

Mensurations viscérales chez le lapin

4. Effets de divers modes de restriction alimentaire sur la croissance corporelle et viscérale ⁽¹⁾

F. LEBAS et J.P. LAPLACE *

avec la collaboration technique de Béatrice LOUPIAC, C. GERMAIN et G. SARDI

*I.N.R.A., Laboratoire de Recherches sur l'Élevage du Lapin
Centre de Recherches de Toulouse, F 31320 Castanet-Tolosan*

** Laboratoire de Physiologie de la Nutrition
Centre de Recherches Zootechniques, F 78350 Jouy-en-Josas*

Résumé

Au total, 2 groupes comprenant chacun 48 lapins des 2 sexes, de race Californienne et âgés de 5 (premier groupe) ou 8 semaines (deuxième groupe) au début de l'expérience ont été alimentés durant 3 semaines avec un aliment complet équilibré. Ils ont été répartis en 4 lots selon un schéma factoriel correspondant à 2 niveaux d'alimentation (à volonté ou restreint à 71 p. 100) et 2 fréquences d'accès à la mangeoire, soit 7 jours sur 7, soit seulement 5 jours sur 7, ce qui représente 71 p. 100 du temps. Dans ce dernier cas, les lapins ont été soumis à la séquence suivante : alimentation 2 jours, jeûne 1 jour, alimentation 3 jours, jeûne 1 jour. A l'issue de l'essai, les animaux ont été sacrifiés, les carcasses et les viscères abdominaux mesurés.

Les 2 types de rationnement ont eu des effets moyens très comparables sur les performances zootechniques. Les vitesses de croissance ont été identiques (25 g/j en moyenne) pour les 2 groupes d'âge, mais le gain de poids de carcasse a été supérieur chez les animaux les plus âgés : 20,1 g/j contre 18,1 g/j pour les plus jeunes. Parallèlement, l'indice de consommation en poids vif ou en carcasse a été détérioré avec l'augmentation de l'âge.

La réduction du temps d'accès à 5 jours par semaine, soit 71 p. 100 en temps, a entraîné chez les lapins nourris à volonté une réduction des quantités d'aliment ingérées de 78,9 p. 100. Les 2 types de rationnement expérimentés (quantitatif et temporel) conduisent à une réduction proportionnelle du gain de poids exprimé en gain de poids de carcasse. Par contre, ils n'affectent pas le coût alimentaire de ce gain de poids de carcasse : $6,00 \pm 0,18$ kg d'aliment par kg de gain de carcasse en moyenne. Aucun des 2 modes de restriction n'entraîne d'adaptation morphologique du tube digestif : il n'y a pas d'accroissement notable de la longueur ni surtout du poids par unité de longueur. Par contre, une atrophie du côlon est observée. Cependant, avec chaque type de restriction on observe un accroissement du poids du contenu digestif, malgré la réduction du poids vif : + 7 p. 100 pour la restriction temporelle et + 31 p. 100 pour la restriction quantitative. Enfin, le poids

(1) Une partie des résultats de cette étude a fait l'objet d'une communication au 2^e Congrès Mondial de Cuniculture (Barcelone, 1980).

du foie, exprimé en pourcentage du poids vif vide de contenu digestif, est accru par la restriction temporelle, surtout dans le cas des sujets ne recevant qu'une quantité limitée d'aliment (+ 28 p. 100 par rapport au témoin *ad libitum*). Par contre, chez les lapins pouvant manger chaque jour, la restriction quantitative réduit le poids relatif du foie (— 7 p. 100).

I. Introduction

La limitation dans le temps de l'accès à la nourriture permet chez le lapin une amélioration de l'efficacité d'utilisation des aliments avec éventuellement préservation du rythme de la croissance corporelle lorsque la durée du jeûne n'excède pas 1 jour sur 8 (LEBAS, 1975). On sait que la présence de matériaux alimentaires dans le tube digestif est nécessaire au maintien de la masse tissulaire de celui-ci et à la préservation de son potentiel enzymatique, aussi bien chez le rat (LEVINE *et al.*, 1974 ; ALDEWACHI *et al.*, 1975) que chez le chien (KOGA *et al.*, 1975) ou le lapin (EASTWOOD, 1977). Les conséquences d'une restriction alimentaire à l'égard des caractéristiques morphofonctionnelles du tube digestif ne sont pas nécessairement les mêmes selon que la restriction de la quantité d'aliment ingérée est obtenue par limitation de la quantité allouée avec accès 7 jours sur 7 à la nourriture, ou par limitation du temps d'accès à la mangeoire à certains jours seulement (KUJALOVA & FABRY, 1960).

Une restriction imposée à des rats par une dilution considérable de l'aliment avec un matériau minéral indigestible (kaolin, 80 p. 100) entraîne une simple dilatation de certains organes digestifs en l'absence d'une véritable hypertrophie, mais une forte augmentation de la capacité d'absorption du glucose mesurée tant *in vitro* qu'*in vivo* (DOWLING, 1967 ; DOWLING *et al.*, 1967). L'application d'un jeûne intermittent au rat conduit, en dehors d'effets métaboliques (FABRY, KUJALOVA & PETRASEK, 1959) à des modifications variables du tube digestif selon la durée de la période d'application de ce mode de restriction. L'estomac s'adapte au stockage d'une masse de contenus 2 à 3 fois plus importante (HOLECKOVA & FABRY, 1959). Un jeûne intermittent de 6 semaines n'entraîne pas de modification de la longueur ou du poids du tissu frais ou sec des viscères digestifs, mais le coefficient d'absorption du glucose et des graisses est fortement augmenté (KUJALOVA & FABRY, 1958-1960). Par contre, après 26 semaines de jeûne intermittent, conduisant à une restriction de 60-70 p. 100 et à un poids vif réduit de 30 à 40 p. 100 par rapport aux rats témoins *ad libitum*, on enregistre un accroissement de 16 p. 100 de la longueur et 35 p. 100 du poids de tissu de l'intestin grêle (FABRY & KUJALOVA, 1960).

L'objet du présent travail est d'évaluer les conséquences à court terme de l'application au lapin d'une restriction alimentaire, d'un jeûne intermittent ou de leur combinaison, sur les performances zootechniques et la morphologie du tube digestif. Ces diverses situations ont été mises en œuvre soit pendant, soit après la période de croissance relative maximum du tube digestif, c'est-à-dire avant ou après 8 semaines d'âge (LEBAS & LAPLACE, 1972).

II. Matériel et méthodes

A. Plan de l'expérience

Au total, 2 groupes comportant chacun 48 lapins des 2 sexes, de race Californienne, et âgés respectivement de 5 ou 8 semaines au début de l'essai, ont été répartis de façon homogène entre 4 lots expérimentaux résultant des combinaisons d'un schéma factoriel 2×2 . L'accès à l'aliment (facteur 1) a été autorisé soit tous les jours, soit 5 jours sur 7 seulement (restriction temporelle à 71,4 p. 100 du temps, i.e. jeûne intermittent). La quantité d'aliment (facteur 2) a été soit librement choisie (*ad libitum*), soit limitée à 71,4 p. 100 de la quantité hebdomadaire ingérée spontanément par des lapins d'âge équivalent au cours d'une expérience préliminaire (restriction quantitative, i.e. effet du niveau d'alimentation). Cette estimation préalable de la quantité à allouer a permis la mise en expérience simultanée de tous les lots expérimentaux.

Ces quatre lots seront désignés par commodité, en fonction de la combinaison factorielle concernée, comme suit :

- lot A = alimentation *ad libitum*, 7 jours sur 7 ;
- lot R = distribution quotidienne de l'allocation restreinte hebdomadaire ;
- lot IA = jeûne intermittent (2 jours sur 7) avec alimentation *ad libitum* (5 jours sur 7) ;
- lot IR = jeûne intermittent (2 jours sur 7) avec accès 5 jours sur 7 à une quantité limitée d'aliment.

Le sexe des animaux n'a pas été pris en compte en raison de l'absence de dimorphisme sexuel décelable avant l'âge de 15 semaines, dans le cas de la croissance pondérale (CANTIER *et al.*, 1969). En outre, la petite différence d'allométrie de croissance du tube digestif (CANTIER *et al.*, 1969) ne pourrait induire dans la durée de l'expérience qu'une différence négligeable par rapport aux effets expérimentaux étudiés.

B. Conditions expérimentales

Un aliment commercial standard auquel les animaux étaient habitués depuis le début de leur consommation d'aliment solide (3 semaines d'âge), a été utilisé dans tous les cas (16,5 p. 100 de protéines brutes et 14,0 p. 100 de cellulose brute). Les lapins ont été hébergés dans des cages individuelles entièrement métalliques, et ont disposé en permanence d'eau de boisson grâce à un abreuvoir à surface d'eau libre. Tous les animaux ont été mis en expérience, après pesée individuelle, un mardi matin, le premier groupe à l'âge de 35-36 jours (5 semaines) et le second à l'âge de 56-57 jours (8 semaines). Le poids moyen initial était de 844 ± 15 g pour les lapins de 5 semaines et de $1\,626 \pm 12$ g pour ceux de 8 semaines.

Pour les lapins du lot A, les quantités d'aliment distribuées et refusées ont été mesurées 2 fois chaque semaine (mardi et vendredi matin). Pour les lapins du lot R, chaque matin a été distribué le septième de la ration hebdomadaire. Celle-ci a été calculée pour chaque semaine sur la base d'un rationnement à 71,4 p. 100 de la

consommation *ad libitum* déterminée en pré-expérience. Le refus éventuel d'aliment accumulé dans la trémie d'alimentation, a été mesuré et retiré à la fin de chaque semaine expérimentale. Dans le cas des lapins du lot IA, la trémie d'alimentation a été retirée le lundi et le jeudi (du matin 8 h 00 au lendemain 8 h 00). L'aliment distribué et refusé a été contrôlé 2 fois par semaine respectivement pour les périodes du mardi 8 h 00 au jeudi 8 h 00, et du vendredi 8 h 00 au lundi 8 h 00. Dans le cas des lapins du lot IR, l'allocation hebdomadaire a été identique à celle des lapins du lot R, mais elle a été distribuée à raison de 3 septièmes le mardi 8 h 00 et 4 septièmes le vendredi 8 h 00. En outre, la trémie a été retirée les lundi et jeudi comme pour le lot IA. Les refus éventuels ont été mesurés et retirés à la fin de chaque semaine expérimentale.

Après 21 jours d'application de l'un ou l'autre de ces différents protocoles d'alimentation, tous les lapins ont été pesés (mardi matin) avant une ultime distribution d'aliment répondant aux normes précédemment définies. A partir de cet instant, les abattages sont échelonnés de la façon suivante : les 12 lapins du lot A sont retirés tous en même temps de leur cage immédiatement après la pesée et sacrifiés dans les 2 h suivantes. Les 12 lapins du lot R sont sortis de cage le mardi à 14 h 00 et sacrifiés dans le même délai. Les 12 lapins du lot IA puis IR sont sacrifiés dans les mêmes conditions respectivement le mercredi matin et le mercredi après-midi. Dans tous les cas, les lapins ont été à nouveau pesés vifs immédiatement avant l'abattage. Ces dispositions particulières ont été adoptées, compte tenu des particularités du comportement alimentaire du lapin, dans le but de recueillir les tubes digestifs dans un état de réplétion maximale quel que soit le lot considéré tout en restant dans les limites horaires usuelles de l'équipe nécessaire au déroulement rapide des abattages.

Le mode de sacrifice des animaux, et la procédure utilisée pour déterminer les mensurations corporelles et viscérales des lapins sont analogues à ce qui a été décrit antérieurement (LEBAS & LAPLACE, 1972-1974). On mesure le poids du foie, des reins, de la peau, de la masse viscérale brute (y compris le mésentère et les contenus digestifs), le poids du mésentère (incluant le pancréas). Le tube digestif est subdivisé en 5 segments (estomac, intestin grêle, caecum, appendice vermiforme, côlon) ; pour chacun d'eux, on détermine successivement le poids brut (y compris les contenus), la longueur (sauf pour l'estomac) et le poids frais du tissu de l'organe vide. La masse de leurs contenus respectifs a été calculée par différence, ainsi que le poids vif vide de contenus digestifs de chaque lapin. La carcasse (avec manchons, sans foie ni reins) a été pesée.

