HAL
open science

Effets de la teneur en énergie de l'aliment chez le lapin. Variations en fonction de l'âge des animaux et de la séquence des régimes alimentaires

F. Lebas, J.P. Laplace, P. Droumenq, Georgette Fredou, C. Germain, G. Sardi

To cite this version:

F. Lebas, J.P. Laplace, P. Droumenq, Georgette Fredou, C. Germain, et al.. Effets de la teneur en énergie de l'aliment chez le lapin. Variations en fonction de l'âge des animaux et de la séquence des régimes alimentaires. Annales de zootechnie, 1982, 31 (3), pp.233-256. hal-00888145

HAL Id: hal-00888145

https://hal.science/hal-00888145v1

Submitted on 11 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Ann. Zootech., 1982, **31** (3), 233-256

Effets de la teneur en énergie de l'aliment chez le lapin
Variations en fonction de l'âge des animaux et de la séquence des régimes alimentaires

F. LEBAS, J.P. LAPLACE * et P. DROUMENQ

avec la collaboration technique de Georgette FREDOU, C. GERMAIN et G. SARDI

I.N.R.A., Laboratoire de Recherches sur l'Elevage du Lapin,
Centre de Recherches de Toulouse, B.P. 12, F 31320 Castanet Tolosan
** I.N.R.A., Laboratoire de Physiologie de la Nutrition,*
Centre de Recherches zootechniques, F 78350 Jouy-en-Josas

Résumé

Les effets de la dilution de l'énergie digestible de l'aliment ont été étudiés, en substituant une partie de l'amidon du régime par de la cellulose de bois purifiée, sur les performances de 126 lapins de race Californienne entre 5 et 11 semaines d'âge. Trois aliments caractérisés par leur teneur variable en énergie digestible (kcal/kg MS) : H = 2 930, M = 2 584 et B = 2 352 ont été utilisés. Trois groupes de 12 lapins ont reçu ces 3 aliments à volonté jusqu'à leur abattage à l'âge de 8 semaines (lots B, M et H). Trois autres groupes de 12 ont reçu ces 3 mêmes aliments jusqu'à leur abattage à 11 semaines d'âge (lots BB, MM et HH). Deux groupes de 12 ont reçu soit l'aliment H, soit l'aliment B jusqu'à 8 semaines puis l'aliment opposé (lots HB et BH) jusqu'à leur abattage à 11 semaines. En outre, 5 groupes de 6 lapins élevés dans des conditions semblables à celles des lots BB, MM, HH, HB et BH ont été utilisés pour déterminer la digestibilité des aliments au cours de leurs 10e et 11e semaines de vie. Ont été mesurées la croissance pondérale et la consommation d'aliment de tous les animaux ainsi que les mensurations viscérales de ceux qui ont été abattus.

Pour l'ensemble des lots, les lapins ont eu une consommation moyenne d'énergie digestible par jour et par animal, entre 5 et 11 semaines, s'écartant au plus de ± 1,5 p. 100 de la valeur moyenne : 328 kcal. La croissance n'a été modifiée de manière durable ni par la concentration en énergie des aliments, ni par l'ordre de succession de ces derniers .Le seul effet significatif des traitements expérimentaux sur le développement viscéral, tant à 8 qu'à 11 semaines, est une augmentation de 19 p. 100 du poids du contenu caecal avec la dilution maximum du régime, sans modification du poids de tissu des divers segments digestifs. Cet effet paraît résulter de l'influence de la nature du diluant (cellulose purifiée) et non de celle de la dilution de l'énergie digestible. Enfin, la digestibilité apparente de l'azote n'est affectée par aucun des traitements expérimentaux.

Introduction

Depuis les travaux de ADDIS (1931), il est désormais connu qu'une dilution de l'énergie digestible de la ration entraîne de la part de l'animal une consommation

d'aliment accrue et éventuellement une hypertrophie du tube digestif. L'effet sur l'ingestion a été vérifié chez le lapin par adjonction de cellulose (LEBAS, 1975 ; COLIN & ALLAIN, 1978 ; DEHALLE, 1981). L'hyperphagie ne parvient cependant à compenser la dilution de l'énergie que dans la mesure où celle-ci n'est pas trop accentuée. Il en est de même chez le rat lors de dilution par du kaolin (KENNEDY, 1950 ; DOWLING, 1967 ; DOWLING *et al.*, 1967). Chez le porc, HENRY (1969) note lors de dilution par de la cellulose purifiée que la stimulation de la consommation de nourriture est plus importante au cours de la période de croissance de 20 à 60 kg de poids vif, qu'elle ne l'est ultérieurement. Chez le poulet, il a été observé que la période de croissance corporelle initiale rapide coïncide avec la phase d'allongement le plus intense du tube digestif ; parallèlement est décrite une stimulation de cette croissance en longueur lors d'ingestion d'un régime dilué (PETTERSON, 1976 ; HAKANSSON & ERIKSSON, 1976). Ces auteurs ont tenté d'exploiter ce surdéveloppement intestinal par l'apport ultérieur d'un régime riche en énergie, obtenant ainsi une très forte croissance « compensatrice » durant 2 semaines environ. Ils ont enregistré de cette façon, sur un nombre limité d'animaux, une croissance globale plus forte des poulets recevant un aliment dilué puis concentré que celle des animaux alimentés en permanence avec le régime concentré.

Compte tenu des capacités d'adaptation des viscères digestifs chez le lapin, démontrées dans d'autres situations (LEBAS & LAPLACE, 1974), il nous a paru intéressant d'évaluer dans cette espèce l'intérêt potentiel d'une alternance judicieusement choisie de régimes à basse puis haute teneur en énergie digestible. Par ailleurs, nous avons démontré (LEBAS & LAPLACE, 1972) que la croissance du tissu intestinal pour tous les segments digestifs à l'exclusion du seul appendice vermiforme, atteint une phase stationnaire alentour de 8 semaines d'âge. Compte tenu des hypothèses précitées (PETTERSSON, 1976 ; HAKANSSON & ERIKSSON, 1976) établissant un lien entre croissance viscérale et croissance corporelle, nous avons choisi d'analyser les effets de la teneur en énergie du régime sur des lapins entre 5 et 11 semaines d'âge en faisant intervenir les changements éventuels de régimes à l'âge de 8 semaines.

Matériel et méthodes

1. *Matériel expérimental*

L'expérimentation a porté sur 126 lapins de race Californienne, des deux sexes, sevrés à 28 jours et âgés de 5 semaines au début de l'expérience. Trois aliments ont été distribués *ad libitum*. Leur composition, précisée dans le tableau 1, est identique à celle des régimes A, B et C utilisés dans un travail antérieur (LEBAS, 1975). Ces trois aliments obtenus à partir d'un régime de référence par substitution de cellulose de bois à l'amidon, diffèrent par la concentration de l'énergie digestible. Ils seront désignés par commodité :

— régime « haut » (H) = forte teneur en énergie digestible,
— régime « moyen » (M) = teneur en énergie digestible intermédiaire,
— régime « bas » (B) = faible teneur en énergie digestible.

TABLEAU 1

Composition centésimale des régimes expérimentaux et résultats d'analyse.

Composition of experimental diets expressed in percentages and analytical data.

