

Article original

## Apports de cellulose dans l'alimentation du lapin en croissance. II. Conséquences sur les performances et la mortalité

JM Perez <sup>1</sup>, T Gidenne <sup>1</sup>, I Bouvarel <sup>2</sup>, P Arveux <sup>3</sup>, A Bourdillon <sup>4</sup>,  
C Briens <sup>5</sup>, J Le Naour <sup>6</sup>, B Messenger <sup>7</sup>, L Mirabito <sup>2</sup>

avec la collaboration technique de B Lamboley <sup>1</sup>, G Troislouches <sup>3</sup>,  
H Rouillère <sup>4</sup>, P Fourmont <sup>5</sup>, B Bourgin <sup>7</sup>

<sup>1</sup> Station de recherches cunicoles, Inra, BP 27, 31326 Castanet-Tolosan cedex;

<sup>2</sup> Itavi, 28, rue du Rocher, 75008 Paris;

<sup>3</sup> Ucaab, BP 19, 02402 Château-Thierry cedex;

<sup>4</sup> Sanders Aliments, BP 32, 91201 Athis-Mons cedex;

<sup>5</sup> Ufac, 95450 Vigny;

<sup>6</sup> Guyomarc'h Nutrition Animale, BP 234, 56006 Vannes cedex;

<sup>7</sup> Euronutrition, 4, chemin de Villeneuve, Vienne-en-Arthies, 95510 Vétheuil

(Reçu le 13 novembre 1995 ; accepté le 23 février 1996)

**Résumé** — Au total, 2 315 lapins en croissance ont été mis en expérience dans six stations expérimentales, afin d'étudier les effets respectifs du taux et de l'origine botanique de la cellulose Van Soest (Cell = ADF-ADL) sur les performances de croissance et la mortalité au cours de la période d'engraissement. Cinq aliments ont été comparés : un aliment de référence (R0) à faible teneur en cellulose (9,3 %) et quatre aliments à taux croissants de cellulose (12,4 et 15,9 %) provenant principalement soit de paille et de luzerne (régimes P1 et P2), soit de coques de soja et de luzerne (régimes CS1 et CS2). La cellulose a été remplacée principalement par de l'amidon sans variation concomitante des teneurs en lignine et en hémicelluloses. Les aliments ont été distribués à volonté depuis le sevrage (entre 28 et 32 jours d'âge selon le site) jusqu'à l'abattage (entre 68 et 73 jours d'âge). La réduction du taux de cellulose entraîne, indépendamment de la source de cellulose, une hausse linéaire du taux de mortalité (Tm) par troubles digestifs, selon la relation :  $Tm(\%) = 21,2 - 1,07 \text{ Cell}(\%)$  ( $r^2 = 0,92$ ; ETR = 1,06). À taux de cellulose égal, les performances de croissance sont affectées par l'origine de la cellulose. En moyenne, l'indice de consommation s'accroît d'environ 0,1 point par point supplémentaire de cellulose dans l'aliment.

lapin / alimentation / fibres alimentaires / cellulose / croissance / mortalité

**Summary — Dietary cellulose in the growing rabbit. II. Consequences on growth performance and mortality.** *The effects of the level and botanical origin of dietary cellulose (Cell = ADF-ADL) on growth performance and mortality were studied in six experimental sites on 2 315 growing rabbits. Five diets were compared: a control diet (R0) with a low cellulose content (9.3%) and four diets with increasing cellulose content (12.4% and 15.9%) provided by wheat straw and alfalfa (diets P1 and P2) or by soyabean hulls and alfalfa (diets CS1 and CS2). Cellulose was replaced mainly by starch without change in dietary lignin and hemicellulose levels. Diets were given ad libitum from weaning (28 and 32 days old, depending on the site) to slaughter (between 68 and 73 days old). The reduction of cellulose level led to a linear increase of mortality rate (Tm) by digestive disturbances according to the relation:  $Tm(\%) = 21.2 - 1.07 \text{ Cell}(\%)$  ( $r^2 = 0.92$ ,  $ETR = 1.06$ ), without the influence of the origin of dietary cellulose. Growth performance was affected by both the level and origin of cellulose. Feed conversion ratio increased by about 0.1 point per additional point of dietary cellulose.*