C. Analyse des données

Les performances zootechniques (gain de poids, consommation d'aliment, indice de consommation) sont calculées pour les 21 jours communs à l'ensemble des animaux avant l'ultime distribution d'aliment. Le rendement à l'abattage a été déterminé en présentation française traditionnelle, soit pour une carcasse incluant le foie, les reins et les manchons. On calcule également un gain de poids de carcasse selon la même présentation, en utilisant le poids de carcasse mesuré *post mortem* et en estimant le poids initial de la carcasse compte tenu du poids vif initial et d'un rendement à l'abattage de 0,585 pour les lapins sacrifiés à l'âge de 8 semaines et de 0,605 pour les animaux sacrifiés à l'âge de 11 semaines. Le calcul du coût alimentaire d'un kg

de gain de poids de carcasse a pris en compte l'aliment ingéré jusqu'au moment réel d'abattage.

L'analyse statistique mise en œuvre pour l'ensemble des données est une analyse de variance factorielle prenant en compte, outre les 2 facteurs expérimentaux définis précédemment, l'âge des lapins et l'effet bloc utilisé pour rendre les lots homogènes au départ (portée d'origine et poids vif initial), soit un dispositif $2 \times 2 \times 2 \times 12$, traité par le programme CØNØR (Laboratoire de Biométrie, I.N.R.A., Toulouse).

La signification statistique des effets enregistrés est exprimée par un système d'astérisques *** $P < 0,001$, ** $P < 0,01$, * $P < 0,05$, NS : non significatif), selon la valeur du F de Fisher qui n'est fournie dans les tableaux que lorsqu'elle est supérieure à 1.

III. Résultats

Pour simplifier l'expression des résultats, nous envisagerons séparément l'effet moyen de l'âge puis les effets respectifs de la restriction temporelle et de la restriction quantitative, et enfin les interactions entre ces 2 facteurs ainsi que leur éventuelle interaction avec le facteur âge.

A. Consommations effectives d'aliment en 21 jours

L'observation du comportement des lapins a permis de constater que ceux du lot R consomment la plus grande partie de la ration allouée quotidiennement dans les quelques heures consécutives à la distribution alors que les animaux du lot A n'ont généralement qu'une très faible consommation durant la matinée. Une très forte consommation matinale est également observée pour les lapins du lot IA au début de chaque période d'alimentation. Par rapport aux animaux du lot A, leur rythme de consommation est donc fortement perturbé 2 fois par semaine. Les lapins du lot IR présentent à la suite de chaque distribution un comportement analogue à celui des lapins du lot IA mais, en raison de la quantité limitée d'aliment distribuée, la totalité de l'allocation est ingérée en 24 à 36 h après la distribution du mardi et en 48 h après la distribution du vendredi. Ceci conduit à un doublement du nombre effectif de jours de jeûne pour les lapins IR par rapport aux lapins du lot IA. Un éventuel gaspillage d'aliment n'a été constaté pour aucun des lots.

La quantité d'aliment effectivement ingérée (tabl. 1) par les lapins du lot A utilisés entre 5 et 8 semaines d'âge a été inférieure de 16,6 p. 100 par rapport aux prévisions d'ingestion. A l'inverse, celle consommée par les lapins du lot A utilisés entre 8 et 11 semaines d'âge a été supérieure de 10,0 p. 100 aux quantités attendues. De ce fait, la restriction effective des lapins des lots R et IR est moins intense que prévue dans le cas de la période 5-8 semaines, et plus intense dans le cas de la période 8-11 semaines. Il faut noter que les lapins des lots R et IR âgés de 5 semaines en début d'expérience n'ont pas consommé la totalité de la quantité allouée au cours de la première semaine expérimentale. Ce phénomène n'a pas été enregistré pour les

lapins plus âgés. Il résulte de ces phénomènes que les niveaux de restriction effectivement obtenus sont pour les mêmes traitements R et IR, 1,7 à 2 fois plus sévères pour les lapins les plus âgés. Néanmoins, sur l'ensemble de la population (âges confondus), les lots R et IR ont effectivement ingéré des quantités d'aliment très proches de celles prévues : respectivement 70,4 et 71,6 p. 100 de l'*ad libitum* (tabl. 2) pour 71,4 p. 100 prévus. Pour le lot IA, l'ingestion spontanée s'est fixée à 78,9 p. 100 de l'*ad libitum*.

TABLEAU I

Quantités moyennes d'aliment effectivement ingérées par jour au cours des 3 semaines expérimentales ; quantités totales moyennes ingérées au cours de l'intervalle entre la fin de l'expérience (21 jours) et l'abattage.

Mean quantities of feed really ingested per day over the 3 experimental weeks ; mean total quantities of feed eaten between the end of the experiment (21 days) and slaughter.

Période <i>Period</i>	Unités <i>Units</i>	Groupes de lapins - <i>Groups of rabbits</i>				Test F <i>F test</i>
		A	R	IA	IR	
5-8 semaines <i>5-8 weeks</i>	g/jour <i>g/day</i>	111,9 ^a ± 3,7	89,3 ^b ± 2,0	83,4 ^b ± 3,6	92,6 ^b ± 1,0	19,3***
	p. 100 de <i>ad libitum</i> p. 100 of <i>ad libitum</i>	100	79,8	74,5	82,8	
21 jours à l'abattage <i>21 days at slaughter</i>	g	—	66,5 ^a ± 6,3	190,9 ^b ± 8,9	198,4 ^b ± 16,2	43,2***
8-11 semaines <i>8-11 weeks</i>	g/jour <i>g/day</i>	175,3 ^a ± 5,9	113,0 ^c ± 0,0	143,3 ^b ± 3,4	113,0 ^c ± 0,0	76,7***
	p. 100 de <i>ad libitum</i> p. 100 of <i>ad libitum</i>	100	64,5	81,7	64,5	
21 jours à l'abattage <i>21 days at slaughter</i>	g	—	112,1 ^a ± 3,9	262,8 ^b ± 9,5	314,6 ^c ± 9,6	168,3***

Le fait que les lapins, par suite de la chronologie d'abattage, ont eu ou non la possibilité de consommer plus ou moins longtemps l'aliment de l'ultime distribution, conduit à des valeurs très différentes des quantités ingérées entre la pesée au terme des 21 jours d'expérience et l'abattage (tabl. 1).

L'analyse factorielle des consommations moyennes quotidiennes d'aliment (tabl. 2) ne fait qu'identifier les conséquences des contraintes imposées par le protocole. On enregistre ainsi la plus forte restriction quantitative imposée aux lapins les plus âgés (interaction âge - niveau d'alimentation) et, pour les lapins du lot IA, l'ingestion en 71,4 p. 100 du temps, de plus de 71,4 p. 100 de la quantité ingérée par le lot A (interaction séquence - niveau d'alimentation).

B. Croissance corporelle en 21 jours (tabl. 2)

L'influence de l'âge des lapins se traduit évidemment de façon très significative sur le poids vif après 21 jours d'expérience et sur l'indice de consommation au cours de cette période, mais il n'y a pas de différence du gain de poids moyen quotidien (GMQ) entre les 2 classes d'âge.

L'effet de la restriction temporelle et de la restriction quantitative est très hautement significatif pour les 3 critères poids vif (21 jours), GMQ et indice de consommation. La restriction quantitative (— 21 p. 100) se traduit par un moindre gain de poids vif (— 30 p. 100) et un indice plus mauvais. La restriction temporelle (— 12 p. 100 en quantité d'aliment) conduit à une réduction de 40 p. 100 du gain de poids vif et à une détérioration de l'indice. L'interaction entre ces 2 facteurs traduit l'aggravation de l'effet de la restriction par le jeûne intermittent. Il existe aussi une interaction entre les effets de l'âge et de la restriction quantitative sur la croissance pondérale, qui traduit simplement la plus grande sévérité du rationnement quantitatif de fait des lapins utilisés entre 8 et 11 semaines d'âge. Enfin, l'interaction entre les effets de l'âge et de la restriction temporelle sur l'indice de consommation exprime les effets plus sévères du jeûne intermittent chez les lapins les plus âgés. A titre d'exemple, l'ensemble des effets sur le poids vif des lapins après 21 jours d'expérience peut être retrouvé dans la figure 1.

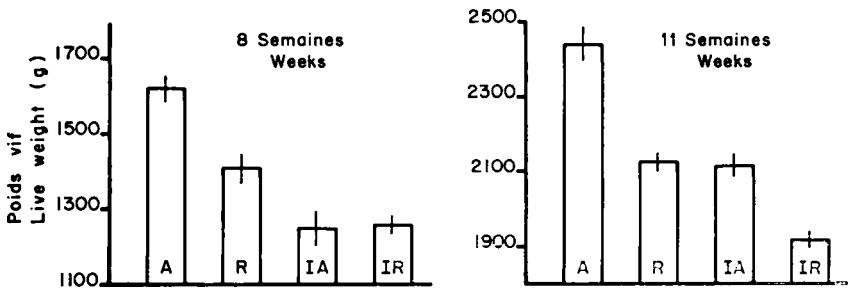


FIG. 1

Poids vif moyen (avec écart-type de la moyenne) des lapins selon leur âge, après 21 jours d'application de l'un ou l'autre des traitements A, R, IA, IR : voir matériel et méthodes.

Mean (\pm S.E.M.) live weight of the rabbits according to their age, after they were submitted for 21 days to one out of the 4 treatments A, R, IA or IR (for abbreviations see material and methods).

TABLEAU 2

Performances zootechniques des lapins observées en 21 jours :
analyse de variance factorielle.

Variable contrôlée <i>Controlled variable</i>	Séquence d'alimentation <i>Feeding sequence</i>	Niveau d'alimentation <i>Feeding level</i>		Moyenne <i>Mean</i>	$\bar{x} \pm S$ (1) \bar{x}
		Ad libitum <i>Ad libitum</i>	Restricté <i>Restricted</i>		
Consommation moyenne quotidienne d'aliment (g) . <i>Mean daily feed intake (g)</i>	7/7 jours - <i>days</i>	143,6	101,1	122,4	115,2 $\pm 3,14$
	5/7 jours - <i>days</i>	113,3	102,8	108,0	
	Moyenne - <i>Mean</i>	128,4	102,0		
Poids vif après 21 jours (g) <i>Live weight after 21 days (g)</i>	7/7 jours - <i>days</i>	2 028	1 769	1 899	1 768 $\pm 44,6$
	5/7 jours - <i>days</i>	1 683	1 589	1 636	
	Moyenne - <i>Mean</i>	1 856	1 679		
Gain moyen quotidien de poids vif (g) <i>Mean daily live weight gain (g)</i>	7/7 jours - <i>days</i>	38,1	25,2	31,7	25,3 $\pm 0,93$
	5/7 jours - <i>days</i>	21,3	16,6	18,9	
	Moyenne - <i>Mean</i>	29,7	20,9		
Indice de consommation . <i>Feed conversion ratio</i>	7/7 jours - <i>days</i>	3,75	4,11	3,93	5,00 $\pm 0,202$
	5/7 jours - <i>days</i>	5,46	6,69	6,08	
	Moyenne - <i>Mean</i>	4,61	5,40		

(1) Moyenne générale \pm écart-type de la moyenne.
General mean \pm standard error of the mean.

(2) Age à l'abattage (semaines).
Age at slaughter (weeks).

*Growth performances of the rabbits over 21 days :
factorial analysis of variance.*

Signification statistique <i>Statistical significance</i>			Age <i>Age</i> (2)	Signification statistique <i>Statistical significance</i>		
Séquence d'alimentation <i>Feeding sequence</i>	Niveau d'alimentation <i>Feeding level</i>	Interaction <i>Interaction</i>		Moyenne <i>Mean</i>	Interaction de l'âge <i>Interaction of age</i>	
					avec la séquence <i>with sequence</i>	avec niveau <i>with feeding level</i>
45,3***	153,6***	56,4***	8 11	94,3 136,1	< 1 NS	86,6***
			F = 385,0***			
220,8***	99,1***	22,0***	8 11	1 384 2 151	< 1 NS	18,5***
			F = 1 883,0***			
241,8***	114,6***	24,9***	8 11	25,5 25,2	< 1 NS	18,2**
			F = < 1 NS			
111,2***	15,3***	4,5*	8 11	3,95 6,06	11,8**	5,1 NS
			F = 107,1***			

TABLEAU 3

Caractéristiques générales des lapins à l'abattage : analyse de variance factorielle.