Composants (%) *Components (%)*	Bas *Low*	Moyen *Medium*	Haut *High*
Amidon de maïs ..... *Maize starch*	17,40	25,40	33,40
Huile de maïs ..... *Maize oil*	3,00	3,00	3,00
Cellulose de bois (1) ..... *Wood cellulose*	16,00	8,00	0
Paille de blé ..... *Wheat straw*	20,00	20,00	20,00
Tourteau de sésame ..... *Sesame oil meal*	38,13	38,13	38,13
L-lysine HCl (2) ..... *L-lysine HCl*	0,34	0,34	0,34
Glutamate de Na ..... *Na glutamate*	1,13	1,13	1,13
CMV 853 (3) ..... *Minerals and vitamins*	4,00	4,00	4,00
Matière sèche ..... *Dry matter*	91,8	91,4	91,2
Matières azotées/MS ..... *Crude protein (percent of D.M.)*	19,0	19,1	20,2
Cendres/MS ..... *Ash (percent of D.M.)*	10,9	11,0	11,3
Cellulose brute/MS ..... *Crude fibre (percent of D.M.)*	26,9	19,8	12,4
Energie brute/MS (kcal/kg) ..... *Crude energy (kcal/kg D.M.)*	4 200	4 222	4 188
Energie digestible (kcal/kg MS) (4) .... *Digestible energy (kcal/kg D.M.)*	2 309	2 771	3 341

(1) Colmacel F2 commercialisée par la Sté Novacel, Paris.

(2) Commercialisée par Rhône-Poulenc à 76 p. 100 de lysine base.

(3) COLIN, ARKHURST et LEBAS, 1973.

(4) LEBAS, 1975.

2. *Schéma expérimental*

Le schéma expérimental est illustré par la figure 1. Il se décompose comme suit :

Deux groupes de 48 lapins ont reçu à partir de l'âge de 5 semaines, soit l'aliment haut, soit l'aliment bas. Douze lapins de chacun de ces groupes ont été sacrifiés à 8 semaines (lots H et B). En pratique, pour des raisons matérielles, ils ont été sacrifiés à 8 semaines moins un jour. Sur les 36 lapins restants dans chaque lot, la moitié a été maintenue au même régime alimentaire jusqu'à 11 semaines (lots HH et BB) ; l'autre moitié des lapins a reçu entre 8 et 11 semaines le régime opposé à celui consommé entre 5 et 8 semaines (lots HB et BH).

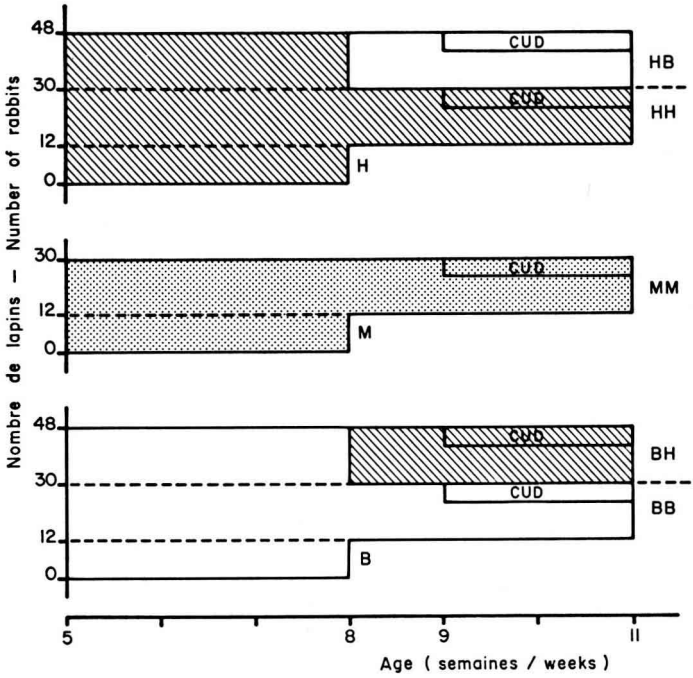

FIG. 1

Représentation graphique du schéma expérimental utilisé, précisant la chronologie de distribution des aliments haut (hachuré), moyen (pointillé) et bas (blanc), le nombre de lapins dans chaque groupe haut (H), moyen (M), bas (B), haut-bas (HB), haut-haut (HH), moyen-moyen (MM), bas-haut (BH) et bas-bas (BB)
CUD : période d'étude de la digestibilité.

Scheme of the experimental design, showing the chronology of feeding sequences, either high (hatched), medium (stippled) or low (blank), the number of rabbits in each group : high (H), medium (M), low (B), high-low (HB), high-high (HH), medium-medium (MM), low-high (BH) and low-low (BB). Apparent digestibility : faeces collection for digestibility measurement.

Sur les 18 lapins de chacun des lots HH, BB, HB et BH, 6 ont été utilisés pour l'étude de la digestibilité des aliments entre 9 et 11 semaines d'âge ; les 12 autres ont été sacrifiés à 11 semaines.

Par ailleurs, 30 lapins ont reçu dès 5 semaines d'âge le régime moyen pour lequel aucune alternance n'a été mise en œuvre. Parmi ceux-ci, 12 ont été sacrifiés à 8 semaines moins un jour (lot M). Les 18 autres ont consommé le même aliment jusqu'à 11 semaines (lot MM). Douze ont été sacrifiés à cet âge ; six ont été utilisés pour l'étude de la digestibilité de l'aliment moyen entre 9 et 11 semaines.

3. *Mesures sur l'animal vivant*

Les contrôles effectués au cours de l'expérience concernent le gain de poids vif, la consommation alimentaire et la digestibilité des aliments.

Les mesures du poids corporel et de la consommation d'aliment ont porté sur les 126 lapins pendant la totalité de leur vie expérimentale : le poids vif des lapins est enregistré chaque semaine ; l'ingestion effective d'aliment est déterminée 2 fois par semaine par pesée des quantités distribuées et refusées.

La digestibilité des aliments est déterminée après collecte des fèces entre 9 et 11 semaines d'âge selon la technique de « 2 fois 4 jours » décrite par Colin & Lebas (1976). Comme indiqué plus haut, ce contrôle a porté sur 6 lapins de chacun des 5 groupes ayant vécu jusqu'à 11 semaines. Ces animaux n'ont pas été sacrifiés à l'issue de l'essai. Sur les échantillons d'aliment et de fèces ont été déterminées les teneurs en matière sèche (24 h à 103 °C), en cendres (14 h à 550 °C), en matières azotées (N. Kjeldhal × 6,25), en cellulose brute (méthode de Weende) et en énergie (calorimètre adiabatique).

4. *Mesures post-mortem*

Pour tous les animaux sacrifiés, soit à 8, soit à 11 semaines d'âge, les mensurations de diverses fractions corporelles, et notamment des viscères abdominaux, ont été enregistrées selon la méthodologie antérieurement décrite (Lebas & Laplace, 1972). Les lapins ont disposé d'eau et d'aliment à volonté jusqu'au matin du sacrifice. Ce dernier a été effectué, répétition après répétition entre 9 et 13 heures. Après pesée, l'animal est sacrifié par dislocation cervicale et saigné. Sont alors séparés et pesés : la peau (à l'exclusion des manchons), le foie, les 2 reins, les 2 surrénales, la carcasse (avec les manchons et les viscères thoraciques), et la masse digestive totale pleine y compris la rate. La masse digestive est ensuite subdivisée en estomac, intestin grêle, caecum, appendice, côlon et mésentère (incluant le pancréas). On enregistre alors la longueur des 4 segments intestinaux, les poids plein et vide de contenu des 5 compartiments digestifs, et le poids du mésentère.

5. *Exploitation mathématique*

L'analyse mathématique des résultats a été réalisée selon 2 modalités : une première analyse a été effectuée selon un schéma en blocs complets équilibrés (analyse A).

Dans le cas des performances de croissance et de consommation entre 5 et 8 semaines, la nécessaire orthogonalité du dispositif d'analyse a conduit à ne considérer que 30 des lapins des groupes H et B, homologues des 30 lapins du groupe M. Ceci revient à dire que sont exclus de l'analyse A des performances entre 5 et 8 semaines les 12 lapins du groupe H destinés à consommer le régime B ultérieurement et les 12 lapins du futur groupe BH. Les mensurations viscérales traitées par l'analyse A sont celles des 12 lapins sacrifiés à l'âge de 8 semaines pour chacun des 3 traitements.