*rabbit / feeding / dietary fibre / cellulose / growth / mortality*

## INTRODUCTION

Évaluée à 12 % en moyenne d'après les résultats de la Gestion technico-économique nationale (Koehl, 1995), la mortalité des lapereaux en engraissement constitue une préoccupation majeure des éleveurs en raison de ses répercussions économiques. Cette mortalité est essentiellement d'origine digestive, mais les relations entre l'alimentation et la pathologie digestive demeurent encore peu élucidées (Peeters, 1988). Ainsi, si l'on admet généralement qu'un apport alimentaire minimum de parois végétales est indispensable au lapin pour assurer un fonctionnement digestif normal (Laplace, 1978) et éviter l'apparition d'entérites souvent mortelles (Peeters et Charlier, 1984), ce besoin en fibres demeure très mal défini à la fois aux plans quantitatif et qualitatif. En effet, celui-ci repose encore essentiellement sur le critère cellulose brute, dont la signification biochimique et nutritionnelle a été maintes fois mise en cause. Dès lors, il n'est pas surprenant, malgré le nombre important de travaux déjà réalisés, qu'aucune relation claire n'ait pu être établie entre le taux de cellulose Weende et la mortalité en engraissement (Heckmann et Mehner, 1970 ; Colin et al, 1976 ; Franck et Coulmin, 1978 ; Licois et al, 1980 ; Champe et Maurice, 1983 ; De Blas et al, 1986), même si la fraction lignocellulose semble jouer un rôle nutritionnel majeur (Maître et al, 1990 ; De Blas, 1992).

Ainsi, afin de préciser les rôles respectifs des composants de la fraction lignocellulose, nous avons étudié dans une première étape l'incidence des lignines sur les paramètres digestifs, les performances et la mortalité en engraissement (Gidenne et Perez, 1994 ; Perez et al, 1994). Dans une deuxième étape, nous nous proposons d'évaluer l'intérêt de prendre en compte un indicateur de la cellulose pour prévoir les performances de croissance et prévenir les pertes de lapereaux en engraissement, à l'aide de modèles alimentaires combinant une réduction de l'apport de cellulose et deux origines botaniques de cellulose. Ce travail fait suite à l'étude traitant de l'incidence de la cellulose sur la digestion et le transit (Gidenne et Perez, 1996). Il s'agit cette fois de conduire, à partir des mêmes régimes alimentaires, des expérimentations sur des effectifs importants d'animaux et dans des conditions variées d'élevage, afin d'obtenir des résultats transposables à des élevages de production. La teneur en cellulose des régimes a été appréciée par deux méthodes analytiques à partir du résidu ADF (*Acid detergent fiber*) selon Van Soest : soit par différence après isolement d'un résidu ADL (*Acid Detergent Lignin*) à l'aide de l'acide sulfurique concentré, soit directement par traitement du résidu ADF au permanganate de potassium selon la technique préconisée par Van Soest et Wine (1968).

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### *Animaux et conditions expérimentales*

Le même protocole a été appliqué dans six stations expérimentales cunicoles, respectivement dans les installations de l'Itavi (Rambouillet) et de firmes d'alimentation du bétail : la CCPA (Vienne-en-Arthies), Guyomarc'h (Saint-Nolff), Sanders (Sourches), l'Ucaab (Montfaucon) et l'Ufac (Vigny). Les essais réalisés dans ces stations diffèrent par les effectifs mis en place, les types génétiques et le mode de logement des animaux. Les conditions expérimentales sont résumées dans le tableau I. Au total, 2 315 lapereaux ont été mis en expérimentation à raison de 463 animaux par régime.

### *Aliments expérimentaux*

Cinq aliments ont été comparés : un aliment de référence (R0) à faible teneur en cellulose (9,3 %) et quatre aliments à taux croissants de cellulose (12,4 et 15,9 %) provenant principalement soit de paille et de luzerne (régimes P1 et P2), soit de coques de soja et de luzerne (régimes CS1 et CS2). La cellulose a été remplacée principalement par de l'amidon sans variation concomitante des teneurs en lignine et en hémicelluloses. Précisons que seuls les régimes P2 et CS2 conduisent à des apports en lignocellulose

conformes aux recommandations récentes (20 % d'après Maertens, 1992), alors que le régime R0 présente un taux d'ADF (14 %) très inférieur à ces dernières. La composition centésimale et les caractéristiques analytiques des régimes expérimentaux ont été rapportées en détail dans la première partie de cette étude (Gidenne et Perez, 1996). Les aliments (granulés de 4 mm de diamètre) ont été fabriqués en une seule fois (ITCF, Boigneville) à partir des mêmes lots de matières premières. Ils ont été distribués à volonté depuis le sevrage (entre 28 et 32 jours d'âge selon le site, tableau I) jusqu'à l'abattage (entre 68 et 73 jours d'âge).