Variable contrôlée <i>Controlled variable</i>	Séquence d'alimentation <i>Feeding sequence</i>	Niveau d'alimentation <i>Feeding level</i>		Moyenne <i>Mean</i>	$\bar{x} \pm S$ (1) \bar{x}
		Ad libitum <i>Ad libitum</i>	Restricté <i>Restricted</i>		
Poids vif à l'abattage (g) <i>Live weight at slaughter (g)</i>	7/7 jours - <i>days</i>	2 016	1 901	1 958	1 928 $\pm 44,3$
	5/7 jours - <i>days</i>	1 918	1 878	1 898	
	Moyenne - <i>Mean</i>	1 967	1 889		
Poids vif vide de contenus digestifs (g) <i>Live weight emptied of di- gestive contents (g)</i>	7/7 jours - <i>days</i>	1 796	1 572	1 684	1 644 $\pm 40,0$
	5/7 jours - <i>days</i>	1 646	1 562	1 604	
	Moyenne - <i>Mean</i>	1 721	1 567		
Contenus digestifs totaux (g) <i>Total digestive contents (g)</i>	7/7 jours - <i>days</i>	220	329	274	284 $\pm 7,7$
	5/7 jours - <i>days</i>	273	316	294	
	Moyenne - <i>Mean</i>	246	322		
Poids du tissu frais (g) du tube digestif total	7/7 jours - <i>days</i>	149	142	146	144 $\pm 2,2$
	5/7 jours - <i>days</i>	142	141	141	
	Moyenne - <i>Mean</i>	145	142		
Wet tissue weight of the whole GI tract (%) (3)	7/7 jours - <i>days</i>	8,47	9,24	8,85	8,95 $\pm 0,112$
	5/7 jours - <i>days</i>	8,89	9,20	9,04	
	Moyenne - <i>Mean</i>	8,68	9,22		

- (1) Moyenne générale \pm écart-type de la moyenne.
General mean \pm standard error of the mean.
- (2) Age à l'abattage (semaines).
Age at slaughter (weeks).
- (3) % : p. 100 du poids vif vide.
% : p. 100 of emptied live weight.

General characteristics of the rabbits at slaughter : factorial analysis of variance.

Signification statistique <i>Statistical significance</i>			Age Age (2)	Signification statistique <i>Statistical significance</i>		
Séquence d'alimentation <i>Feeding sequence</i>	Niveau d'alimentation <i>Feeding level</i>	Interaction <i>Interaction</i>		Moyenne Mean	Interaction de l'âge <i>Interaction of age</i>	
					avec la séquence <i>with sequence</i>	avec niveau <i>with feeding level</i>
8,5**	14,4***	3,4 NS	8 11	1 522 2 334	< 1 NS	10,1**
			F = 1 571,0***			
17,8***	65,9***	13,9***	8 11	1 286 2 002	< 1 NS	21,0***
			F = 1 431,5***			
8,5**	121,6***	22,4***	8 11	236 333	5,5*	9,9**
			F = 194,7***			
4,2*	2,8 NS	2,6 NS	8 11	124 163	< 1 NS	< 1 NS
			F = 385,3***			
1,9 NS	15,6***	3,0 NS	8 11	9,73 8,17	< 1 NS	1,2 NS
			F = 131,3***			

C. Caractéristiques générales à l'abattage

L'analyse factorielle des poids vifs à l'abattage (tabl. 3) permet de retrouver les effets et interactions enregistrés pour le poids vif à 21 jours, à l'exception de l'interaction entre les effets de la restriction quantitative et de la restriction temporelle. Mais cette dernière interaction est à nouveau identifiée par l'analyse factorielle des poids vifs vides de contenus digestifs. L'absence de cette interaction pour le seul poids vif d'abattage est à relier au fait que ce dernier comprend le poids des contenus digestifs qui varie en sens inverse du poids vif vide.

Les contenus digestifs totaux, susceptibles d'être très fortement influencés par les quantités variables d'aliment ingéré immédiatement avant l'abattage (tabl. 1), s'avèrent très inégalement marqués par ces différences d'ingéré. En fait, les animaux soumis à un jeûne intermittent qui ont ingéré en moyenne, à la suite de l'ultime distribution 5,4 fois plus d'aliment que les lapins alimentés quotidiennement, ont un contenu digestif total accru de 7 p. 100 seulement ; à l'inverse, les lapins soumis à restriction quantitative ont ingéré à la suite de cette même distribution 53 p. 100 de plus que les lapins *ad libitum*, et leur contenu digestif total est plus important de 31 p. 100. Les effets identifiés par l'analyse de variance factorielle (tableau 3), sont donc bien provoqués par les traitements expérimentaux et non pas liés à une interférence avec la chronologie d'abattage.

L'interaction entre les 2 facteurs expérimentaux traduit le fait que l'influence de la restriction temporelle sur les poids de contenus digestifs est inverse selon qu'elle est appliquée aux animaux *ad libitum* ou aux lapins soumis à restriction quantitative. Par ailleurs, après l'application d'un jeûne intermittent, les contenus digestifs sont plus importants chez les lapins les plus âgés (interaction âge - séquence d'alimentation). Enfin, l'effet de la restriction quantitative, qui conduit à enregistrer des contenus digestifs plus importants, est plus marqué chez les lapins de 11 semaines (+ 35 p. 100 contre + 26 p. 100 à 8 semaines), ce que traduit l'interaction âge - niveau d'alimentation.

Le poids de tissu frais du tube digestif total vide de contenus (tabl. 3) est en valeur absolue significativement plus élevé chez les lapins les plus âgés, mais n'est que très faiblement affecté par les facteurs expérimentaux. Par contre, exprimé en p. 100 du poids vif vide, le poids de tissu frais du tube digestif total s'avère plus faible chez les animaux les plus âgés, et significativement influencé par la restriction quantitative (+ 6,2 p. 100). Enfin, il est à noter l'absence de toute interaction à l'égard du poids de tissu frais du tube digestif total.

D. Les segments digestifs et leurs contenus : valeurs absolues

(tabl. 4, 5 et 6)

1. Longueurs

L'intestin grêle, le caecum, l'appendice et le côlon sont plus longs chez les lapins les plus âgés. Pour ces 4 segments digestifs on n'enregistre aucun effet des facteurs expérimentaux et de leurs interactions, à l'exception d'un léger accroissement (+ 4,3 p. 100) de la longueur du caecum chez les lapins soumis au jeûne intermittent.

2. Poids de tissu frais

Là encore, l'influence de l'âge se traduit, sans interaction avec les autres facteurs et pour tous les segments, par des poids de tissu frais plus élevés chez les lapins les plus âgés. Dans le cas de l'estomac et du caecum, on n'enregistre aucun effet des facteurs expérimentaux ou de leur interaction sur ce critère.

Le poids de tissu frais de l'intestin grêle n'est pas en moyenne influencé par le jeûne intermittent ou le niveau d'alimentation. Toutefois, une interaction significative entre ces facteurs, correspond à l'inversion des effets du jeûne intermittent chez les lapins restreints par rapport à ceux qui sont nourris *ad libitum*.

Le poids de tissu frais du côlon est significativement affecté en moyenne aussi bien par le jeûne intermittent (— 9,6 p. 100) que par la restriction quantitative (— 10 p. 100). Il y a de surcroît interaction de ces 2 facteurs, l'influence du jeûne intermittent étant plus importante chez les lapins alimentés *ad libitum*.

Le poids de tissu frais de l'appendice varie dans le même sens (environ — 12 p. 100) sous l'influence des 2 facteurs expérimentaux en l'absence d'interaction entre eux.

3. Contenus digestifs

Le poids de contenu de chacun des segments considérés (estomac, intestin grêle, caecum et côlon) est toujours plus important chez les lapins les plus âgés.

La restriction quantitative se traduit par une forte augmentation (+ 49 p. 100) de la masse de contenus gastriques alors qu'il n'y a pas d'effet moyen du jeûne intermittent. Il y a cependant interaction entre ces facteurs, le jeûne intermittent ayant des effets inverses chez les animaux *ad libitum* et chez les lapins soumis à restriction quantitative. Enfin, il y a interaction entre l'âge et le niveau d'alimentation, la limitation de ce dernier conduisant à une plus forte quantité de contenus gastriques chez les lapins de 11 semaines que chez ceux de 8 semaines. A l'exception de l'interaction avec l'âge, les mêmes effets et interaction s'exercent dans le même sens à l'égard du poids de contenu de l'intestin grêle.

Les 2 types de restriction conduisent à des poids de contenu caecal plus importants. De plus, l'interaction entre ces 2 influences se traduit par l'effet plus marqué du jeûne intermittent chez les animaux nourris *ad libitum*. Le contenu de côlon n'est pas en moyenne affecté par l'un ou l'autre des 2 facteurs ; cependant, il existe une interaction correspondant à des effets inverses du jeûne intermittent selon le niveau d'alimentation.

E. Poids relatifs des segments digestifs

1. Par rapport au poids vif vide (tabl. 7)

A l'exception du cas de l'appendice, le poids de tissu frais des divers segments digestifs représente un pourcentage plus faible du poids vif vide chez les lapins les plus âgés : — 20 p. 100 dans le cas de l'estomac et de l'intestin grêle, et — 12 p. 100 pour le caecum et le côlon. La restriction temporelle conduit à une augmentation

TABLEAU 4

Mensurations de l'estomac, de l'intestin grêle et poids de leurs contenus :
analyse de variance factorielle.

Variable contrôlée <i>Controlled variable</i>		Séquence d'alimentation <i>Feeding sequence</i>	Niveau d'alimentation <i>Feeding level</i>		Moyenne <i>Mean</i>	$\bar{x} \pm S (1)$ \bar{x}
			Ad libitum <i>Ad libitum</i>	Restrreint <i>Restricted</i>		
Estomac <i>Stomach</i>	Poids de tissu frais (g)	7/7 jours - <i>days</i> 5/7 jours - <i>days</i>	20,4 21,1	21,4 21,1	20,9 21,1	21,0 $\pm 0,30$
	<i>Wet tissue weight</i> (g)	Moyenne - <i>Mean</i>	20,8	21,3		
	Poids de contenu frais (g)	7/7 jours - <i>days</i> 5/7 jours - <i>days</i>	82 93	136 124	109 108	109 $\pm 3,9$
	<i>Wet content weight</i> (g)	Moyenne - <i>Mean</i>	87	130		
Intestin grêle <i>Small intestine</i>	Longueur (cm) . . .	7/7 jours - <i>days</i> 5/7 jours - <i>days</i>	233 217	230 227	231 222	227 $\pm 2,9$
	<i>Length (cm)</i>	Moyenne - <i>Mean</i>	225	229		
	Poids de tissu frais (g)	7/7 jours - <i>days</i> 5/7 jours - <i>days</i>	57,1 53,8	52,8 55,6	55,0 54,7	54,9 $\pm 0,78$
	<i>Wet tissue weight</i> (g)	Moyenne - <i>Mean</i>	55,5	54,2		
	Poids de contenu frais (g)	7/7 jours - <i>days</i> 5/7 jours - <i>days</i>	26 32	50 40	38 36	37 $\pm 1,7$
	<i>Wet content weight</i> (g)	Moyenne - <i>Mean</i>	29	45		

(1) Moyenne générale \pm écart-type de la moyenne.
General mean \pm standard error of the mean.

(2) Age à l'abattage (semaines).
Age at slaughter (weeks).

*Measurements of stomach and small intestine, and weight of their contents :
factorial analysis of variance.*

Signification statistique <i>Statistical significance</i>			Age Age (2)	Signification statistique <i>Statistical significance</i>		
Séquence d'alimentation <i>Feeding sequence</i>	Niveau d'alimentation <i>Feeding level</i>	Interaction <i>Interaction</i>		Moyenne <i>Mean</i>	Interaction de l'âge <i>Interaction of age</i>	
					avec la séquence <i>with sequence</i>	avec niveau <i>with feeding level</i>
< 1 NS	2,7 NS	2,3 NS	8 11	18,6 23,5	3,5 NS	2,2 NS
			F = 248,9***			
< 1 NS	96,5***	7,0**	8 11	90 127	< 1 NS	15,4***
			F = 69,8***			
3,4 NS	< 1 NS	1,4 NS	8 11	217 236	1,9 NS	< 1 NS
			F = 13,1***			
< 1 NS	1,5 NS	8,9**	8 11	49,0 60,6	< 1 NS	< 1 NS
			F = 132,2***			
< 1 NS	38,1***	9,1**	8 11	30 44	3,2 NS	3,0 NS
			F = 28,8***			

TABLEAU 5

Mensurations du caecum, du côlon et poids de leur contenu : analyse de variance factorielle.