Dans le cas des animaux ayant vécu jusqu'à 11 semaines, l'analyse A porte sur les 5 traitements (HB, HH, MM, BH et BB) et sur 18 lapins pour les performances de croissance et de consommation, 12 lapins pour les mensurations viscérales, et 6 lapins en ce qui concerne la digestibilité des aliments.

L'analyse dite B a été réalisée selon un schéma factoriel 2 × 2, omettant le régime moyen et n'a concerné que les animaux ayant vécu jusqu'à 11 semaines. Les 2 facteurs testés sont ainsi l'effet de la concentration en énergie de l'aliment ingéré entre 8 et 11 semaines (haut vs bas) et celui de l'alternance (changement ou non de régime à 8 semaines) c'est-à-dire l'effet de la concentration en énergie du régime ingéré antérieurement à la période étudiée. Enfin, est également testée l'interaction entre les 2 facteurs. Celle-ci rend compte de l'éventuelle influence de l'ordre de succession des régimes, bas puis haut vs haut puis bas. Cette analyse B a porté sur les mêmes effectifs de lapins par traitement que l'analyse A pour la même période.

A titre complémentaire, les mensurations des diverses fractions corporelles ont fait l'objet d'une analyse de covariance multivariate autorisant la comparaison des 3 ou 5 traitements dans des conditions d'égalité des poids vifs d'abattage et/ou des gains de poids.

Dans tous les tableaux et figures, le seuil de signification statistique est exprimé par un système d'astérisques : NS = non significatif ; * P = 0,05 ; ** P = 0,01 ; *** P = 0,001.

Par ailleurs, sur une même ligne, les valeurs ayant en indice une lettre différente, diffèrent entre elles au seuil P = 0,05 selon l'analyse A.

Résultats

1. *Lapins utilisés entre 5 et 8 semaines d'âge*

a) *Croissance pondérale et consommation d'aliment*

Pour l'ensemble de la période, et par rapport au régime moyen, la dilution de l'énergie (1) entraîne une réduction significative de la vitesse de croissance en l'absence d'une augmentation suffisante de la consommation d'aliment (tabl. 2). De ce fait, l'indice de consommation est significativement augmenté de 14,6 p. 100. A l'inverse,

(1) Cette terminologie simplifiée désigne, tout au long du texte l'énergie *digestible*.

l'accroissement de la teneur en énergie du régime autorise une vitesse de croissance comparable pour une ingestion significativement plus faible, avec cependant une amélioration significative de l'indice de consommation (— 8,6 p. 100).

TABLEAU 2

Performances moyennes de croissance (gain moyen quotidien - GMQ) et de consommation d'aliment granulé par les lapins entre 5 et 8 semaines d'âge. Moyenne avec écart-type de la moyenne (n = 30).

Mean growth performances (daily mean gain) and pelleted feed intake in rabbits between 5 and 8 weeks of age. Mean and standard error of mean (n = 30).

Régimes *Diets*	Bas *Low*	Moyen *Medium*	Haut *High*	Test F *F test*
GMQ (g/j) ..... *Weight gain (g/d)*	35,9[a] 1,0	39,6[b] 0,7	38,6[ab] 1,1	3,8*
Consommation (g/j) ..... *Feed intake (g/d)*	124,8[a] 3,6	118,2[a] 1,7	107,9[b] 2,2	10,9***
Indice de consommation ..... *Feed conversion ratio*	3,45[a] 0,13	3,01[b] 0,04	2,75[c] 0,04	19,5***

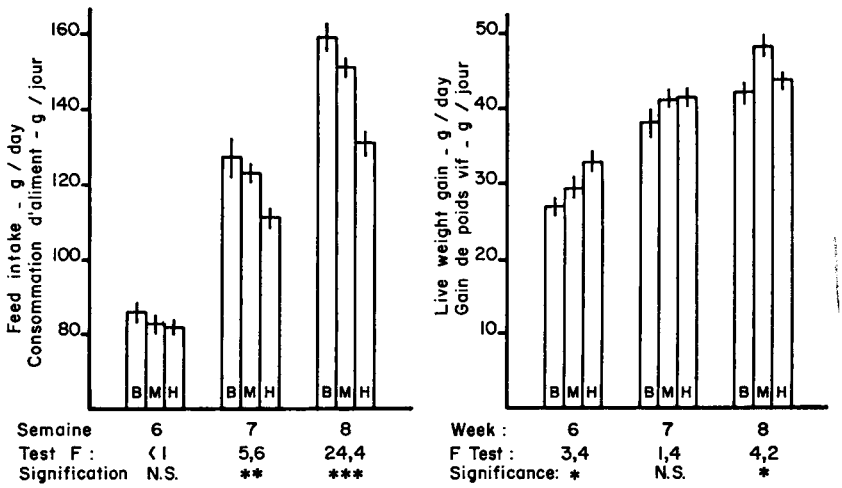

FIG. 2

Evolution des performances hebdomadaires moyennes de croissance pondérale et de consommation d'aliment granulé des lapins entre 5 et 8 semaines d'âge (n = 30).

Changes in weekly mean growth performances and pelleted feed intake of rabbits between 5 and 8 weeks of age (n = 30).

TABLEAU 3

Mensurations corporelles et viscérales en (g) des lapins (n = 12) sacrifiés à l'âge de 8 semaines moins un jour et valeur du rendement à l'abattage. Moyenne avec écart-type de la moyenne.

Somatic and visceral measurements (g) in rabbits (n = 12) slaughtered at the age of 8 weeks minus 1 day, and value of the slaughter yield. Mean and standard error of mean.

Teneur énergie *Energy content*	Bas *Low*	Moyen *Medium*	Haut *High*	Test F *F test*
Poids vif *Live weight*	1 588 44	1 695 29	1 682 43	2,6 NS
Carcasse *Carcass*	872 26	916 20	921 21	1,6 NS
Peau *Skin*	232 8	247 8	253 8	2,1 NS
Foie *Liver*	61,1[a] 3,1	82,8[b] 3,7	81,1[b] 4,3	9,8***
2 reins *2 kidneys*	13,7 0,5	14,7 0,4	14,3 0,7	< 1 NS
2 surrénales *2 adrenals*	0,088 0,008	0,090 0,008	0,097 0,007	< 1 NS
Mésentère *Mesentery*	14,4 0,7	15,7 0,9	16,9 1,2	1,8 NS
Contenus digestifs totaux *Total bowel contents*	180,7 8,3	184,2 11,2	170,7 7,6	< 1 NS
Masse viscérale pleine *Full visceral mass*	341 12	355 14	345 11	< 1 NS
Rendement à l'abattage (1) *Slaughter yield*	59,6 0,4	59,9 0,7	60,1 0,6	< 1 NS

(1) Poids de (carcasse + foie + reins) en pourcentage du poids vif - *Weight of (carcass + liver + kidneys) as per cent of the live weight.*

TABLEAU 4

Mensurations du tube digestif (longueurs et poids frais des segments vides) et poids des contenus chez les lapins (n = 12) sacrifiés à l'âge de 8 semaines. Moyenne avec écart-type de la moyenne.