### *Mesures sur animaux*

Les lapereaux ont été pesés individuellement au sevrage, à 42 jours d'âge et au stade final d'abattage. Les consommations d'aliment ont été mesurées par période et par cage. La mortalité a été contrôlée quotidiennement. En cas de mortalité, l'aliment restant dans la trémie a été pesé afin d'estimer la consommation réelle des animaux sur la base de la durée de présence et de l'effectif des lapereaux par cage.

### *Analyse statistique*

Les résultats expérimentaux ont d'abord été analysés par site expérimental, en utilisant notam-

**Tableau I.** Modalités expérimentales dans les différents sites.

Site	Effectif par régime	Effectif par cage	Type génétique	Âge début essai (jour)	Poids début essai (g)	Âge d'abattage (jour)
1	54	6	Hycole	28	699	70
2	77	7	Hyplus lourd	30	646	68
3	72	6	Hyplus medium	31	734	68
4	140	7	Hyplus lourd	28	621	71
5	60	6	Vitaline	32	722	73
6	60	6	Isis	29	714	71
Total	463					

ment les techniques d'analyses de variance et de covariance selon la procédure GLM du logiciel Sas (1988). Cette analyse a été suivie par un traitement d'ensemble des données issues de cinq sites en prenant en compte outre les effets principaux «régime» et «site», l'effet «série intra-site» et les interactions «site x régime». Un des sites expérimentaux (n°4) a été écarté de l'analyse statistique finale en raison d'un taux moyen de mortalité anormalement élevé (34%) et indépendant de la nature des régimes alimentaires testés. Les comparaisons multiples de moyennes ont été réalisées à l'aide du test de Bonferroni. En outre, afin de tester l'effet de l'origine botanique de la cellulose, nous avons procédé à une analyse des contrastes entre les régimes de types

P et CS qui présentent des taux équivalents de cellulose. Les résultats de mortalité ont été analysés selon la méthode de Pearson (distribution du  $\chi^2$ ).

## RÉSULTATS

### *Performances de croissance*

D'une façon générale, on constate un effet «site» significatif pour tous les paramètres mesurés (tableau II). En revanche, à une

**Tableau II.** Analyse statistique générale des performances zootechniques sur cinq sites d'expérience : effets principaux (site, régime) et interaction.

	<i>Effet site</i>	<i>Effet régime</i>	<i>Interaction site x régime</i>
<i>Période sevrage-42 jours</i>			
Poids au sevrage (g)	< 0,001	—	—
Poids à 42 jours (g)	< 0,001	0,046	0,98
Gain de poids (g/jour)	< 0,001	< 0,001	0,087
Consommation			
(g/jour)	< 0,001	< 0,001	0,78
(MJ ED/jour)	< 0,001	< 0,001	0,79
Indice de consommation			
(kg/kg gain)	< 0,001	< 0,001	0,043
(MJ ED/kg gain)	< 0,001	0,13	0,070
<i>Période 42 jours-abattage</i>			
Poids final (g)	< 0,001	0,098	0,99
Gain de poids (g/jour)	< 0,001	0,19	0,57
Consommation			
(g/jour)	< 0,001	< 0,001	0,92
(MJ ED/jour)	< 0,001	< 0,001	0,93
Indice de consommation			
(kg/kg gain)	< 0,001	< 0,001	0,58
(MJ ED/kg gain)	< 0,001	< 0,001	0,60
<i>Période totale</i>			
Gain de poids (g/jour)	< 0,001	0,009	0,86
Consommation			
(g/jour)	< 0,001	< 0,001	0,97
(MJ ED/jour)	< 0,001	< 0,001	0,98
Indice de consommation			
(kg/kg gain)	< 0,001	< 0,001	0,35
(MJ ED/kg gain)	< 0,001	< 0,001	0,48

exception près (indice de consommation en première période), il n'apparaît pas d'interaction site x régime. Cette absence d'interaction a permis d'effectuer une analyse statistique commune de l'ensemble des données expérimentales.