Variable contrôlée <i>Controlled variable</i>	Séquence d'alimentation <i>Feeding sequence</i>	Niveau d'alimentation <i>Feeding level</i>		Moyenne <i>Mean</i>	$\bar{x} \pm S$ (1) \bar{x}	
		Ad libitum <i>Ad libitum</i>	Restreint <i>Restricted</i>			
Caecum - Caecum	Longueur <i>Length</i> (cm)	7/7 jours - <i>days</i> 5/7 jours - <i>days</i>	32,5 33,6	33,0 34,7	32,7 34,1	33,4
		Moyenne - <i>Mean</i>	33,0	33,8		$\pm 0,40$
	Poids du tissu frais . . <i>Wet tissue weight</i> (g)	7/7 jours - <i>days</i> 5/7 jours - <i>days</i>	26,9 28,2	28,7 27,9	27,8 28,0	27,9
		Moyenne - <i>Mean</i>	27,5	28,2		$\pm 0,55$
Côlon - Colon	Longueur <i>Length</i> (cm)	7/7 jours - <i>days</i> 5/7 jours - <i>days</i>	110 108	108 109	109 108	109
		Moyenne - <i>Mean</i>	109	108		$\pm 1,4$
	Poids du tissu frais . . <i>Wet tissue weight</i> (g)	7/7 jours - <i>days</i> 5/7 jours - <i>days</i>	36,4 31,6	32,4 30,6	34,4 31,1	33,0
		Moyenne - <i>Mean</i>	35,0	31,5		$\pm 0,65$
Côlon - Colon	Poids du contenu frais <i>Wet content weight</i> (g)	7/7 jours - <i>days</i> 5/7 jours - <i>days</i>	23 26	27 25	25 26	26
		Moyenne - <i>Mean</i>	25	26		$\pm 0,9$

(1) Moyenne générale \pm écart-type de la moyenne.
General mean \pm standard error of the mean.

(2) Age à l'abattage (semaines).
Age at slaughter (weeks).

Measurements of caecum, colon and weight of their contents : factorial analysis of variance.

Signification statistique Statistical significance			Age Age (2)	Signification statistique Statistical significance		
Séquence d'alimentation <i>Feeding sequence</i>	Niveau d'alimentation <i>Feeding level</i>	Interaction <i>Interaction</i>		Moyenne <i>Mean</i>	Interaction de l'âge <i>Interaction of age</i>	
					avec la séquence <i>with sequence</i>	avec niveau <i>with feeding level</i>
6,2*	1,9 NS	< 1 NS	8 11 F = 73,7***	31,0 35,9	< 1 NS	2,8 NS
< 1 NS	1,4 NS	2,6 NS	8 11 F = 173,4***	23,6 32,2	< 1 NS	< 1 NS
38,4***	20,7***	9,1**	8 11 F = 102,6***	95 132	3,0 NS	< 1 NS
< 1 NS	< 1 NS	< 1 NS	8 11 F = 72,5***	100 117	1,1 NS	2,4 NS
25,8***	14,9***	5,3*	8 11 F = 250,2***	27,6 37,9	< 1 NS	3,3 NS
< 1 NS	1,1 NS	3,9*	8 11 F = 54,4***	21 30	1,4 NS	< 1 NS

(d'environ 5 p. 100) du poids relatif au poids vif vide, qui est significative dans le cas de l'estomac et de l'intestin grêle mais non significative pour le caecum. La restriction quantitative conduit aussi à une augmentation significative des poids d'estomac (+ 10 p. 100), d'intestin grêle (+ 6 p. 100) et de caecum (+ 12 p. 100) par rapport au poids vif vide. Cependant, pour l'estomac et le caecum, l'interaction entre ces 2 facteurs traduit le fait que l'influence de la restriction temporelle est très marquée chez les lapins *ad libitum* alors que son effet, faible, est inverse de l'effet moyen chez les lapins restreints. Enfin, l'interaction âge - niveau d'alimentation enregistrée pour l'estomac correspond à un effet plus marqué de la restriction quantitative chez les lapins les plus âgés ; elle traduit en fait la différence de niveau de la restriction appliquée aux 2 groupes de lapins (tabl. 1).

Dans le cas de l'appendice, il n'y a pas d'effet du niveau d'alimentation ; seul est observé l'effet de la restriction temporelle qui entraîne une diminution de 8 p. 100 du poids de l'appendice relatif au poids vif vide. Il en va de même pour le côlon

TABLEAU 6

Longueur et poids de tissu frais de l'appendice vermiforme : analyse de variance factorielle.

Variable contrôlée <i>Controlled variable</i>		Séquence d'alimentation <i>Feeding sequence</i>	Niveau d'alimentation <i>Feeding level</i>		Moyenne <i>Mean</i>	$\bar{x} \pm S$ (1) \bar{x}
			Ad libitum <i>Ad libitum</i>	Restreint <i>Restricted</i>		
Longueur <i>Length</i> (cm)		7/7 jours - <i>days</i>	12,0	11,3	11,7	11,6 $\pm 0,16$
		5/7 jours - <i>days</i>	11,6	11,4	11,5	
		Moyenne - <i>Mean</i>	11,8	11,4		
Poids de tissu frais .	(g)	7/7 jours - <i>days</i>	7,9	6,9	7,4	7,0 $\pm 0,21$
		5/7 jours - <i>days</i>	6,8	6,2	6,5	
		Moyenne - <i>Mean</i>	7,4	6,6		
<i>Wet tissue weight</i>	p. 100 du tractus total	7/7 jours - <i>days</i>	5,3	4,8	5,1	4,8 $\pm 0,10$
	p. 100 of the whole tract	5/7 jours - <i>days</i>	4,7	4,4	4,5	
		Moyenne - <i>Mean</i>	5,0	4,6		

(1) Moyenne générale \pm écart-type de la moyenne.
General mean \pm standard error of the mean.

(2) Age à l'abattage (semaines).
Age at slaughter (weeks).

dont le poids relatif est réduit de 5 p. 100 sous l'influence de la restriction temporelle.

2. *Proportions relatives des segments digestifs entre eux* (tabl. 8)

Relativement au poids du tube digestif total, le poids des 2 segments de gros intestin est accru chez les lapins les plus âgés, au détriment de l'estomac et de l'intestin grêle. Le poids de l'appendice (tabl. 6) évolue dans le même sens que le reste du gros intestin. La restriction temporelle conduit à l'accroissement de la part de l'estomac, de l'intestin grêle et du caecum dans le poids du tube digestif total, au détriment du côlon et de l'appendice. La restriction quantitative entraîne une augmentation de la part de l'estomac et du caecum, aux dépens du côlon et de l'appendice, dans le poids du tube digestif total, sans affecter l'intestin grêle. Il y a interaction entre ces facteurs dans le cas de l'estomac, de l'intestin grêle et du caecum,

Length and wet tissue weight of the vermiform appendix : factorial analysis of variance.

Signification statistique <i>Statistical significance</i>			Age Age (2)	Signification statistique <i>Statistical significance</i>		
Séquence d'alimentation <i>Feeding sequence</i>	Niveau d'alimentation <i>Feeding level</i>	Interaction <i>Interaction</i>		Moyenne <i>Mean</i>	Interaction de l'âge <i>Interaction of age</i>	
					avec la séquence <i>with sequence</i>	avec niveau <i>with feeding level</i>
< 1 NS	3,8 NS	< 1 NS	8	10,5	< 1 NS	< 1 NS
			11	12,7		
			F = 83,8***			
15,3***	12,2***	< 1 NS	8	5,4	< 1 NS	1,2 NS
			11	8,6		
			F = 204,1***			
10,6**	7,5**	< 1 NS	8	4,3	< 1 NS	< 1 NS
			11	5,3		
			F = 40,5***			

TABLEAU 7

Poids de tissu frais des différents segments digestifs exprimé en pourcentage du poids vif vide : analyse de variance factorielle.

Variable contrôlée <i>Controlled variable</i>		Séquence d'alimentation <i>Feeding sequence</i>	Niveau d'alimentation <i>Feeding level</i>		Moyenne <i>Mean</i>	$\bar{x} \pm S$ (1) \bar{x}
			Ad libitum <i>Ad libitum</i>	Restreint <i>Restricted</i>		
Estomac <i>Stomach</i>	7/7 jours - <i>days</i>	1,18	1,40	1,29	1,32	
	5/7 jours - <i>days</i>	1,33	1,37	1,35		
	Moyenne - <i>Mean</i>	1,25	1,38			$\pm 0,020$
Intestin grêle <i>Small intestine</i>	7/7 jours - <i>days</i>	3,27	3,44	3,36	3,45	
	5/7 jours - <i>days</i>	3,41	3,65	3,53		
	Moyenne - <i>Mean</i>	3,34	3,55			$\pm 0,058$
Caecum <i>Caecum</i>	7/7 jours - <i>days</i>	1,51	1,87	1,69	1,74	
	5/7 jours - <i>days</i>	1,77	1,79	1,78		
	Moyenne - <i>Mean</i>	1,64	1,83			$\pm 0,029$
Appendice <i>Appendix</i>	7/7 jours - <i>days</i>	0,44	0,44	0,44	0,42	
	5/7 jours - <i>days</i>	0,41	0,40	0,40		
	Moyenne - <i>Mean</i>	0,43	0,42			$\pm 0,006$
Côlon <i>Colon</i>	7/7 jours - <i>days</i>	2,06	2,10	2,08	2,03	
	5/7 jours - <i>days</i>	1,97	1,98	1,97		
	Moyenne - <i>Mean</i>	2,02	2,04			$\pm 0,026$

(1) Moyenne générale \pm écart-type de la moyenne.
General mean \pm standard error of the mean.

(2) Age à l'abattage (semaines).
Age at slaughter (weeks).

*Wet tissue weight of the 5 digestive compartments as percent of the emptied live weight :
factorial analysis of variance.*

Signification statistique <i>Statistical significance</i>			Age <i>Age</i> (2)	Signification statistique <i>Statistical significance</i>		
Séquence d'alimentation <i>Feeding sequence</i>	Niveau d'alimentation <i>Feeding level</i>	Interaction <i>Interaction</i>		Moyenne <i>Mean</i>	Interaction de l'âge <i>Interaction of age</i>	
					avec la séquence <i>with sequence</i>	avec niveau <i>with feeding level</i>
10,3**	38,8***	20,7***	8 11	1,46 1,18	< 1 NS	8,4**
			F = 182,2***			
5,9*	8,0**	< 1 NS	8 11	3,85 3,04	1,5 NS	2,4 NS
			F = 122,8***			
3,6 NS	16,6***	12,6***	8 11	1,85 1,62	< 1 NS	< 1 NS
			F = 25,2***			
8,3**	< 1 NS	< 1 NS	8 11	0,42 0,43	< 1 NS	< 1 NS
			F = 1,5 NS			
6,7*	< 1 NS	< 1 NS	8 11	2,16 1,89	< 1 NS	< 1 NS
			F = 43,2***			

TABLEAU 8

Poids de tissu frais des différents segments digestifs exprimé en pourcentage du poids du tractus digestif total et rapport pondéral estomac/caecum : analyse de variance factorielle.

Variable contrôlée <i>Controlled variable</i>		Séquence d'alimentation <i>Feeding sequence</i>	Niveau d'alimentation <i>Feeding level</i>		Moyenne <i>Mean</i>	$\bar{x} \pm S$ (1) \bar{x}
			Ad libitum <i>Ad libitum</i>	Restreint <i>Restricted</i>		
Poids de tissu frais en p. 100 du tube digestif total <i>Wet tissue weight as percent of the whole G.I. tract</i>	Estomac <i>Stomach</i>	7/7 jours - <i>days</i>	13,9	15,1	14,5	14,7
		5/7 jours - <i>days</i>	15,0	14,9	14,9	
		Moyenne - <i>Mean</i>	14,4	15,0		
	Intestin grêle <i>Small intestine</i>	7/7 jours - <i>days</i>	38,5	37,1	37,8	38,3
		5/7 jours - <i>days</i>	38,2	39,5	38,9	
		Moyenne - <i>Mean</i>	38,3	38,3		
	Caecum <i>Caecum</i>	7/7 jours - <i>days</i>	17,9	20,2	19,0	19,4
		5/7 jours - <i>days</i>	19,9	19,6	19,7	
		Moyenne - <i>Mean</i>	18,9	19,9		
	Côlon <i>Colon</i>	7/7 jours - <i>days</i>	24,4	22,8	23,6	22,8
		5/7 jours - <i>days</i>	22,2	21,6	21,9	
		Moyenne - <i>Mean</i>	23,3	22,2		
Poids tissu frais Estomac		7/7 jours - <i>days</i>	0,78	0,76	0,77	0,77
Poids tissu frais Caecum		5/7 jours - <i>days</i>	0,76	0,77	0,76	
<i>Wet tissue weight Stomach</i>		Moyenne - <i>Mean</i>	0,77	0,76		$\pm 0,009$
<i>Wet tissue weight Caecum</i>						

(1) Moyenne générale \pm écart-type de la moyenne.
General mean \pm standard error of the mean.