Digestive measurements (length and wet weight of the emptied segments) and weight of contents in rabbits (n = 12) slaughtered at the age of 8 weeks. Mean and standard error of the mean

Teneur énergie *Energy content*	Bas *Low*	Moyen *Medium*	Haut *High*	Test F *F test*
Longueur (cm) *Length (cm)*				
Intestin grêle *Small bowel*	238[a] 10	245[a] 12	272[b] 6	5,3*
Caecum *Caecum*	31,3 0,5	30,9 0,7	31,6 0,7	< 1 NS
Appendice *Appendix*	10,9 0,2	10,8 0,4	11,5 0,3	1,1 NS
Côlon *Colon*	106 2	107 4	106 3	< 1 NS
Poids de tissu frais (g) *Wet weight (g)*				
Estomac *Stomach*	20,1 1,1	22,1 0,7	20,3 0,5	1,9 NS
Intestin grêle *Small bowel*	68,0 3,1	69,9 3,6	74,6 4,6	< 1 NS
Caecum *Caecum*	22,0 0,7	23,4 1,1	22,4 0,6	< 1 NS
Appendice *Appendix*	5,7 0,2	5,8 0,3	6,8 0,4	2,5 NS
Côlon *Colon*	28,4 0,9	29,7 1,0	28,5 0,8	< 1 NS
Poids de contenu (g) *Weight of the content (g)*				
Estomac *Stomach*	77,3 5,1	82,9 9,5	80,4 4,9	< 1 NS
Caecum *Caecum*	84,2[a] 3,7	79,6[ab] 5,1	70,9[b] 2,3	3,9*
Côlon *Colon*	17,1 2,0	14,7 2,0	15,1 1,9	< 1 NS

L'évolution de semaine en semaine (fig. 2) de la consommation d'aliment montre la progressivité de l'ajustement à l'augmentation de la concentration en énergie. Par contre, la hiérarchie des vitesses de croissance se modifie de semaine en semaine. Le gain de poids permis par l'aliment H est progressivement réduit par rapport à celui qu'autorise l'aliment M.

b) *Mensurations corporelles et viscérales*

L'ensemble des résultats recueillis *post mortem* est rassemblé dans les tableaux 3 et 4. En l'absence d'une variation significative du poids vif, on ne décèle pour toute conséquence des différents traitements, qu'une réduction du poids du foie lors de dilution de l'énergie, un allongement de l'intestin grêle après ingestion de l'aliment le plus concentré et une réduction progressive du contenu caecal concomitante de l'augmentation de la teneur en énergie du régime. On peut souligner que la forte variation de la teneur en cellulose entre régimes expérimentaux n'a entraîné aucune modification du rendement à l'abattage.

Par rapport à l'analyse des données brutes, les comparaisons effectuées en covariance à poids vif égal révèlent un accroissement du poids de l'appendice vermiforme vide chez les lapins ayant ingéré l'aliment le plus concentré ($P = 0{,}035$). Parallèlement, les différences concernant les poids de foie et les longueurs d'intestin grêle sont atténuées dans ces conditions d'ajustement (respectivement $P = 0{,}074$ et $P = 0{,}088$). Enfin, l'effet décelé sur le contenu du caecum est confirmé.

2. *Lapins utilisés entre 5 et 11 semaines d'âge*

a) *Croissance et consommation d'aliment*

— *Au cours de la période 5 à 8 semaines,* les lapins destinés à une utilisation expérimentale jusqu'à 11 semaines, soit 36 du groupe B (futurs BB et BH), 18 du groupe M (futurs MM) et 36 du groupe H (futurs HB et HH) ont réalisé en moyenne des performances en tous points identiques (tests $F < 1$) à celles rapportées précédemment pour les groupes B, M et H de 30 lapins chacun. De plus, les effets expérimentaux décrits plus haut sont vérifiés. Toutefois, la vitesse de croissance des lapins recevant le régime B n'est plus significativement inférieure à celle des animaux recevant le régime M. Ainsi, au début de la seconde phase de l'expérience, les 3 groupes de lapins destinés à constituer les 5 groupes BB, BH, MM, HB et HH ont des poids vifs analogues. Les moyennes des lots ne s'écartent pas de plus de 1,1 p. 100 de la moyenne générale.

— *Entre 8 et 11 semaines* (tabl. 5), dans le cas des lapins maintenus au même régime que dans la période précédente, la dilution de l'énergie (lot BB) conduit par rapport au lot MM à une augmentation significative de la consommation, tandis qu'à l'inverse, l'augmentation de la concentration en énergie (lot HH) entraîne une réduction significative de la prise d'aliment. Pour les lapins ayant successivement reçu le régime dilué puis l'aliment concentré (lot BH), le niveau d'ingestion de ce dernier est analogue à celui enregistré pour le lot HH. Par contre, la séquence inverse, concentré puis dilué (lot HB), ne permet pas d'atteindre le niveau élevé de consommation enregistré pour le lot BB. Ces phénomènes se traduisent au niveau de l'analyse factorielle par un effet très hautement significatif de la concentration énergétique du régime

ingéré pendant la période 8-11 semaines, et par une interaction significative entre concentration et alternance en l'absence d'effet indépendant de cette dernière.

Ces variations du niveau d'ingestion n'affectent pas de façon significative les vitesses de croissance des divers groupes, mais se répercutent significativement sur les indices de consommation (analyse A). Il existe cependant entre les groupes des différences de gains de poids dont l'origine tient à l'existence d'une interaction significative entre les 2 facteurs dont aucun n'exerce d'effet indépendant. Par contre, en ce qui concerne les indices de consommation, l'effet décelé par l'analyse A est un effet simple de la concentration en énergie du régime dont la réduction conduit à une détérioration de l'indice.

L'évolution de semaine en semaine de la consommation d'aliment montre (fig. 3) l'accroissement progressif de l'écart entre les quantités ingérées respectivement par les lapins BB et HH : celles-ci restent en moyenne pratiquement stationnaires chez les lapins HH, alors qu'elles augmentent régulièrement de la neuvième à la onzième semaine chez les lapins BB. La distribution du régime concentré dans le lot BH entraîne dans la semaine même une réduction importante de la prise d'aliment par rapport à celle des lapins maintenus au régime dilué (BB). De manière symétrique, la distribution de l'aliment dilué au lot HB conduit dans le même délai à une forte augmentation de consommation par rapport au lot HH. On note que pendant toute la période étudiée, les valeurs enregistrées pour les 2 lots soumis à alternance (BH et HB) sont moins distantes entre elles que ne le sont celles des lots HH et BB.

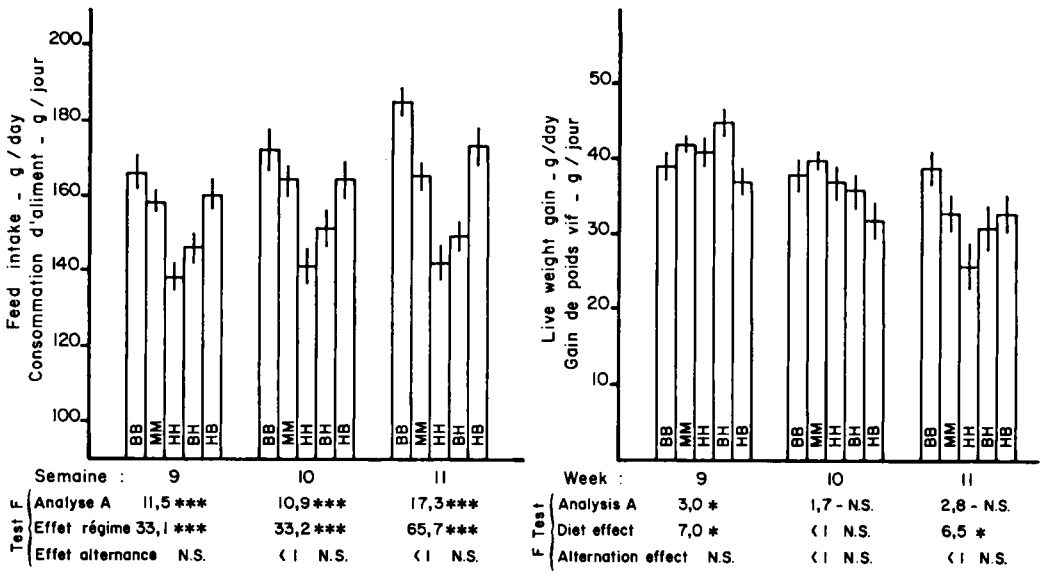

FIG. 3

Evolution des performances hebdomadaires moyennes de croissance pondérale et de consommation d'aliment granulé des lapins, entre 8 et 11 semaines d'âge (n = 18).