Au cours de la phase initiale de croissance, du sevrage à 42 jours d'âge (tableau III), les gains de poids moyens, tous sites confondus, diffèrent significativement selon les traitements avec un écart maximum au bénéfice des animaux recevant les aliments de type CS (+8 % par rapport au régime R0). Précisons que cet effet régime sur la vitesse de croissance est significatif dans quatre sites sur cinq. Les poids moyens de départ variaient selon les sites d'expérience entre 646 et 734 g en relation avec les âges au sevrage pratiqués (28 à 32 jours) et les types génétiques utilisés (cf tableau I). Mais, la prise en compte du poids au sevrage comme covariable n'a pas entraîné de modifications dans la hiérarchie des régimes.

Comparativement au régime pivot R0, la consommation d'aliment s'accroît fortement (+25 %) chez les animaux recevant les régimes à taux élevés de cellulose (P2 et CS2). Ceci est à mettre en relation avec les variations de concentration énergétique enregistrées entre les régimes lors de la première partie de ce travail : 9,7 à 11,4 MJ d'énergie digestible (ED) (Gidenne et Perez, 1996). De fait, exprimée sur la base de l'ED, la consommation est logiquement moins affectée par le régime alimentaire que la consommation mesurée en kg d'aliment. Cependant, il subsiste des écarts significatifs entre lots pour l'ingestion d'ED surtout au bénéfice des régimes de type CS (+11 % par rapport au régime R0). Pour ces derniers, la consommation supérieure d'ED s'accompagne de variations de même intensité de la vitesse de croissance, de sorte que l'indice de conversion énergétique est identique quel que soit le régime (21,4 MJ d'ED en moyenne par kg de gain).

**Tableau III.** Performances moyennes au cours de la période initiale de croissance, du sevrage à 42 jours d'âge.

Régimes :	P2	P1	R0	CS1	CS2	ETR*	Effet origine de la cellulose**
Cellulose (%) :	15,9	12,4	9,3	12,4	16,0		
n :	323	323	323	323	323		
Poids au sevrage (g)	705	703	698	703	705	68	—
Poids à 42 jours (g)	1261ab	1258ab	1234b	1293a	1270ab	97	0,13
Gain de poids (g/jour)	42,4bc	42,2bc	40,6c	44,9a	43,1ab	3,7	0,002
Consommation (g/jour)	90,6ab	83,6c	74,5d	89,3b	94,8a	7,6	< 0,001
(MJ ED/jour)	0,89bc	0,89bc	0,85c	0,97a	0,92b	0,08	< 0,001
Indice de consommation (kg/kg gain)	2,15a	1,99b	1,85c	2,01b	2,22a	0,13	0,016
(MJ ED/kg gain)	21,2	21,2	21,2	21,7	21,6	1,4	0,018

\* Écart type résiduel; abc, les moyennes ayant une lettre en commun ne diffèrent pas au seuil de 5 % ;

\*\* contraste : P1 + P2 vs CS1 + CS2.

Au cours de la période de finition (tableau IV), les gains de poids ne diffèrent plus en moyenne d'un traitement à l'autre. Comme au cours de la première période, la consommation d'aliment s'accroît avec le taux de cellulose (+25 % entre lots extrêmes «P2+CS2» vs R0). Les vitesses de croissance étant similaires selon les traitements, l'indice de consommation suit l'évolution de l'ingestion. La consommation d'énergie digestible, et corrélativement les indices de conversion énergétique sont significativement plus élevés pour les régimes P et CS que pour le régime R0 (37,7 vs 34,5 MJ ED/kg de gain).

Au cours de la période totale d'enrichissement (tableau V), on relève les mêmes tendances qu'au cours de la période de finition. Seuls les croûts journaliers diffèrent selon le régime alimentaire (gains de poids moyens légèrement supérieurs pour les régimes de type CS) en raison de l'effet observé en première période. Précisons qu'intrasite nous n'avons mis en évidence aucune influence significative du régime sur

la vitesse de croissance durant la totalité de la période d'enrichissement.

### Mortalité

Indépendamment du régime alimentaire, le taux moyen de pertes par troubles digestifs (diarrhée) varie considérablement selon le site expérimental (entre 2,6 et 14,4 %). Cet effet «site» est sans relation avec l'âge au sevrage ou le poids initial des lapereaux. Les résultats moyens de mortalité sont présentés tous sites confondus dans le tableau VI.