(2) Age à l'abattage (semaines).
Age at slaughter (weeks).

Wet tissue weight of 4 digestive compartments as percent of the whole tract and ponderal ratio stomach/caecum : factorial analysis of variance.

Signification statistique <i>Statistical significance</i>			Age <i>Age</i> (2)	Signification statistique <i>Statistical significance</i>		
Séquence d'alimentation <i>Feeding sequence</i>	Niveau d'alimentation <i>Feeding level</i>	Interaction <i>Interaction</i>		Moyenne <i>Mean</i>	Interaction de l'âge <i>Interaction of age</i>	
			8 11	15,0 14,5		
5,3*	9,4**	11,0**	F = 7,3**		3,2 NS	4,7*
5,4*	< 1 NS	9,4**	8 11	39,4 37,2	1,7 NS	< 1 NS
			F = 24,4***			
4,4*	8,2**	14,7***	8 11	19,0 19,8	< 1 NS	< 1 NS
			F = 4,9*			
27,8***	12,4***	2,8 NS	8 11	22,2 23,2	< 1 NS	1,4 NS
			F = 9,9**			
< 1 NS	< 1 NS	1,4 NS	8 11	0,79 0,74	1,2 NS	2,2 NS
			F = 13,5***			

correspondant à une influence plus marquée de la restriction quantitative chez les lapins disposant d'aliment quotidiennement. Une interaction âge - niveau d'alimentation sur le poids d'estomac relatif au poids vif vide correspond à un effet plus accusé de la restriction quantitative chez les lapins les plus âgés (qui ont aussi été plus restreints).

Le rapport des poids de tissu frais estomac/caecum, plus faible chez les lapins les plus âgés, n'est affecté par aucun des facteurs expérimentaux.

TABLEAU 9

Poids de tissu frais par unité de longueur des 4 segments intestinaux : analyse de variance factorielle.

Variable contrôlée <i>Controlled variable</i>		Séquence d'alimentation <i>Feeding sequence</i>	Niveau d'alimentation <i>Feeding level</i>		Moyenne <i>Mean</i>	$\bar{x} \pm S_x$ (1)
			Ad libitum <i>Ad libitum</i>	Restreint <i>Restricted</i>		
Poids de tissu frais par unité de longueur (mg/cm) <i>Wet tissue weight per unit length (mg/cm)</i>	Intestin grêle <i>Small intestine</i>	7/7 jours - <i>days</i>	247	232	239	244
		5/7 jours - <i>days</i>	250	246	248	
		Moyenne - <i>Mean</i>	249	239		
	Caecum	7/7 jours - <i>days</i>	823	872	848	835
		5/7 jours - <i>days</i>	842	799	821	
		Moyenne - <i>Mean</i>	833	836		
	Appendice	7/7 jours - <i>days</i>	658	605	632	595
		5/7 jours - <i>days</i>	575	543	559	
		Moyenne - <i>Mean</i>	617	574		
	Côlon	7/7 jours - <i>days</i>	330	300	315	301
		5/7 jours - <i>days</i>	291	281	286	
		Moyenne - <i>Mean</i>	311	290		

(1) Moyenne générale \pm écart-type de la moyenne.
General mean \pm standard error of the mean.

(2) Age à l'abattage (semaines).
Age at slaughter (weeks).

3. *Densité linéaire des segments intestinaux* (tabl. 9)

Pour tous les territoires intestinaux, le poids de tissu frais par unité de longueur est plus élevé chez les lapins abattus à 11 semaines ; cet accroissement, de l'ordre de 14 à 18 p. 100 pour l'intestin grêle, le caecum et le côlon, atteint 33 p. 100 dans le cas de l'appendice. Pour ce critère, l'intestin grêle et le caecum ne sont pas, en moyenne, affectés par la restriction temporelle ou quantitative. Il y a cependant une interaction significative dans le cas du caecum qui correspond à l'existence d'effets

*Wet tissue weight per unit length of the 4 intestinal compartments :
factorial analysis of variance.*

Signification statistique <i>Statistical significance</i>			Age <i>Age</i> (2)	Signification statistique <i>Statistical significance</i>		
Séquence d'alimentation <i>Feeding sequence</i>	Niveau d'alimentation <i>Feeding level</i>	Interaction <i>Interaction</i>		Moyenne <i>Mean</i>	Interaction de l'âge <i>Interaction of age</i>	
			avec la séquence <i>with sequence</i>		avec niveau <i>with feeding level</i>	
2,6 NS	3,1 NS	1,1 NS	8	228	1,2 NS	1,9 NS
			11	259		
			F = 32,7***			
1,9 NS	< 1 NS	5,3*	8	767	< 1 NS	5,0 NS
			11	902		
			F = 45,9***			
20,1***	6,9*	< 1 NS	8	510	< 1 NS	2,5 NS
			11	681		
			F = 112,6***			
27,5***	13,8***	3,2 NS	8	276	< 1 NS	< 1 NS
			11	324		
			F = 71,1***			

TABLEAU 10

Poids du contenu frais des divers segments digestifs en pourcentage des contenus digestifs totaux et rapport des contenus estomac/caecum : analyse de variance factorielle.

Variable contrôlée <i>Controlled variable</i>		Séquence d'alimentation <i>Feeding sequence</i>	Niveau d'alimentation <i>Feeding level</i>		Moyenne <i>Mean</i>	$\bar{x} \pm S$ (1) \bar{x}
			Ad libitum <i>Ad libitum</i>	Restreint <i>Restricted</i>		
Poids du contenu frais relatif en p. 100 des contenus totaux <i>Relative weight of wet content as percent of total contents</i>	Estomac <i>Stomach</i>	7/7 jours - <i>days</i> 5/7 jours - <i>days</i> Moyenne - <i>Mean</i>	37,2 33,8 <hr/> 35,5	40,9 39,1 <hr/> 40,0	39,0 36,4	37,7 $\pm 0,70$
	Intestin grêle <i>Small intestine</i>	7/7 jours - <i>days</i> 5/7 jours - <i>days</i> Moyenne - <i>Mean</i>	11,8 11,5 <hr/> 11,6	15,0 12,2 <hr/> 13,6	13,4 11,8	12,6 $\pm 0,39$
	Caecum <i>Caecum</i>	7/7 jours - <i>days</i> 5/7 jours - <i>days</i> Moyenne - <i>Mean</i>	40,4 45,2 <hr/> 42,8	35,8 40,8 <hr/> 38,5	38,1 43,0	40,6 $\pm 0,68$
	Côlon <i>Colon</i>	7/7 jours - <i>days</i> 5/7 jours - <i>days</i> Moyenne - <i>Mean</i>	10,6 9,5 <hr/> 10,0	8,4 7,9 <hr/> 8,1	9,5 8,7	9,1 $\pm 0,26$
Contenu frais de l'estomac <i>Stomach wet content</i>		7/7 jours - <i>days</i> 5/7 jours - <i>days</i> Moyenne - <i>Mean</i>	0,97 0,78 <hr/> 0,87	1,17 1,00 <hr/> 1,08	1,06 0,89	0,98 $\pm 0,033$
Contenu frais du caecum <i>Caecum wet content</i>						

(1) Moyenne générale \pm écart-type de la moyenne.
General mean \pm standard error of the mean.

(2) Age à l'abattage (semaines).
Age at slaughter (weeks).

Weight of wet content of the various digestive compartments, as percent of the contents of the whole tract and ratio of contents stomach/caecum : factorial analysis of variance.

Signification statistique <i>Statistical significance</i>			Age <i>Age</i> (2)	Signification statistique <i>Statistical significance</i>		
Séquence d'alimentation <i>Feeding sequence</i>	Niveau d'alimentation <i>Feeding level</i>	Interaction <i>Interaction</i>		Moyenne <i>Mean</i>	Interaction de l'âge <i>Interaction of age</i>	
					avec la séquence <i>with sequence</i>	avec niveau <i>with feeding level</i>
5,7*	16,8***	< 1 NS	8	38,0 37,5	< 1 NS	5,6*
			11			
4,4*	6,9*	2,7 NS	8	12,3 13,0	1,6 NS	< 1 NS
			11			
22,5***	18,9***	< 1 NS	8	40,9 40,2	1,4 NS	4,5 NS
			11			
2,8 NS	16,6***	< 1 NS	8	8,8 9,4	< 1 NS	1,6 NS
			11			
13,8***	19,3***	< 1 NS	8	0,99 0,97	< 1 NS	6,4*
			11			

TABLEAU 11

Poids absolu et relatif du foie, des reins et du mésentère : analyse de variance factorielle.

Variable contrôlée <i>Controlled variable</i>		Séquence d'alimentation <i>Feeding sequence</i>	Niveau d'alimentation <i>Feeding level</i>		Moyenne <i>Mean</i>	$\bar{x} \pm S_x$ (1)
			Ad libitum <i>Ad libitum</i>	Restreint <i>Restricted</i>		
Poids du foie <i>Liver weight</i>	(g)	7/7 jours - <i>days</i>	100,2	83,7	91,9	100,9
		5/7 jours - <i>days</i>	105,4	114,5	109,9	
		Moyenne - <i>Mean</i>	102,8	99,1		
(%) (3)	7/7 jours - <i>days</i>	5,71	5,32	5,52	6,22	
	5/7 jours - <i>days</i>	6,52	7,32	6,92		
	Moyenne - <i>Mean</i>	6,12	6,33			$\pm 0,122$
Poids des 2 reins <i>Weight of the 2 kidneys</i>	(g)	7/7 jours - <i>days</i>	14,5	11,9	13,2	13,3
		5/7 jours - <i>days</i>	13,8	13,1	13,5	
		Moyenne - <i>Mean</i>	14,1	12,5		
(%) (3)	7/7 jours - <i>days</i>	0,83	0,77	0,80	0,84	
	5/7 jours - <i>days</i>	0,87	0,86	0,87		
	Moyenne - <i>Mean</i>	0,85	0,82			$\pm 0,018$
Poids du mésentère <i>Mesentery weight</i>	(g)	7/7 jours - <i>days</i>	19,7	13,6	16,7	15,6
		5/7 jours - <i>days</i>	16,2	13,0	14,6	
		Moyenne - <i>Mean</i>	17,6	13,3		
(%) (3)	7/7 jours - <i>days</i>	1,06	0,86	0,96	0,92	
	5/7 jours - <i>days</i>	0,94	0,82	0,88		
	Moyenne - <i>Mean</i>	1,00	0,84			$\pm 0,024$

(1) Moyenne générale \pm écart-type de la moyenne.
General mean \pm standard error of the mean.

(2) Age à l'abattage (semaines).
Age at slaughter (weeks).

(3) % : p. 100 du poids vif vide.
% : p. 100 of emptied live weight.

*Absolute and relative weight of the liver, the kidneys and the mesentery :
factorial analysis of variance.*

Signification statistique <i>Statistical significance</i>			Age <i>Age</i> (2)	Signification statistique <i>Statistical significance</i>		
Séquence d'alimentation <i>Feeding sequence</i>	Niveau d'alimentation <i>Feeding level</i>	Interaction <i>Interaction</i>		Moyenne <i>Mean</i>	Interaction de l'âge <i>Interaction of age</i>	
					avec la séquence <i>with sequence</i>	avec niveau <i>with feeding level</i>
27,0***	1,2 NS	13,7***	8 11	83,9 118,0		
			F = 97,3***		2,9 NS	2,1 NS
65,2***	1,5 NS	11,7***	8 11	6,52 5,92		
			F = 12,0***		< 1 NS	11,4**
< 1 NS	19,6***	7,0*	8 11	11,8 14,8		
			F = 65,8***		< 1 NS	2,3 NS
4,9*	1,1 NS	< 1 NS	8 11	0,93 0,74		
			F = 38,8***		< 1 NS	< 1 NS
9,8**	50,6***	4,7*	8 11	10,4 20,8		
			F = 253,4***		< 1 NS	24,5***
5,5*	22,0***	1,9 NS	8 11	0,81 1,03		
			F = 42,4***		< 1 NS	10,7**

TABLEAU 12

Poids de la peau et caractéristiques relatives à la carcasse : analyse de variance factorielle.