Changes in weekly mean growth performances and in pelleted feed intake of the rabbits between 8 and 11 weeks of age (n = 18).

TABLEAU 5

Performances moyennes de croissance (gain moyen quotidien - GMQ) et de consommation d'aliment granulé par les lapins (n = 18) entre 8 et 11 semaines d'âge ; coefficients d'utilisation digestive (CUDa) des aliments pour 6 d'entre eux au cours de la même période. Moyenne avec écart-type de la moyenne.

Critères *Parameters*	Teneur en énergie du régime *Energy content of the diet*			
	Bas-Bas *Low-Low*	Moyen-Moyen *Medium-Medium*	Haut-Haut *High-High*	Bas-Haut *Low-High*
Performances *Performances*				
GMQ (g/j) ..... *Weight gain (g/d)*	38,5 1,5	37,9 0,9	34,8 1,6	37,0 1,7
Consommation (g/j) .... *Feed intake (g/d)*	174,4[a] 4,3	162,2[b] 2,4	139,9[c] 4,0	148,5[c] 3,5
Indice de consommation . *Feed conversion ratio*	4,64[ab] 0,19	4,30[b] 0,09	4,12[b] 0,13	4,11[b] 0,14
CUD apparents *Digestion coefficients*				
Matière sèche ..... *Dry matter*	53,7[a] 1,6	57,8[b] 0,5	65,3[c] 0,4	65,8[c] 1,3
Matière organique ..... *Organic matter*	55,2[a] 1,5	61,8[b] 0,4	69,7[c] 1,4	70,4[c] 0,6
Azote ..... *Nitrogen*	79,3 0,5	78,8 0,7	80,2 1,5	79,8 0,4
Cellulose brute ..... *Crude fibre*	28,1[a] 2,8	21,3[ab] 0,6	18,3[b] 3,8	19,7[b] 1,6
Energie ..... *Energy*	56,3[a] 1,4	61,2[b] 0,6	69,9[c] 1,3	70,0[c] 0,5

Mean growth performances (daily mean gain) and pelleted feed intake of rabbits (n = 18) between 8 and 11 weeks of age ; apparent digestion coefficients of the diets for 6 rabbits out of 18 during the same period. Mean and standard error of the mean.

Haut-Bas *High-Low*	Signification statistique, valeur de F *Statistical significance, F value*			
	Analyse A *Analysis A*	Analyse B - *Analysis B*		
		Concentration *Concentration*	Alternance *Alternation*	Interaction *Interaction*
34,3 1,6	1,9 NS	< 1 NS	< 1 NS	4,9*
165,3[b] 4,7	19,7***	64,7***	< 1 NS	7,0*
4,98[a] 0,20	4,9**	17,8***	< 1 NS	< 1 NS
53,1[a] 0,7	34,1***	230,0***	< 1 NS	< 1 NS
56,1[a] 0,7	53,3***	395,2***	< 1 NS	< 1 NS
78,7 0,4	< 1 NS	2,1 NS	< 1 NS	< 1 NS
28,5[a] 1,0	4,5**	30,0**	< 1 NS	< 1 NS
55,7[a] 0,5	51,9***	403,0***	< 1 NS	< 1 NS

TABLEAU 6

Consommation moyenne quotidienne d'énergie digestible des lapins (kcal/jour) entre 5 et 11 semaines d'âge. Moyenne avec écart-type de la moyenne.

Daily mean intake of digestible energy in rabbits (kcal/day) between 5 and 11 weeks of age. Mean and standard error of the mean.

Lots *Groups* / Périodes *Periods*	Bas-Bas *Low-Low*	Bas-Haut *Low-High*	Moyen-Moyen *Medium-Medium*	Haut-Haut *High-High*	Haut-Bas *High-Low*	Test F *F test*
Entre 5 et 8 semaines ..... (n = 30) *Between 5 and 8 weeks*	269,4 7,8		279,2 4,0	288,2 5,8		2,4 NS (1)
Entre 8 et 11 semaines ..... (n = 18) *Between 8 and 11 weeks*	376,4[ab] 9,3	396,6[a] 9,3	383,1[ab] 5,7	374,4[ab] 9,8	357,8[b] 10,1	2,6*

(1) $P < 0,10$.

L'évolution hebdomadaire de la croissance (figure 3) fait apparaître une divergence progressive des gains de poids enregistrés pour les lots BB, MM et HH ; ceci est dû à la réduction continue de la vitesse de croissance des lapins MM et HH, alors que celle des lapins BB est maintenue. Dans le cas des lapins soumis à alternance, on enregistre un effet rémanent transitoire du régime ingéré entre 5 et 8 semaines. Pour les animaux BH, la vitesse de croissance au cours de la neuvième semaine est la plus forte de toutes ; elle est dans la même période la plus faible pour les animaux HB. Ultérieurement l'effet du régime effectivement consommé devient prédominant, la vitesse de croissance des BH chutant parallèlement à celle des lapins HH, tandis que celle des HB se stabilise entre 10 et 11 semaines tout en restant nettement inférieure à celle du lot BB.

b) *Digestibilité apparente des aliments*

La substitution de cellulose purifiée à l'amidon dans l'aliment conduit (tabl. 5) à une diminution très hautement significative de la digestibilité apparente de l'énergie, et globalement de la matière sèche et de la matière organique, mais n'exerce aucun effet en ce qui concerne l'azote. Par contre, la digestibilité apparente de la fraction cellulose brute se trouve significativement améliorée. Il n'existe pas d'effet de l'alternance ni aucune interaction pour les variables considérées ; l'efficacité apparente de la digestion de l'aliment consommé entre 9 et 11 semaines, est donc totalement indépendant de la nature du régime ingéré avant 8 semaines d'âge.

Compte tenu des CUDa mesurés, la concentration en énergie digestible des aliments utilisés est, en kcal/kg de matière sèche, de 2 352 pour l'aliment dilué (B), 2 584 pour l'aliment moyen (M) et de 2 930 pour l'aliment concentré (H). Ces valeurs permettent de calculer pour la période 8-11 semaines la consommation moyenne effective d'énergie digestible pour chacun des lots (tabl. 6). Le même calcul peut être effectué pour estimer l'ingéré énergétique au cours des semaines 5 à 8, en postulant la validité dans cette période des valeurs de digestibilité déterminées entre 9 et 11 semaines. Il apparaît qu'entre 5 et 8 semaines, les différences entre les quantités d'énergie digestible ingérées par les lapins des lots B et H sont à la limite de la signification ($P = 0{,}10$). Entre 8 et 11 semaines, l'écart entre les valeurs extrêmes enregistrées pour les lots HB et BH est significatif. Il est à souligner que pour les 3 groupes de lapins n'ayant pas subi de changement de régime entre 5 et 11 semaines, l'ingéré moyen d'énergie digestible est très voisin.

c) *Mensurations corporelles et viscérales* (tabl. 7 et 8)

Sur l'ensemble des paramètres contrôlés à l'abattage, les effets des régimes expérimentaux et de leur séquence de distribution sont limités à 3 organes. Le poids du foie est significativement réduit de 11 p. 100 lors de dilution de l'énergie du régime, avec en plus de cet effet indépendant un effet d'interaction conduisant à enregistrer des poids extrêmes pour le foie des lapins ayant subi une alternance. Mais, l'analyse des mêmes données en covariance à poids vif égal ne décèle plus aucune variation significative du poids du foie. Le poids de tissu frais de l'intestin grêle est de 8 p. 100 supérieur chez les lapins soumis à une alternance par rapport à ceux qui ont été maintenus au même régime. Là encore, cet effet n'est plus observé en analyse de covariance à poids vif égal. En ce qui concerne le caecum, on enregistre à la fois un effet de l'alternance à l'égard du poids de tissu caecal frais (augmentation

TABLEAU 7

Mensurations corporelles et viscérales (en g) des lapins sacrifiés à l'âge de 11 semaines et valeur du rendement à l'abattage. Moyenne avec écart-type de la moyenne (n = 12).