Au cours de la période initiale de croissance, on enregistre une influence très forte du régime alimentaire sur la mortalité (valeur du  $\chi^2 = 21,6$ ;  $p < 0,001$ ). De fait, entre le sevrage et 42 jours d'âge, les pertes d'animaux sont 2 à 9 fois plus élevées avec le régime R0 ( $T_m = 5,9\%$ ) comparativement aux autres régimes mieux pourvus en cellulose. Au cours de cette période, les diffé-

**Tableau IV.** Performances moyennes au cours de la période de finition, de 42 jours d'âge à l'abattage.

	Régimes :					ETR*	Effet origine de la cellulose**
	P2	P1	R0	CS1	CS2		
Cellulose (%) :	15,9	12,4	9,3	12,4	16,0		
n :	323	323	323	323	323		
Poids final (g)	2346	2342	2350	2412	2368	151	0,030
Gain de poids (g/jour)	40,2	40,2	41,3	41,4	40,7	3,6	0,069
Consommation (g/jour)	152,2ab	137,9c	124,0d	146,4b	156,8a	13,8	< 0,001
(MJ ED/jour)	1,50bc	1,47bc	1,42c	1,58a	1,52ab	0,15	0,001
Indice de consommation (kg/kg gain)	3,81a	3,47b	3,02c	3,56b	3,87a	0,32	0,13
(MJ ED/kg gain)	37,5a	37,0a	34,5b	38,5a	37,6a	3,5	0,14

\* Écart type résiduel; abc, les moyennes ayant une lettre en commun ne diffèrent pas au seuil de 5 % ;

\*\* contraste : P1 + P2 vs CS1 + CS2.

rences de mortalité observées entre les régimes à teneurs intermédiaires (P1+CS1) et élevées en cellulose (P2+CS2) sont également significatives ( $T_m = 3,6\%$  vs  $0,8\%$ ;  $p = 0,015$ ), alors qu'à même niveau de cellulose les taux de pertes sont strictement identiques quelle que soit l'origine botanique de la cellulose (comparaison des régimes P et CS).

Durant la période de finition, la mortalité demeure plus importante avec le régime R0 à faible teneur en cellulose, mais ne diffère pas significativement entre les autres lots recevant les régimes à teneurs plus élevées en cellulose. Comme au cours de la première période, l'origine botanique de la cellulose est sans influence sur la mortalité.

Sur l'ensemble de la période d'engraissement, le régime alimentaire a un effet significatif sur les pertes totales de l'apport (valeur du  $\chi^2 = 19,6$ ;  $p = 0,001$ ). Les taux de mortalité ( $T_m$ ) s'échelonnent en moyenne entre 4,5 % et 12,1 % à mesure que s'abaisse le taux de cellulose et ceci indépendamment de son origine botanique

(fig 1). Par suite, il apparaît une relation linéaire étroite entre la teneur en cellulose Van Soest (Cell = ADF-ADL) des régimes et le taux de mortalité, qui s'exprime de la manière suivante :

$$T_m(\%) = 21,2 - 1,07 \text{ Cell}(\%)$$

$$r^2 = 0,92 \quad \text{ETR} = 1,06 \quad \text{CV} = 14,9\%$$

Bien qu'analysée dans un seul laboratoire, la cellulose permanganate (Cell  $\text{KMnO}_4$ ) semble un critère aussi précis pour prévoir les pertes en engraissement que la cellulose obtenue par différence entre les résidus ADF et ADL (6 sites de dosage) :

$$T_m(\%) = 23,9 - 1,19 \text{ Cell } \text{KMnO}_4(\%)$$

$$r^2 = 0,96 \quad \text{ETR} = 0,75 \quad \text{CV} = 10,5\%$$

## DISCUSSION

Sur le plan méthodologique, l'intérêt de cette étude réside dans la puissance expérimentale du dispositif (463 animaux par régime

**Tableau V.** Performances moyennes au cours de la période totale d'engraissement.

Régimes :	P2	P1	R0	CS1	CS2	ETR*	Effet origine de la cellulose **
Cellulose (%) :	15,9	12,4	9,3	12,4	16,0		
n :	323	323	323	323	323		
Gain de poids (g/jour)	40,9b	40,8b	41,0ab	42,5a	41,5ab	2,8	0,036
Consommation (g/jour)	132,2ab	120,1c	107,7d	127,8b	136,6a	10,7	< 0,001
(MJ ED/jour)	1,30b	1,28bc	1,23c	1,38a	1,33ab	0,12	< 0,001
Indice de consommation (kg/kg gain)	3,25a	2,95b	2,64c	3,01b	3,30a	0,19	0,041
(MJ ED/kg gain)	32,0a	31,5a	30,1b	32,6a	32,1a	2,1	0,045

\* Écart type résiduel; abc : les moyennes ayant une lettre en commun ne diffèrent pas au seuil de 5 % ;

\*\* contraste : P1 + P2 vs CS1 + CS2.