Variable contrôlée <i>Controlled variable</i>		Séquence d'alimentation <i>Feeding sequence</i>	Niveau d'alimentation <i>Feeding level</i>		Moyenne <i>Mean</i>	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ (1)
			<i>Ad libitum</i>	Restreint <i>Restricted</i>		
Poids de la peau <i>Weight of the skin</i>	(g)	7/7 jours - <i>days</i>	293	235	264	251
		5/7 jours - <i>days</i>	248	225	237	
		Moyenne - <i>Mean</i>	271	230		
<i>Weight of the skin</i>	(%) (3)	7/7 jours - <i>days</i>	16,3	15,0	15,6	15,2
		5/7 jours - <i>days</i>	15,1	14,4	14,8	
		Moyenne - <i>Mean</i>	15,7	14,7		
Poids de la carcasse	(g)	7/7 jours - <i>days</i>	1 136	1 002	1 069	1 037
		5/7 jours - <i>days</i>	1 026	981	1 004	
		Moyenne - <i>Mean</i>	1 081	992		
<i>Weight of the carcass</i>	(%) (3)	7/7 jours - <i>days</i>	62,9	63,5	63,2	62,7
		5/7 jours - <i>days</i>	61,9	62,6	62,2	
		Moyenne - <i>Mean</i>	62,4	63,0		
Rendement à l'abattage (%)		7/7 jours - <i>days</i>	61,8	57,4	59,6	59,3
		5/7 jours - <i>days</i>	59,3	58,6	59,0	
		Moyenne - <i>Mean</i>	60,5	58,0		
Gain de poids de carcasse (g/j)		7/7 jours - <i>days</i>	24,4	17,1	20,7	19,1
		5/7 jours - <i>days</i>	18,5	16,6	17,5	
		Moyenne - <i>Mean</i>	21,4	16,8		
Coût alimentaire kg/kg de gain de carcasse		7/7 jours - <i>days</i>	5,84	6,25	6,05	6,00
		5/7 jours - <i>days</i>	6,11	5,77	5,95	
		Moyenne - <i>Mean</i>	5,98	6,01		

(1) Moyenne générale \pm écart-type de la moyenne.
General mean \pm standard error of the mean.

(2) Age à l'abattage (semaines).
Age at slaughter (weeks).

(3) % : p. 100 du poids vif vide.
% : p. 100 of emptied live weight.

Skin weight and some characteristics of carcass : factorial analysis of variance.

Signification statistique <i>Statistical significance</i>			Age <i>Age</i> (2)	Signification statistique <i>Statistical significance</i>		
Séquence d'alimentation <i>Feeding sequence</i>	Niveau d'alimentation <i>Feeding level</i>	Interaction <i>Interaction</i>		Moyenne <i>Mean</i>	Interaction de l'âge <i>Interaction of age</i>	
					avec la séquence <i>with sequence</i>	avec niveau <i>with feeding level</i>
35,1***	75,6***	13,9***	8	198	< 1 NS	15,0***
			11	303		
			F = 513,3***			
20,8***	27,1***	2,3 NS	8	15,3	< 1 NS	< 1 NS
			11	15,1		
			F = 1,2 NS			
30,3***	56,1***	14,4***	8	788	< 1 NS	23,1***
			11	1 285		
			F = 1 743,4***			
14,1***	4,9*	< 1 NS	8	61,2	< 1 NS	< 1 NS
			11	64,2		
			F = 132,8***			
4,8*	68,7***	38,8***	8	58,0	1,1 NS	1,1 NS
			11	60,6		
			F = 76,1***			
25,4***	52,0***	18,2***	8	18,1	< 1 NS	16,1***
			11	20,1		
			F = 9,5**			
< 1 NS	< 1 NS	1,3 NS	8	5,52	2,5 NS	< 1 NS
			11	6,47		
			F = 8,4**			

inverses selon la combinaison factorielle considérée. La restriction temporelle entraîne une réduction de la densité linéaire de l'appendice (— 12 p. 100) et du côlon (— 9 p. 100). La restriction quantitative conduit en outre pour ces 2 viscères à une densité linéaire réduite de 7 p. 100.

F. Poids relatifs des contenus digestifs (tabl. 10)

La proportion des contenus digestifs totaux afférente à chacun des segments du tube digestif est la même quel que soit l'âge des animaux. La restriction temporelle conduit à un accroissement de la part des contenus totaux que renferme le caecum aux dépens des autres compartiments. La restriction quantitative a des effets inverses, avec réduction de la proportion de contenu caecal (et colique) et augmentation relative des contenus d'estomac et d'intestin grêle. Il n'y a pas d'interaction entre ces 2 facteurs pour aucun des poids relatifs de contenus. Par contre, dans le cas de l'estomac, une interaction âge - niveau d'alimentation correspond encore à un effet plus important de la restriction quantitative chez les lapins abattus à 11 semaines.

Le rapport des poids respectifs de contenus de l'estomac et du caecum n'est pas différent selon l'âge des lapins mais reste soumis à la même interaction que ci-dessus. Ce rapport pondéral est par ailleurs réduit par la restriction temporelle, mais augmenté par la restriction quantitative.

G. Poids du foie, des reins et du mésentère (tabl. 11)

Le poids du foie est, en valeur absolue, plus important chez les lapins abattus à 11 semaines. Il est aussi accru par la restriction temporelle. Il n'y a pas, en moyenne, d'effet du niveau d'alimentation en raison de l'interaction séquence - niveau d'alimentation qui correspond à des effets de la restriction quantitative de sens inverse selon la séquence de distribution de l'aliment.

Exprimé en pourcentage du poids vif vide, le poids du foie est moindre chez les lapins de 11 semaines. Les effets expérimentaux significatifs restent les mêmes et de même sens. Il existe en outre une interaction âge - niveau d'alimentation qui tient à des effets de la restriction quantitative opposés chez les lapins de 8 (— 6 p. 100) et de 11 semaines (+ 14 p. 100).

Le poids des reins est plus élevé en valeur absolue, mais moindre relativement au poids vif vide, chez les lapins abattus à 11 semaines. La restriction temporelle conduit à un accroissement du poids des reins, significatif en valeur relative. La restriction quantitative réduit le poids des reins, de façon significative en valeur absolue. Enfin, le poids des reins, en valeur absolue, est soumis à une interaction entre séquence et niveau d'alimentation, les effets de la restriction temporelle étant inverses selon qu'elle est appliquée chez des lapins rationnés ou nourris *ad libitum*.

Le poids du mésentère, doublé en valeur absolue chez les lapins les plus âgés, est également accru en pourcentage du poids vif vide. La restriction, temporelle ou quantitative, conduit en moyenne à une diminution du poids de mésentère tant en valeur absolue qu'en valeur relative. Une interaction entre ces 2 facteurs, à l'égard

des valeurs absolues du poids de mésentère correspond à un effet plus intense de la restriction temporelle chez les lapins alimentés *ad libitum*.

Enfin, une interaction âge - niveau d'alimentation correspond à l'effet restriction quantitative plus important chez les lapins les plus âgés.

H. *Caractéristiques de la peau et de la carcasse* (tabl. 12)

Le poids de la peau, accru en valeur absolue chez les lapins abattus à 11 semaines reste inchangé relativement au poids vif vide. La restriction, temporelle ou quantitative, réduit les poids absolu et relatif de la peau. Il y a en outre interaction entre les 2 facteurs expérimentaux à l'égard du poids brut de la peau, plus réduit par la restriction temporelle chez les animaux alimentés *ad libitum* que chez les lapins soumis à une restriction quantitative. Il y a aussi interaction âge - niveau d'alimentation, le poids de peau étant plus réduit par la restriction quantitative chez les lapins les plus âgés.

Les effets des différents traitements expérimentaux sur le poids brut de carcasse sont identiques à ceux précédemment enregistrés pour le poids vif vide de contenus digestifs (tabl. 3). Lorsqu'on rapporte le poids de carcasse au poids vif vide, on enregistre 3 effets indépendants en l'absence de toute interaction : le poids relatif de carcasse est le plus élevé chez les lapins abattus à 11 semaines ; la restriction temporelle réduit ce poids relatif de carcasse, alors que la restriction quantitative l'augmente. Si on exprime, classiquement, le poids de carcasse en fonction du poids vif à l'abattage (rendement à l'abattage), on retrouve l'effet de l'âge. L'effet de la restriction temporelle est également maintenu. Mais la restriction quantitative a un effet inverse puisqu'elle réduit le rendement à l'abattage. De plus, on enregistre une interaction entre les facteurs expérimentaux correspondant à une inversion de l'effet de la séquence de distribution selon le niveau d'alimentation.

Le gain de poids de carcasse s'avère plus élevé pour les lapins les plus âgés. La restriction, temporelle ou quantitative, le réduit ; l'effet de la restriction temporelle est en outre plus marqué (interaction) chez les animaux alimentés *ad libitum*. De plus, l'effet de la restriction quantitative est plus accusé chez les lapins les plus âgés.

Enfin, si le coût alimentaire du kg de gain de poids de carcasse est plus élevé entre 8 et 11 semaines qu'entre 5 et 8 semaines, on n'observe aucune différence liée à l'un ou l'autre des 2 modes de restriction.

IV. Discussion

A. *Les effets liés à l'âge des lapins*

L'influence de l'âge des animaux à l'égard de leur niveau d'ingestion moyen comme de leurs diverses mensurations corporelles constitue *a priori* une évidence pour des lapins qui n'ont pas encore atteint leur poids adulte. Nous ne reviendrons pas sur les caractéristiques de consommation des différents groupes, qui sont inhérentes au protocole et n'ont donc d'intérêt que comme éventuel élément explicatif d'autres

variations observées. Les fluctuations des mensurations corporelles et viscérales enregistrées ici en fonction de l'âge des lapins corroborent des observations antérieures chez les lapins de même race (LAPLACE & LEBAS, 1972 ; LEBAS & LAPLACE, 1972). Toutes les valeurs absolues des mensurations effectuées sont les plus élevées chez les lapins abattus le plus tardivement. Mais, exprimées en pourcentage du poids vif vide, toutes les mensurations viscérales à l'exception de celles de l'appendice et du mésentère, sont les plus faibles chez les animaux les plus âgés. Ceci confirme que, entre 8 et 11 semaines d'âge, la croissance viscérale est nettement moins importante que la croissance corporelle (allométrie minorante). L'appendice, dont le développement tardif a déjà été souligné (LEBAS & LAPLACE, 1972) conserve durant cette période un rythme de croissance du même ordre que celui de la croissance corporelle. L'accroissement du poids relatif du mésentère traduit l'importance du dépôt de graisses plus qu'une forte croissance réelle. Par ailleurs, on remarque, toujours en pourcentage du poids vif vide, l'allométrie de croissance majorante de la carcasse et l'isométrie de celle de la peau.

L'évolution en fonction de l'âge, de la proportion du tube digestif total que représente chacun de ses segments est variable. Il y a en effet, entre 8 et 11 semaines d'âge, réduction de la part de l'estomac et de l'intestin grêle dans le poids total de tissu frais du tractus digestif et augmentation de celle du territoire distal (caecum, appendice et côlon). Ceci confirme la moindre précocité relative du développement du tube digestif postérieur (LAPLACE & LEBAS, 1972). Enfin, il est remarquable qu'en dépit de ces variations pondérales relatives des divers segments du tube digestif, chacun d'eux contient, aux âges étudiés, une masse de contenus qui représente une proportion inchangée par rapport à la masse totale de contenus digestifs.