Critères *Parameters*	Teneur en énergie du régime		
	Bas-Bas *Low-Low*	Moyen-Moyen *Medium-Medium*	Haut-Haut *High-High*
Poids vif *Live weight*	2 502 71	2 550 50	2 494 75
Carcasse *Carcass*	1 479 41	1 525 32	1 495 39
Peau *Skin*	361 12	370 8	356 16
Foie *Liver*	90,8[ab] 6,3	93,7[ab] 5,3	92,4[ab] 8,8
2 reins *2 kidneys*	17,8 1,0	18,3 0,5	18,6 0,9
2 surrénales *2 adrenals*	0,122 0,010	0,123 0,011	0,133 0,011
Mésentère *Mesentery*	37,8 2,4	36,0 1,9	38,4 2,6
Contenus digestifs totaux *Total bowel contents*	231,4 10,4	210,3 9,5	212,5 9,4
Masse viscérale pleine *Full visceral mass*	449 14	433 13	410 17
Rendement à l'abattage *Dressing percentage*	63,7 0,5	64,2 0,3	64,4 0,3

Somatic and visceral measurements (g) in rabbits slaughtered at the age of 11 weeks, and dressing percentage. Mean and standard error of the mean (n = 12).

Energy content of the diet		Signification statistique, valeur de F *Statistical significance, F value*		
			Analyse B - *Analysis B*	
Bas-Haut *Low-High*	Haut-Bas *High-Low*	Analyse A *Analysis A*	Concentration *Concentration*	Alternance *Alternation*
2 590 39	2 469 62	1,3 NS	< 1 NS	< 1 NS
1 543 23	1 481 33	1,0 NS	< 1 NS	1,4 NS
371 7	348 12	1,1 NS	< 1 NS	< 1 NS
106,2[a] 6,8	86,0[b] 5,9	2,4*	5,7*	< 1 NS
18,3 0,6	17,6 0,7	< 1 NS	< 1 NS	< 1 NS
0,141 0,006	0,138 0,012	< 1 NS	< 1 NS	1,5 NS
39,5 1,3	35,3 1,6	< 1 NS	1,1 NS	< 1 NS
209,6 11,1	217,6 6,9	1,0 NS	2,1 NS	< 1 NS
444 14	441 14	1,5 NS	1,8 NS	< 1 NS
64,4 0,3	64,2 0,3	< 1 NS	1,7 NS	< 1 NS

TABLEAU 8

Mensurations du tube digestif (longueurs et poids frais des segments vides) et poids des contenus chez les lapins sacrifiés à l'âge de 11 semaines. Moyenne avec écart-type de la moyenne (n = 12).

Critères *Parameters*	Teneur en énergie du régime		
	Bas-Bas *Low-Low*	Moyen-Moyen *Medium-Medium*	Haut-Haut *High-High*
Longueur (cm) *Length (cm)*			
Intestin grêle *Small bowel*	279 9	279 9	282 11
Caecum *Caecum*	32,4 0,9	33,4 1,1	33,8 0,9
Appendice *Appendix*	13,3 0,6	13,0 0,4	13,5 0,4
Côlon *Colon*	122 5	122 0,4	116 3
Poids de tissu frais (g) *Wet weight (g)*			
Estomac *Stomach*	25,1 0,8	25,5 0,7	23,2 0,8
Intestin grêle *Small bowel*	74,2 3,2	79,8 2,2	71,9 2,9
Caecum *Caecum*	26,7 1,3	27,2 0,8	25,2 1,0
Appendice *Appendix*	9,2 0,7	10,0 0,6	10,0 0,6
Côlon *Colon*	35,8 2,4	34,4 1,3	34,3 1,6
Poids de contenu (g) *Weight of the content (g)*			
Estomac *Stomach*	93,6 4,2	95,7 6,3	95,2 3,4
Caecum *Caecum*	104,8[a] 7,6	88,8[b] 6,4	88,1[b] 4,7
Côlon *Colon*	25,4 2,7	21,4 2,1	22,7 1,9

Digestive tract measurements (length and wet weight of the emptied segments) and weight of contents in rabbits slaughtered at the age of 11 weeks. Mean and standard error of the mean (n = 12).

Energy level of the diet		Signification statistique, valeur de F *Statistical signification, value of F*		
			Analyse B - *Analysis B*	
Bas-Haut *Low-High*	Haut-Bas *High-Low*	Analyse A *Analysis A*	Concentration *Concentration*	Alternance *Alternation*
295 10	288 7	< 1 NS	< 1 NS	2,6 NS
34,0 0,7	34,1 0,7	< 1 NS	< 1 NS	1,5 NS
14,2 0,4	14,0 0,3	2,1 NS	< 1 NS	3,5 NS
124 2	123 3	< 1 NS	< 1 NS	1,9 NS
25,4 0,7	24,5 0,7	2,0 NS	< 1 NS	2,0 NS
80,2 2,4	77,6 3,2	1,9 NS	< 1 NS	4,2*
28,4 1,1	28,8 0,9	< 1 NS	< 1 NS	5,2*
10,9 0,5	9,9 0,5	1,5 NS	3,2 NS	2,2 NS
36,8 1,3	35,1 1,6	< 1 NS	< 1 NS	< 1 NS
94,6 8,9	84,7 6,1	< 1 NS	< 1 NS	< 1 NS
82,7[b] 6,6	102,8[a] 2,9	3,2*	8,1**	< 1 NS
22,4 2,8	24,9 2,4	< 1 NS	1,8 NS	< 1 NS

de 10 p. 100) et un effet de la teneur en énergie du régime sur le contenu du caecum qui est accru de 19 p. 100 par la dilution (B/H). Ces deux effets sont vérifiés en analyse de covariance.

Discussion

La détermination de la concentration réelle en énergie digestible des 3 aliments utilisés dans cette expérience montre que, par rapport à l'aliment H le plus concentré en énergie, la teneur en énergie de l'aliment M est inférieure de 11,8 p. 100, et celle de l'aliment B, le plus dilué, de 19,7 p. 100. Ces écarts sont plus faibles que ceux obtenus pour des aliments équivalents par LEBAS (1975), qui conduisaient à attendre une dilution maximum de 30 p. 100 au lieu des 20 p. 100 observés. On peut noter l'amélioration de la digestibilité de la fraction cellulosique avec le régime le plus dilué. Mais l'énergie digestible ainsi récupérée (environ 110 kcal par kg d'aliment B) ne relève que de 3,8 p. 100 la teneur en énergie digestible du régime B. Ceci étant, les effets de la dilution de l'énergie, sur le niveau d'ingestion et la vitesse de croissance des lapins sont intégralement vérifiés (LEBAS, 1975 ; BOMBEKE, OKERMAN & MORMANS, 1978 ; COLIN & ALLAIN, 1978 ; SPREADBURY & DAVIDSON, 1978 ; DEHALLE, 1981). Globalement, plus la concentration en énergie du régime est faible, plus la quantité d'aliment ingérée est importante ; quel que soit le taux de dilution de l'énergie dans les limites envisagées, la croissance pondérale des animaux n'est pas sensiblement différente.