Tableau VI. Mortalité des lapereaux.

Régimes :	P2	P1	R0	CS1	CS2	Effet régime <sup>b</sup>		Effet origine de la cellulose <sup>c</sup>
Cellulose (%) :	15,9	12,4	9,3	12,4	16,0	$\chi^2$	Prob	
n :	323	323	323	323	323			
<i>Période sevrage-42 jours</i>								
Nombre de morts	3	11	19	12	2	21,6	< 0,001	1,00
Taux de mortalité (%) <sup>a</sup>	0,93	3,41	5,88	3,72	0,62			
<i>Période 42 jours-abattage</i>								
Nombre de morts	14	11	20	13	10	4,7	0,32	0,92
Taux de mortalité (%) <sup>a</sup>	4,33	3,41	6,19	4,02	3,10			
<i>Période totale</i>								
Nombre de morts	17	22	39	25	12	19,6	0,001	0,87
Taux de mortalité (%) <sup>a</sup>	5,26	6,81	12,07	7,74	3,72			

<sup>a</sup> Taux de mortalité exprimé en pourcentage de l'effectif total initial de lapereaux par régime ( $n = 323$ ). <sup>b</sup> Test du  $\chi^2$  selon Pearson. <sup>c</sup> Contraste : P1 + P2 vs CS1 + CS2.

au départ), la diversité des conditions d'élevage grâce à la mise en commun de moyens d'étude, ainsi que dans l'application d'un protocole standard de contrôle des performances de croissance. Soulignons le niveau satisfaisant de ces dernières : en moyenne 41 g de croît quotidien pour une consommation journalière d'aliment de 125 g, soit un indice de consommation d'environ 3 kg par kilo de gain.

Le lapin en croissance, recevant des aliments équilibrés, est capable généralement d'ajuster son ingestion alimentaire en réponse à des variations de concentration énergétique de manière à consommer quotidiennement la même quantité d'énergie digestible (ED) (Lebas, 1975 ; Bombeke et al, 1978 ; Spreadbury et Davidson, 1978 ; Lebas et al, 1982 ; Partridge et al, 1989). Cette régulation est possible dans une plage de concentration comprise entre 9,2 et 13,4 MJ d'ED par kilo d'aliment brut. Dans la gamme de concentration des teneurs en ED mesurées sur les aliments expérimentaux,

soit 9,7 à 11,4 MJ par kilo (Gidenne et Perez, 1996), la régulation de l'ingestion devrait jouer pleinement. Or, si dans cette étude la teneur en ED des régimes reste globalement un facteur explicatif important de la consommation d'aliment ( $r^2 = 0,84$  sur la période totale), la consommation d'ED demeure significativement supérieure pour les régimes de type P (+5 %) et surtout CS (+10 %) comparativement à celle enregistrée avec le régime R0. De la même façon, la capacité d'ingestion des lapereaux, exprimée en ED par kg de poids métabolique (poids vif à 42 jours à la puissance 0,75) s'élève à 1,12 MJ par jour pour les régimes de type CS contre 1,09 et 1,05 MJ respectivement pour les régimes P et R0 sur la totalité de la période d'engraissement. Les différences de consommation d'ED entre lots ne peuvent s'expliquer par les variations, au demeurant faibles (écart maximum de 1 point), dans les taux de matières grasses des aliments, puisque les animaux recevant les régimes à teneurs les plus éloi-