L'interaction entre l'âge et le niveau d'alimentation mise en évidence par l'analyse de variance pour un grand nombre de variables contrôlées n'est dans tous les cas que la conséquence de la plus forte restriction quantitative subie par les lapins abattus à l'âge de 11 semaines (— 36 p. 100) par rapport à celle appliquée aux lapins sacrifiés à l'âge de 8 semaines (— 19 p. 100). Cette différence inhérente au déroulement de l'expérience explique que l'effet de la restriction quantitative soit toujours plus marqué chez les lapins les plus âgés. En dehors de cet effet lié au protocole, on ne décèle aucune différence d'influence de la restriction quantitative selon l'âge des animaux.

L'interaction entre l'âge et la séquence d'alimentation ne concerne que deux des critères pris en considération : l'indice de consommation calculé sur les 21 jours d'élevage, et le poids des contenus digestifs totaux. Dans les 2 cas, le jeûne intermittent a des effets de détérioration de l'indice de consommation et d'accroissement des contenus digestifs plus marqués chez les lapins les plus âgés. Au total, en dehors de ces deux derniers effets d'interaction, de portée limitée, on peut considérer que les conséquences des restrictions appliquées sont analogues pour les 2 périodes considérées, 5-8 et 8-11 semaines d'âge.

B. *Bilan des effets des 2 modes de restriction*

Globalement, les effets de la restriction temporelle et de la restriction quantitative, tels qu'ils ressortent de l'analyse de variance factorielle (effets indépendants) peuvent être résumés comme suit : sur quelque 55 variables contrôlées, on observe 11 cas d'absence d'effet de l'un ou l'autre mode de restriction. Pour 8 des critères

considérés, seul l'effet de la restriction temporelle est enregistré, tandis que l'effet de la restriction quantitative est seul significatif pour 6 autres paramètres. Enfin, pour 5 des variables étudiées, les effets moyens des 2 types de restriction sont simultanément significatifs, mais opposés, tandis que pour les 25 derniers cas (45 p. 100 des variables étudiées) les 2 modes de restriction ont des effets significatifs de même sens. Si l'on prend en compte les effets d'interaction significatifs entre les 2 modes de restriction, il apparaît que dans 3 cas, l'absence d'effet moyen des 2 facteurs étudiés résulte du fait que chacun d'eux exerce un effet diamétralement opposé selon le niveau d'application de l'autre mode de restriction. Ceci est observé pour le poids brut de tissu frais d'intestin grêle, le poids brut de contenu de côlon et la densité linéaire du caecum. Cette situation, pour laquelle l'effet moyen est nul, doit être assimilée aux 6 cas pour lesquels les 2 restrictions ont des effets inverses. De plus, dans 12 cas, l'étude des effets d'interaction entre les 2 modes de restriction révèle encore des effets de sens inverse, mais d'ampleur inégale ; ceci conduit à enregistrer dans l'analyse des effets moyens des facteurs, soit un effet résultant du sens de l'effet de plus forte amplitude, soit une absence d'effet moyen de l'un des 2 modes de rationnement.

Le bilan des effets des restrictions temporelle et quantitative doit donc être corrigé compte tenu de ces éléments. Il apparaît alors que, pour 28 des 55 variables contrôlées, les 2 modes de restriction ont des effets semblables (nuls ou de même sens). Rares sont les variables qui ne sont affectées que par l'un ou l'autre des 2 types de restriction : 5 ne le sont que par la restriction temporelle (poids brut du tube digestif total ; longueur du caecum ; poids de l'appendice, du côlon et des reins en pourcentage du poids vif vide) et 2 seulement ne sont affectées que par la restriction quantitative (poids du tube digestif total en pourcentage du poids vif vide, et contenu colique en pourcentage des contenus digestifs totaux). Enfin, les 2 modes de restriction ont des effets inverses sur 20 variables étudiées, soit indépendants (5 cas), soit en interaction (15 cas). Cet inventaire n'a d'autre intérêt que de souligner la grande diversité de réponse des viscères, voire des segments d'un même organe, face à une même source de variation. Cette observation interdit toute extrapolation ou généralisation hâtive, à partir d'un nombre limité de variables contrôlées.

Le relevé effectué ci-dessus indique que les 2 modes de restriction ont des effets différents. Pourtant, on note au terme de l'expérience que ces 2 modalités de restriction n'ont absolument pas modifié le coût alimentaire du kg de gain de poids de carcasse et que toutes deux ont entraîné une réduction de la croissance en termes de poids des carcasses produites. Dans cette perspective du résultat zootechnique, les 2 restrictions temporelle et quantitative conduisent, par des voies sans doute différentes, à un même résultat. On peut remarquer que la restriction temporelle, telle qu'elle a été ici appliquée (soit 2 jours de jeûne sur 7), a un résultat négatif alors que, appliquée dans des conditions moins sévères (1 jour de jeûne sur 8), elle permet une meilleure efficacité d'utilisation des aliments sans affecter le gain de poids (LEBAS, 1975). Cependant, la composition du gain de poids de carcasse n'a pas été contrôlée dans cette expérience. On ne peut donc exclure l'existence de différences qualitatives des carcasses produites selon les modalités de restriction.

C. Effets des restrictions sur les organes autres que le tube digestif

Le poids de la peau et celui du mésentère diminuent tant en valeur absolue que relative au poids vif vide, sous l'influence de chacun des 2 modes de restriction mis

en œuvre. On note que la restriction temporelle entraîne une plus forte réduction des poids bruts de peau et de mésentère chez les lapins nourris *ad libitum*, interaction non retrouvée pour les poids relatifs. On peut aisément concevoir que les 2 modes de restriction conduisent à une réduction des dépôts de graisse mésentérique. On peut aussi envisager que l'effet de la restriction temporelle soit plus évident chez les lapins *ad libitum* susceptibles de déposer plus de graisses que leurs homologues soumis à restriction quantitative. Mais une hypothèse analogue ne peut être avancée pour la peau, les dépôts gras sous-cutanés restant de toute façon adhérents à la carcasse, en l'absence d'information précise sur la teneur en graisse de la peau de lapin.

Le poids des reins est en valeur absolue diminué par la restriction quantitative. Mais cette réduction est proportionnelle à celle du poids du corps puisque l'effet disparaît par l'expression du poids des reins en pourcentage du poids vif vide. Par contre, la restriction temporelle ne réduit pas, en moyenne, le poids brut des reins. Il est donc logique que leur poids relatif au poids vif vide soit accru puisque ce poids vif vide est réduit par le jeûne intermittent. Il y a donc, lors de restriction temporelle, une certaine disproportion entre le poids du corps et celui du rein dont l'hypertrophie relative pourrait être la conséquence des irrégularités du métabolisme liées à un apport discontinu d'aliment.

En ce qui concerne le foie, les poids brut et relatif sont augmentés par la restriction temporelle, réduits lors de restriction quantitative avec distribution quotidienne, mais augmentés par la combinaison des 2 modes de restriction. Il semble donc que l'effet de la restriction temporelle — augmentation de la taille du foie — soit dominant ; en d'autres termes, l'influence de l'intermittence des apports s'avère plus importante que celle de la restriction quantitative. Là encore, on peut concevoir l'existence d'une hypertrophie du foie, organe tampon entre les sites d'absorption et d'utilisation des nutriments, lors d'apport alimentaire discontinu. A l'opposé, un apport limité (restriction quantitative) mais quotidien, conduit à un foie de petite taille chez nos lapins en croissance ou reste sans effet chez les lapines gestantes (LEBAS & LAPLACE, 1974). Toutefois, l'analyse des modifications du poids du foie doit tenir compte de la chronologie des abattages. Le lot A, sacrifié au matin après la période normale de prise alimentaire nocturne, et le lot R abattu à 14 heures, après l'ingestion induite chez ces sujets restreints par la distribution du mardi matin, font donc tous deux l'objet de mensurations viscérales en période posprandiale rapprochée. Le poids de leur foie peut donc bénéficier de l'effet de réplétion consécutif à la prise d'aliment décrit chez le poulet (SIMON & BLUM, 1972 ; SIMON & BRISSON, 1972). En conséquence, non seulement l'effet d'atrophie observé pour le lot R (— 16 p. 100 par rapport au lot A) n'est pas un artefact lié à la méthodologie d'abattage, mais il pourrait même être plus important que ne l'indiquent les valeurs mesurées. Par contre, chez les lapins des lots IA et IR, sacrifiés respectivement 24 ou 30 heures après l'ultime distribution d'aliment, l'effet de réplétion hépatique a eu le temps de s'exercer complètement et les animaux qui ont le plus consommé (lot IR + 20 p. 100 par rapport au lot IA) ont aussi le poids de foie le plus élevé (lot IR + 9 p. 100 par rapport au lot IA). Il n'en reste pas moins qu'en moyenne, les lapins soumis à restriction temporelle ont un foie plus lourd (+ 20 p. 100) que ceux bénéficiant d'une alimentation quotidienne. La privation périodique de nutriments, telle qu'elle résulte du jeûne intermittent serait donc un facteur d'hypertrophie hépatique lié à l'effort métabolique considérable effectué par le foie pour préserver l'homéostasie tant en période de jeûne qu'en période d'afflux de nutriments.

D. Effets des restrictions sur les organes digestifs

La longueur des divers segments intestinaux n'est pas modifiée par l'une ou l'autre des restrictions, hors le cas du caecum dont la longueur est accrue de 4,3 p. 100 sous l'influence de la restriction temporelle. Par conséquent, la croissance normale en longueur de l'intestin, liée à l'âge des lapins, n'a pas été affectée par les restrictions en dépit de la moindre croissance corporelle.

Le poids de tissu frais du tube digestif total varie sous l'effet de la restriction temporelle dans la même proportion que le poids du corps. Par contre, la restriction quantitative conduit à une hypertrophie relative du tube digestif dont le poids total est augmenté de 6,2 p. 100 par rapport au poids vif. Si l'on considère segment par segment les valeurs absolues des poids de tissu frais, on remarque globalement l'absence de toute influence des 2 modes de restriction pour l'estomac, l'intestin grêle et le caecum, et la diminution de 9 à 12 p. 100 des poids d'appendice et de côlon pour l'un ou l'autre des 2 modes de restriction. Ces faits correspondent en moyenne, pour l'estomac, l'intestin grêle et le caecum à une hypertrophie relative (augmentation des poids de tissu en pourcentage du poids vif vide) de l'ordre de 5 p. 100 sous l'influence de la restriction temporelle et de 6 à 11 p. 100 sous l'influence de la restriction quantitative. Relativement au poids vif vide, les poids d'appendice et de côlon ne sont pas affectés par la restriction quantitative, leur réduction étant proportionnelle à celle du poids corporel, alors qu'ils sont réduits de 5 à 9 p. 100 sous l'influence de la restriction temporelle.

En somme, abstraction faite des variations directement liées à celles de la croissance corporelle, l'équilibre général du tube digestif est modifié avec une hypertrophie relative de l'estomac, de l'intestin grêle et du caecum, et une atrophie relative de l'appendice et du côlon, comme en témoigne l'analyse du poids de tissu de ces divers territoires en pourcentage du poids de tissu du tube digestif total. Ce phénomène est vérifié pour chacun des 2 modes de restriction. Cependant, l'analyse des densités linéaires montre que pour l'intestin grêle et le caecum, l'hypertrophie n'est que relative au poids corporel en l'absence d'hypertrophie vraie (poids de tissu par unité de longueur inchangé). Par contre, dans le cas de l'appendice et du côlon, l'atrophie relative recouvre une véritable atrophie, avec réduction du poids de tissu par unité de longueur, de l'ordre de 9 à 12 p. 100 sous l'influence de la restriction temporelle et d'environ 7 p. 100 sous l'influence de la restriction quantitative.