Cependant, cet ajustement connaît une limitation puisque l'augmentation de la prise d'aliment ne peut compenser des dilutions très importantes (KENNEDY, 1950). Le fait que les lapins du groupe B aient réalisé une croissance un peu plus faible en moyenne au cours des semaines 5 à 8, surtout en raison de leur performance durant leur sixième semaine d'âge, suggère que l'aliment B a une teneur en énergie digestible légèrement inférieure à la concentration minimum autorisant chez ces animaux un ajustement correct. La disparition de cet effet au-delà de 6 à 7 semaines d'âge tend à confirmer qu'une teneur en énergie de l'ordre de 2 350 kcal par kg de matière sèche constitue bien une valeur plancher. On peut donc considérer qu'une dilution plus importante aurait entraîné, dans la gamme d'âges étudiée, une sous nutrition énergétique par défaut d'une capacité suffisante d'adaptation. Une telle situation aurait conduit à une confusion des effets de la dilution *sensu stricto* et d'une restriction. Les conditions de l'expérience semblent donc au total favorables à une analyse du seul effet de la dilution de l'énergie.

Selon les observations de PETTERSSON (1976) et de HAKANSSON & ERIKSSON (1976), la distribution d'un aliment concentré à des poulets ayant préalablement été nourris avec un aliment dilué conduit à une nette amélioration de la croissance au cours des 2 semaines consécutives au changement de régime. Un effet du même type n'est observé chez nos lapins du lot BH que durant la première semaine de distribution d'aliment concentré. Cet effet fugace n'est pas suffisant pour assurer à ces animaux 2 semaines plus tard, un poids vif plus élevé au moment normal de l'abattage du lapin de chair (11 semaines). On ne peut cependant exclure un éventuel effet sur la composition corporelle, dont l'existence devra être étudiée.

L'amélioration de la croissance des poulets à la suite du changement de régime est interprétée par PETTERSSON (1976) et par HAKANSSON & ERIKSSON (1976) comme le bénéfice retiré, par les sujets ingérant le régime concentré, de la sur-capacité digestive développée à la suite de la stimulation de la croissance en longueur de leur tube digestif par ingestion préalable d'un régime dilué. Il n'est pas possible d'envisager une hypothèse analogue pour rendre compte de la très passagère amélioration de la vitesse de croissance des lapins du lot BH dans leur neuvième semaine d'âge, bien que la période d'allocation du régime B corresponde avec la phase d'allongement le plus important des segments intestinaux relativement au poids corporel (LEBAS & LAPLACE, 1972). En effet, à 8 semaines d'âge, au moment de l'application du changement de régime, non seulement l'allongement du tube digestif chez les lapins du groupe B n'a été observé pour aucun des segments de l'organe, mais au contraire on enregistre un raccourcissement de 12 p. 100 de la longueur de l'intestin grêle des lapins B par rapport aux lapins H. On note pourtant l'existence à ce même stade d'une augmentation significative (+ 18,8 p. 100) de la masse du contenu caecal en l'absence de modification de la longueur ou du poids de tissu de ce compartiment. Cette particularité est donc la seule éventuellement susceptible de traduire une modification fonctionnelle consécutive à l'ingestion du régime dilué et de constituer le support d'une amélioration transitoire de la croissance au cours de la première semaine d'application du régime concentré.

La digestibilité n'ayant été mesurée qu'au cours des deux semaines suivantes, on ne dispose pas d'information sur l'utilisation digestive apparente des aliments au cours de la neuvième semaine d'âge. Cependant, on peut tenter d'évaluer la signification de l'accroissement du contenu de caecum. Cet effet n'est pas seulement enregistré à 8 semaines. La dilution de l'énergie du régime conduit aussi à enregistrer à 11 semaines une augmentation significative de ce contenu (+ 19,5 p. 100 en moyenne) chez les lapins ayant ingéré le régime dilué entre 8 et 11 semaines par rapport à ceux qui ont reçu dans la même période le régime concentré. Pourtant, la constance de cet effet associé à l'ingestion d'un régime dilué ne signifie pas qu'il y ait relation de cause à effet entre teneur en énergie du régime et masse du contenu caecal. La dilution de l'énergie par substitution de paille de blé à l'amidon de maïs, réduisant la teneur en énergie de 14,2 p. 100, conduit (DEHALLE, 1981) à une réduction de 8,2 p. 100 de la masse du contenu caecal. Ainsi, des effets opposés sur cette masse de contenus sont enregistrés pour un taux de dilution de l'énergie analogue (14,2 ou 19,7 p. 100), selon que la dilution est assurée par de la paille (DEHALLE, 1981) ou dans notre cas par une cellulose de bois purifiée. Cette observation conduit à exclure un effet de la dilution de l'énergie en tant que telle, et à admettre que la variation de la masse des contenus du caecum ne fait que refléter les effets de la nature du diluant utilisé, à l'égard du transit digestif. On sait en effet que la cellulose de bois purifiée conduit dans la plupart des espèces (RUCKEBUSCH, BUENO & FIORAMONTI, 1981) à un fort ralentissement de la vitesse de passage des matériaux alimentaires par rapport à des sources de cellulose telles que le son, apporté en quantité équivalente. Dans le cas particulier du lapin, l'adjonction de cellulose purifiée réduit certes le temps de rétention par rapport à un régime sans cellulose, mais ne permet cependant pas d'atteindre une valeur comparable à celle qui peut être mesurée pour un régime standard (LEBAS & LAPLACE, 1977 a). Incorporées sous une même proportion dans l'aliment (iso-cellulose brute à 20 p. 100), la cellulose purifiée et la paille ont des effets très différents : l'utilisation de cellulose de bois purifiée entraîne, par comparaison à la paille, une diminution de 21 p. 100 de l'ingestion d'aliment, une augmen-

tation de la digestibilité apparente de celui-ci, un ralentissement du transit digestif et une réduction de 30 p. 100 de la quantité de matière sèche fécale excrétée en 24 heures (LEBAS & LAPLACE, 1977 b). L'augmentation du contenu caecal enregistrée pour le régime B est cohérente avec ces effets de la nature du diluant sur le transit digestif.

Au total, la variation de la masse du contenu caecal enregistrée chez les lapins ingérant le régime dilué apparaît donc comme un effet de la nature du diluant utilisé et non comme un effet de la dilution de l'énergie. L'amélioration transitoire de croissance des lapins du lot BH au cours de leur neuvième semaine d'âge ne peut donc être reliée à une quelconque évolution de l'une ou l'autre des variables contrôlées au niveau du tube digestif. Par contre, l'examen des quantités d'énergie digestible ingérées en moyenne par les divers groupes de lapins entre 8 et 11 semaines fait ressortir une relative imperfection de l'ajustement consécutif à l'alternance de régimes de teneur différente en énergie. Pour les lapins n'ayant pas subi de changement d'aliment à 8 semaines, la quantité d'énergie digestible ingérée en moyenne par jour entre 8 et 11 semaines est de 376, 383 et 374 kcal respectivement pour les lots BB, MM et HH, soit un très bon ajustement. Dans le cas des lapins du lot BH, l'ingéré d'énergie digestible est plus élevé (397 kcal/j) de 6,2 p. 100 par rapport à leurs congénères du groupe HH ingérant le même aliment H durant la période 8-11 semaines. A l'opposé, les lapins du lot HB ont ingéré 358 kcal/j soit 4,8 p. 100 de moins que ceux du lot BB recevant dans la même période le même aliment B. Ceci signifie donc qu'en moyenne sur les 3 semaines consécutives au changement de régime, et quel que soit le sens de l'alternance (bas-haut vs haut-bas), même s'il y a d'évidence compensation, l'exactitude de l'ajustement ne paraît pas assurée de façon aussi précise (± 0,3 p. 100) que pour les 2 lots ayant ingéré sans interruption les 2 mêmes aliments (BB vs HH). Mais en définitive, sur une période de 6 semaines, la déviation de la valeur de l'ingestion d'énergie autour de la valeur centrale (moyenne arithmétique) est de ± 1,5 p. 100 pour les 4 groupes BB, HH, HB et BH, c'est-à-dire que les lapins aient reçu un régime concentré ou dilué et qu'ils aient ou non subi une alternance de ces 2 aliments.