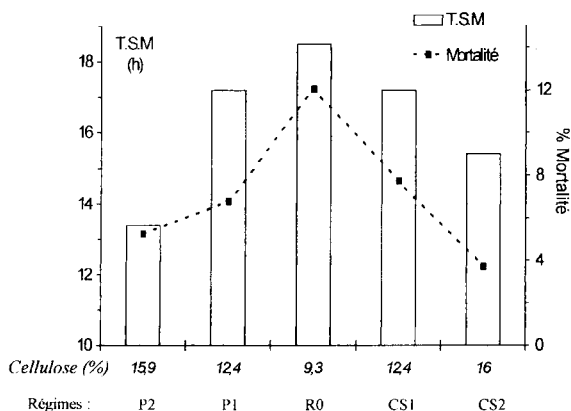
gnées en lipides (P2 et CS2) ont des ingrédients énergétiques similaires. La plus forte consommation des régimes de type CS pourrait résulter de la présence au sein de ces régimes de coques de cacao réputées très appétibles (Ridzwan et al, 1993). En tout état de cause, nos résultats indiquent que la concentration énergétique des régimes, appréciée par la teneur en énergie digestible, semble un critère insuffisant pour expliquer les variations d'ingestion entre régimes alimentaires. Nous avons déjà fait la même constatation lors d'une étude antérieure conduite selon des modalités expérimentales similaires et mettant en jeu plusieurs centaines de lapereaux par régime (Perez et al, 1994).

S'agissant de la vitesse de croissance, les différences entre régimes, bien que significatives, demeurent faibles si l'on se réfère à l'ensemble de la période d'engraissement (écart maximum inférieur à 2 g par jour pour un gain moyen de 41,4 g/jour). Les seuls écarts notables ont trait à la période initiale de croissance où les gains de poids sont significativement plus faibles avec le régime à basse teneur en cellulose. Le même type de réponse a été enregistré lors de l'étude précédente concernant les apports de lignines (Perez et al, 1994). Cette période initiale de forte expression des potentialités de croissance des animaux correspond

également à une phase de sensibilité accrue des lapereaux aux conditions d'alimentation et de milieu. Ainsi, on ne peut exclure que ces variations de croît au détriment du régime pauvre en cellulose en début de croissance soient la conséquence d'un état sanitaire plus précaire chez les animaux recevant ce régime dès le sevrage.

Les variations d'indice de consommation entre lots correspondent principalement à l'effet classique de la dilution énergétique des régimes sur l'efficacité alimentaire auquel se superpose un effet de l'origine botanique de la cellulose. Ainsi, sur la période totale, l'effet de dilution se traduit par une augmentation d'environ 0,1 point de l'indice de consommation par point supplémentaire de cellulose dans l'aliment, soit une variation de même amplitude que celle observée avec l'accroissement du taux de lignines (Perez et al, 1994). L'indice de consommation, exprimé sur la base de l'énergie digestible, demeure plus élevé avec les régimes P et CS : +1,4 à +2,5 MJ ED/kg gain par rapport au régime R0 sur la période totale. Ces légères détériorations de l'efficacité énergétique pourraient s'expliquer en partie par l'accroissement pondéral du tube et des contenus digestifs avec l'augmentation des quantités de fibres ingérées (Gidenne, 1992).

**Fig 1.** Influence du taux et de l'origine de la cellulose (ADF-ADL) sur le transit (TSM) et la mortalité. Origine de la cellulose : P2 et P1, la cellulose provient principalement de luzerne et de paille de blé. CS2 et CSP1, la cellulose provient principalement de luzerne et de coques de soja. TSM : temps de séjour moyen total (première partie de l'étude).



En ce qui concerne les pertes de lape-reaux au cours de l'engraissement, ce travail montre que la réduction de l'apport de cellulose (de 16 à 9 %) entraîne, toutes choses égales par ailleurs – en particulier à même taux de lignine (4,4 %) –, un accroissement linéaire de la mortalité par troubles digestifs. La liaison entre ces deux variables indique une hausse d'un point de la mortalité par point de diminution du taux de cellulose dans l'aliment et ceci indépendamment de l'origine de la cellulose (fig 1). L'effet du taux de cellulose sur la mortalité est identique à celui enregistré précédemment dans les mêmes conditions expérimentales avec les variations du taux de lignines (Perez et al, 1994). La relation obtenue était seulement plus précise (ETR = 2,6 contre 14,9 % dans la présente étude), mais pour une gamme plus large d'apport (variations de 1 à 4 des teneurs en ADL). Dans les deux études, on note une hausse concomitante du temps de séjour des digesta et de la mortalité en engraissement parallèlement à la réduction du taux de fibres, ce qui renforce l'hypothèse, rarement étayée par des résultats expérimentaux, selon laquelle chez le lapin un risque accru de troubles digestifs mortels est associé à un ralentissement du transit digestif (cf fig 1).

