. Effect of group size on performance, bone strength and skin lesions of meat rabbits housed under commercial conditions. *World Rabbit Sci*, 6, 299-302.
- SERRES O.De., 1605. La garene. in: *Théâtre de l'Agriculture et Mesnage des Champs*. Abr. Sangrain Editeur Eds, Paris, Liev Cinquième Chapitre XI, pp: 409-421.
- TEMPLETON G.S., KELLOGG C.E., 1959. Raising rabbits. *Farmer's bulletin* N°2131, US Dept. Agric., TAP-FL : 184.
- THEBAULT R.G., ROUGEOT J., BONNET M., 1981. Aménagement et équipement d'un clapier destiné à l'élevage du lapin Angora. *Cuniculture*, 8 (N°40), 203-208.

- VAN DER HORST F., JEHL N., KOEHL P.F., 1999. Influence du mode d'élevage (cage ou parc) sur les performances de croissance et les qualités bouchères des lapins de race Normande. *8èmes Journ Rech Cunicole*. Paris, 9-10 juin, pp:71-74. ITAVI, Paris.
- VARENNE, RIVE, VEIGNAUD, 1963. Guide de l'élevage du lapin. *Libr. Maloine à Paris, Vol. 1, 1963,*
- VERGA M., 2000. Intensive rabbit breeding and welfare : development of research, trends and application. *7th World Rabbit Congress* Valencia, Spain. 4-7 july. B, pp:491-509.
- 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. *8èmes Journ. Rech. Cunicole*. Paris, France. 9-10 juin, 59-62. ITAVI, Paris.