En conclusion, la mise en œuvre d'une dilution de l'énergie de l'aliment, hors de toute interférence d'une quelconque restriction, n'affecte pas les performances zootechniques des animaux. Le lapin s'avère bien capable d'une régulation à long terme de son ingéré énergétique, même lorsqu'il subit une succession de régimes alimentaires différant par leur teneur en énergie digestible. Certains effets observés au niveau du développement du tube digestif lors d'utilisation de régimes dilués semblent résulter de l'influence de la nature du diluant utilisé et non de la concentration en énergie digestible. Il ne paraît pas possible de jouer sur la teneur en énergie des régimes ou la séquence de leur distribution pour améliorer, en termes de croissance pondérale, les performances zootechniques du lapin au cours de la période d'engraissement. Toutefois, on ne peut exclure une influence sur l'adiposité des carcasses. Par ailleurs, les conclusions qui peuvent être tirées de ce travail restent tributaires des choix expérimentaux. Il est en effet possible que d'autres niveaux énergétiques et/ou d'autres séquences appliquées à des âges différents autorisent une réelle amélioration des performances.

Accepté pour publication en mai 1982.

Summary

Effect of the dietary energy content in rabbits.
Variations according to age of animals and feeding sequences

In the present experiment, we studied the effects of diluting the digestible energy content of the feed by means of wood cellulose in replacement of part of the dietary starch, on the performances of 126 Californian rabbits between 5 and 11 weeks of age. Three diets characterized by their different digestible energy contents were used (kcal/kg DM) : H = 2 930, M = 2 584 and B = 2 352. Three groups of 12 rabbits received these 3 diets *ad libitum* until slaughter at the age of 8 weeks (groups B, M and H). Three other groups of 12 received the same 3 diets until slaughter at the age of 11 weeks (groups BB, MM and HH). Two groups of 12 animals received either diet H or B until 8 weeks and then vice versa (groups HB and BH) up to slaughter at 11 weeks of age. In addition, 5 groups of 6 rabbits reared in similar conditions as those of groups BB, MM, HH, HB and BH were used to determine the digestibility of the feeds during the 10th and 11th week of age of the animals. Growth performances and feed intake were recorded and visceral measurements made in slaughtered animals. The mean intake of digestible energy per day and per rabbit between 5 and 11 weeks of age differed only by ± 1.5 p. 100 from the average value (328 kcal) in all groups. Accordingly, the rabbit proves to be able regulate its energy intake in the long term even when it receives a succession of diets differing by their digestible energy content. Furthermore, the growth performances were not steadily changed either by the energy concentration of the diets or by the feeding sequence (Fig. 2 and 3). The only significant effect of the experimental treatment on the visceral development, both at 8 and 11 weeks, was a 19 p. 100 increase in the weight of the caecal content after a maximum dilution of the diet without modifying the tissue weight of the various digestive segments (Tabl. 3, 4, 7 and 8). This effect seemed to be due to the influence of the nature of the diluent (purified cellulose) and not to that of the dilution of the digestible energy. The apparent digestibility of nitrogen was not affected by any of the experimental treatments (Tabl. 5).

It may be concluded that in the present experimental conditions, it did not seem to be possible to improve the performances (weight gain) of the rabbits by modifying the energy content of the diets and the feeding sequence. However, an influence upon carcass adiposity should not be excluded and other energy levels and/or other sequences applied at different ages may perhaps lead to a real improvement of the performances.

Références bibliographiques

ADDIS T., 1931. Hypertrophy of the gastro intestinal tract and high residue diets. *Amer. J. Physiol.*, **99**, 417-423.

BOMBEKE A., OKERMAN F., MORMANS R., 1978. Influence de la granulation à sec et à la vapeur des rations à teneur différente en énergie sur les résultats de production des lapins de chair. *Revue de l'Agriculture*, **31**, 945-955.

COLIN M., ARKHURST G., LEBAS F., 1973. Effets de l'addition de méthionine au régime alimentaire sur les performances de croissance chez le lapin. *Ann. Zootech.*, **22**, 485-491.

COLIN M., LEBAS F., 1976. Méthodes d'étude de la digestibilité des aliments chez le lapin. 2. - Périodicité des récoltes. *Sci. Tech. Anim. Lab.*, **1**, 129-133.

COLIN M., ALLAIN D., 1978. Etude du besoin en lysine du lapin en croissance en relation avec la concentration énergétique de l'aliment. *Ann. Zootech.*, **27**, 17-31.

DEHALLE C., 1981. Equilibre entre les apports azotés et énergétiques dans l'alimentation du lapin en croissance. *Ann. Zootech.*, **30**, 197-208.

DOWLING R.H., Compensatory changes in intestinal absorption. *Brit. 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.

HAKANSSON J., ERIKSSON S., 1976. Faktoren som paverkar foderkonsumtion ock tillväxt hos kycklingar. *Institutionen för husdjurens utfodring ock vard*, 75007, Uppsala 7.

HENRY Y., 1969. Effets nutritionnels de l'incorporation de cellulose purifiée dans le régime du porc en croissance-finition. 2) Influence sur les performances de croissance et la composition corporelle. *Ann. Zootech.*, **18**, 371-384.

KENNEDY G.C., 1950. The hypothalamic control of food intake in rats. *Proc. r. Soc. B.*, **137**, 535-549.

LEBAS F., LAPLACE J.P., 1972. Mensurations viscérales chez le lapin. 1) 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. 3) Variation chez la femelle au cours d'un cycle de reproduction en fonction du niveau d'alimentation durant la gestation. *Ann. Zootech.*, **23**, 267-292.

LEBAS F., 1975. Influence de la teneur en énergie de l'aliment sur les performances de croissance chez le lapin. *Ann. Zootech.*, **24**, 281-288.

LEBAS F., LAPLACE J.P., 1977 a. Growth and digestive transit in the rabbit. Variations determined by physical form, composition and crude fiber content of the feed. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **17**. 535-538.

LEBAS F., LAPLACE J.P., 1977 b. Le transit digestif chez le lapin. VIII. - Influence de la source de cellulose. *Ann. Zootech.*, **26**, 575-584.

PETTERSSON M., 1976. Koncentrationsgradens inverkan pafoderkonsumtion ock tillväxt hos broilerkycklingar. *Stencilserie n.* 30, *Avd. för husdjurens näringsfysiologi*, 75007, Uppsala 7.

RUCKEBUSCH Y., BUENO L., FIORAMONTI J., 1981. Constituants membranaires et motricité digestive. *Reprod. Nutr. Dev.*, **21**, 749-771.

SPREADBURY D., DAVIDSON J., 1978. A study of the need for fibre by the growing New-Zealand White Rabbit. *J. Sci. Food Agric.*, **29**, 640-648.