Il n'y a donc pas de véritable réponse adaptative morphologique de l'estomac ou de l'intestin grêle aux restrictions appliquées durant une période de 3 semaines à nos lapins. Ceci concorde avec les observations réalisées chez le rat : il n'y a pas non plus de modifications morphologiques significatives lors d'application dans cette espèce d'un jeûne intermittent durant 6 semaines, l'hypertrophie de l'estomac et de l'intestin grêle n'étant enregistrée que pour des périodes de 17 à 26 semaines de jeûne intermittent (HOLECKOVA & FABRY, 1959 ; FABRY & KUJALOVA, 1960). Par ailleurs, bien que la restriction quantitative sévère mise en œuvre chez le rat par DOWLING (1967) soit réalisée par dilution de l'aliment avec un matériau indigestible et non par limitation des quantités allouées, cet auteur n'enregistre pas non plus de véritable hypertrophie. Les restrictions, tant quantitative que temporelle, n'entraînent donc pas à court terme d'hypertrophie de l'estomac ou de l'intestin grêle chez le rat. Il en est de même pour les compartiments proximaux (estomac, intestin grêle et caecum) chez

nos lapins. L'atrophie réelle du côlon enregistrée chez ces derniers peut être hypothétiquement attribuée à une atrophie de la musculature du côlon dont l'activité ne s'exerce probablement que sur des quantités réduites de digesta. Si l'on admet qu'existe chez le lapin comme chez le rat une forte augmentation des capacités d'absorption de l'intestin grêle, tant lors de restriction temporelle (KUJALOVA & FABRY, 1958-1960) que lors de restriction quantitative (DOWLING, 1967 ; DOWLING *et al.*, 1967), il serait en effet plausible que les quantités résiduelles de matériaux soient réduites au niveau du côlon. Cela étant, on notera que, chez le lapin, le caecum dont le rôle dans la digestion et l'absorption (acides gras volatils en particulier) est important, reste associé dans ses réponses à l'intestin grêle et non au territoire colique d'excrétion. Enfin, la méconnaissance actuelle du rôle fonctionnel de l'appendice interdit toute hypothèse explicative de son atrophie. Mais il a déjà été observé (LAPLACE & LEBAS, 1972) sur une population de 200 lapins qu'en dépit de leur continuité anatomique, l'appendice et le caecum évoluent de façon indépendante.

E. Restrictions, contenus digestifs et utilisation des aliments

Les masses de contenus digestifs ne peuvent être prises en considération que compte tenu de la chronologie d'abattage et de l'importance des quantités ingérées à la suite de l'ultime distribution. En moyenne, les lapins soumis à restriction temporelle (lots IA et IR) ont disposé d'un délai de 24 à 30 h après l'ultime distribution ce qui leur a permis d'ingérer une quantité d'aliment très supérieure à leurs congénères. Mais leur comportement particulier (ingestion massive aussitôt après la distribution) fait qu'au moment de l'abattage une part importante de ces quantités ingérées a pu transiter et éventuellement être excrétée. Ceci expliquerait que leurs contenus digestifs totaux ne soient en moyenne que faiblement augmentés. De fait, on observe chez eux une répartition particulière des contenus : exprimée en pourcentage des contenus totaux, la quantité de contenus d'estomac et d'intestin grêle est réduite de 7 à 12 p. 100 alors que celle retrouvée dans le caecum est accrue de 13 p. 100. Cette répartition témoigne du fait que l'ingestion massive après la distribution, conséquence comportementale du jeûne intermittent appliqué antérieurement, a été accompagnée d'un transit rapide et d'une excrétion fécale concomitante d'où résulte le faible accroissement global des contenus digestifs totaux.

Ces phénomènes dans le cas des lapins du lot IR sont évidemment très différents de ce qui se passe chez les lapins du lot R qui ont eux aussi une forte ingestion consécutive à la distribution mais ont été sacrifiés 6 h après cette dernière seulement (et non 30 h comme les IR). Il est donc logique qu'il y ait une interaction des 2 types de restriction. Ceci étant, l'effet de la restriction quantitative a son ampleur maximale chez les sujets R, hors de toute interférence d'une restriction temporelle. Dans ce cas, l'augmentation de la masse totale de contenus digestifs est considérable (+ 49,5 p. 100). Mais cette augmentation est surtout localisée au niveau de l'estomac et de l'intestin grêle dont les contenus représentent une part fortement accrue des contenus totaux (+ 13 et + 17 p. 100 respectivement). Les contenus de caecum sont eux aussi accrues en valeur absolue, leur part relative dans les contenus totaux se trouvant néanmoins réduite.

En somme, ces divers effets permettent de vérifier à nouveau l'étroite association chez le lapin des phénomènes de comportement alimentaire, transit digestif et excrétion fécale (LAPLACE, 1978). Mais les mesures effectuées sur les contenus ne permettent

pas d'apporter des précisions sur l'évolution relative des quantités résiduelles de digesta arrivant dans le côlon, à l'appui des hypothèses envisagées plus haut. On sait cependant que la restriction alimentaire quantitative entraîne chez le lapin une augmentation de l'utilisation digestive apparente des aliments (ARKHURST, 1973 ; LEBAS, 1979) qui peut témoigner d'une adaptation fonctionnelle du tube digestif. La quantité d'aliment requise pour fabriquer un kg de gain de carcasse restant, quel qu'ait été le type de restriction mise en œuvre, la même que chez les lapins alimentés *ad libitum*, et le besoin d'entretien étant considéré comme incompressible, le besoin de croissance ne peut avoir été assuré que par l'amélioration de la capacité digestive fonctionnelle. Celle-ci ne paraît cependant pas avoir été suffisante compte tenu des conditions précises de l'expérience puisque les 2 types de restriction conduisent malgré tout à des gains de poids de carcasse plus faibles.

En conclusion, la restriction de la quantité d'aliment allouée à 71 p. 100 de la quantité ingérée spontanément, et/ou la limitation du temps d'accès à la mangeoire à 5 jours sur 7 n'entraînent pas d'adaptation morphologiquement décelable du tube digestif chez le lapin. Une augmentation de la capacité digestive fonctionnelle paraît cependant probable. De fait, la croissance corporelle des lapins est réduite sans pour autant que le coût alimentaire de cette croissance soit modifié. Au-delà du cas précis des situations expérimentales considérées, cette première étude, chez le lapin, des conséquences de divers modes de restriction sur la morphologie viscérale devrait permettre de mieux définir les mesures à réaliser lors d'essais ultérieurs.

Accepté pour publication en octobre 1982.

Summary

Visceral measurements in the rabbit

4. Effect of various types of feed restriction on body and viscera growth

Two groups including each 48 Californian rabbits of both sexes, of 5 or 8 weeks of age, respectively, at the beginning of the experiment, were fed a balanced complete diet for 3 weeks. They were allotted into 4 groups according to a factorial pattern corresponding to 2 levels of feeding (*ad libitum* or restricted at 71 p. 100) and two frequencies of access to the manger, either 7 days out of 7, or only 5 days out of 7, i.e. 71 p. 100 of the time. In the latter case rabbits were subjected to the following sequence : 2-day feeding, 1-day fast, 3-day feeding, 1-day fast. Animals were sacrificed at the end of the trial. Carcasses and abdominal viscera were measured.

Both types of feed restriction had similar effects on the performances. Growth rates were identical (25 g/d on an average) for both groups of age, but the carcass weight gain was higher in older animals : 20.1 g/day versus 18.1 g/day in the younger. In addition, feed conversion ratio, either on a live weight or carcass weight basis, decreased as rabbits grew older.

Reduction of the feeding time at 5 days per week, i.e. 71 p. 100 of the time led in rabbits fed *ad libitum* to a decrease in the amounts of feed ingested of 78.9 p. 100. Both types of feed restriction (amount and time) led to a proportional decrease in weight gain expressed in carcass weight gain. On the contrary, they did not affect the feeding cost of this carcass weight gain : 6.00 ± 0.18 kg feed per kg carcass weight gain on an average. Both types of feed restriction did not lead to a real morphological adaptation of the digestive tract : there was no noticeable increase in the tissue length or weight per unit of length. On the contrary, an atrophy of the colon was observed. However, with each type of feed restriction an increase in the weight of the digestive content was observed, despite the live weight decrease : + 7 p. 100 for the time restriction and + 31 p. 100 for the quantitative restriction. The liver weight, expressed in percent of live weight emptied

of digestive content, increased with the time restriction, especially in rabbits receiving only a restricted amount of feed (+ 28 p. 100 as compared to the control fed *ad libitum*). On the contrary, in rabbits with free access to the manger every day, the quantitative restriction led to a reduction of the liver relative weight (— 7 p. 100).

Références bibliographiques

- ALDEWACHI H.S., WRIGHT N.A., APPELTON D.R., WATSON A.J., 1975. The effect of starvation and refeeding on cell population kinetics in the rat small bowel mucosa. *J. Anat.*, **119**, 105-121.
- ARKHURST G., 1973. *Effet chez le lapin en croissance de l'addition de dl méthionine au régime alimentaire*. Thèse 3^e cycle Université Paris VI, 102 p.
- CANTIER J., VEZINHET A., ROUVIER R., DAUZIER L., 1969. Allométrie de croissance chez le lapin (*Oryctolagus cuniculus*). I. - Principaux organes et tissus. *Ann. Biol. anim. Biochim. Biophys.*, **9**, 5-39.
- DOWLING R.H., 1967. Compensatory changes in intestinal absorption. *Br. med. Bull.*, **23**, 275-278.
- DOWLING R.H., RIECKEN E.O., LAWS J.W., BOOTH C.C., 1967. The intestinal response to high bulk feeding in the rat. *Clin. Sci.*, **32**, 1-9.
- EASTWOOD G.L., 1977. Small bowel morphology and epithelial proliferation in intravenously alimented rabbits. *Surgery*, **82**, 613-620.
- FABRY P., KUJALOVA V., 1960. Enhanced growth of the small intestine in rats as a result of adaptation to intermittent starvation. *Acta anat.*, **43**, 264-271.
- FABRY P., KUJALOVA V., PETRASEK R., 1959. Einige Folgeerscheinungen der funktionellen und morphologischen Adaptation an geänderte Kalorienzufuhr. *Nahrung*, **3**, 642-649.
- HOLECKOVA E., FABRY P., 1959. Hyperphagia and gastric hypertrophy in rats adapted to intermittent starvation. *Br. J. Nutr.*, **13**, 260-266.
- KOGA Y., IKEDA K., INOKUCHI K., WATANABE H., HASHIMOTO N., 1975. The digestive tract in total parenteral nutrition. *Arch. Surg.*, **110**, 742-745.
- KUJALOVA V., FABRY P., 1958. The role of corticoids in the intestinal absorption of glucose in rats accustomed to intermittent starvation. *Physiol. bohemoslov.*, **7**, 142-149.
- KUJALOVA V., FABRY P., 1960. Intestinal absorption of glucose, fat and aminoacids in rats adapted to intermittent starvation. *Physiol. Bohemoslov.*, **9**, 35-41.
- LAPLACE J.P., 1978. Le transit digestif chez les monogastriques. 3. - Comportement (prise de nourriture - caecotrophie), motricité et transit digestif et pathogénie des diarrhées chez le lapin. *Ann. Zootech.*, **27**, 225-265.
- LAPLACE J.P., LEBAS F., 1972. Mensurations viscérales chez le lapin. II. - Principaux facteurs déterminants des variations relatives de la croissance du foie, des reins, et des segments intestinaux entre 3 et 11 semaines d'âge. *Ann. Zootech.*, **21**, 505-524.
- LEBAS F., 1975. *Le lapin de chair. Ses besoins nutritionnels et son alimentation pratique*. I.T.A.V.I., éditeur, Paris, 50 p.
- LEBAS F., 1979. Efficacité de la digestion chez la lapine adulte. Effets du niveau d'alimentation et du stade de gestation. *Ann. Biol. anim. Biochim. Biophys.*, **19**, 969-973.
- LEBAS F., LAPLACE J.P., 1972. Mensurations viscérales chez le lapin. I. - Croissance du foie, des reins et des divers segments intestinaux, entre 3 et 11 semaines d'âge. *Ann. Zootech.*, **21**, 37-47.
- LEBAS F., LAPLACE J.P., 1974. Mensurations viscérales chez le lapin. III. - Variations chez la femelle au cours d'un cycle de reproduction en fonction du niveau d'alimentation durant la gestation. *Ann. Zootech.*, **23**, 267-292.
- LEVINE G.M., DEREN J.J., STEIGER E., ZINNO R., 1974. Role of oral intake in maintenance of gut mass and disaccharide activity. *Gastroenterology*, **67**, 975-982.
- SIMON J., BLUM J.C., 1972. Etude de l'influence de jeûnes périodiques sur la croissance, la glycémie, quelques caractéristiques du métabolisme hépatique et la composition corporelle du poulet. *Can. J. Physiol. Pharmacol.*, **50**, 621-633.
- SIMON J., BRISSON G.J., 1972. Effect of two types of feed restriction, intermittent total starvation or intermittent protein starvation, on growth, lipogenesis and fatty acid composition of liver and adipose tissues in chicks. *Can. J. Physiol. Pharmacol.*, **50**, 634-644.