Par ailleurs, ajoutons que les fortes mortalités enregistrées dans un des sites expérimentaux, nécessitant son élimination de l'analyse statistique finale, correspondent en fait à une fréquence très élevée d'apparition de parésie caecale. À cet égard, il est intéressant de noter qu'aucun des régimes utilisés dans cette étude n'a eu d'influence sur le taux de parésie caecale bien que la plage de variation de leur composition soit assez large en termes d'apport de lignocellulose (14 à 20 % d'ADF).

Enfin, bien qu'il existe une corrélation significative entre le taux de cellulose et la teneur en amidon des aliments expérimentaux, il convient de préciser que les effets observés dans cette étude sont bien impu-

tables essentiellement aux variations dans les apports en cellulose. En effet, l'ingestion de cellulose varie du simple au double entre les régimes extrêmes sur la période totale (10 et 21,8 g/jour respectivement pour les régimes R0 et CS2), alors que dans le même temps l'ingestion d'amidon est quasi constante (28–30 g/jour) entre les régimes R0, P et CS1, et seulement un peu plus faible dans le cas de l'aliment CS2 (24 g/jour). Par suite, il n'apparaît pas de liaison significative entre l'amidon ingéré et le taux de mortalité, alors que ce dernier demeure hautement corrélé avec la cellulose ingérée ( $r^2=0,87$  ;  $p < 0,001$ ).

En définitive, nos travaux conduits avec la même méthodologie sur les apports de lignines et de cellulose (Gidenne et Perez, 1994 ; Perez et al, 1994 ; Gidenne et Perez, 1996 ; présente étude) montrent que les deux constituants de la fraction ADF jouent un rôle conjoint dans l'apparition des troubles digestifs chez le lapin, mais ont des répercussions distinctes sur les paramètres digestifs et les performances. Ainsi d'après nos résultats, un point de cellulose dans l'aliment équivaldrait à un point de lignines en termes de mortalité, alors que la lignine aurait un effet plus prononcé sur la digestibilité. Nos résultats suggèrent également qu'un taux assez élevé de cellulose ( $\approx 16\%$ ) est nécessaire en début de croissance pour réduire la mortalité, alors qu'un taux de 12 % semble suffisant dans l'aliment en fin d'engraissement s'il renferme au moins 4,5 % de lignine.

En prolongement de cette étude, des travaux sont encore nécessaires pour préciser les recommandations d'apports de fibres. En particulier, il conviendrait d'évaluer l'incidence des variations du ratio cellulose/lignines et les interactions possibles entre la fraction lignocellulose elle-même et les apports d'amidon sur les paramètres digestifs, les performances de croissance et la mortalité.

## REMERCIEMENTS

La présente étude a été réalisée sous la responsabilité de l'Inra avec le soutien financier du fonds Sypram. Le Sypram a été créé en 1990 avec des fonds apportés par les adhérents de l'Amehb (Association pour le maintien de l'élevage en Bretagne), du Snia (Syndicat national des industries de la nutrition animale) et du Syncopac (Fédération nationale des coopératives de production et d'alimentation animales) en vue de faciliter toute action d'intérêt collectif au profit des entreprises du secteur de l'alimentation animale.

## RÉFÉRENCES

- Bombeke A, Okerman F, Moermans 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. *Rev Agric* 361, 945-955
- Champe KA, Maurice DW (1983) Response of early weaned rabbits to source and level of dietary fiber. *J Anim Sci* 56, 1105-1114
- Colin M, Maire C, Vaissaire J, Renault L (1976) Étude expérimentale du remplacement dans les aliments pour lapins de la cellulose par des lests minéraux : sable et vermiculite. *Recl Méd Vét* 152, 457-465
- De Blas JC, Santoma G, Carabano R, Fraga MJ (1986) Fiber and starch levels in fattening rabbit diets. *J Anim Sci* 63, 1897-1904
- De Blas JC (1992) The roles of fiber in rabbit nutrition. *Proc 5th World Rabbit Congress*, Corvallis, OR, États-Unis, 25-30 July 1992. *J Appl Rabbit Res* 15, 1329-1343
- Franck Y, Coulmin JP (1978) Utilisation de la paille de blé broyée comme source de cellulose dans les aliments lapins à l'engraissement ; comparaison de deux taux de cellulose. *2<sup>es</sup> Journ Rech Cunicole Fr*, Toulouse, 4-5 avril 1978, Communication n°10, 10.1-10.6. Itavi Éd, Paris
- Gidenne T (1992) Effect of fibre level, particle size and adaptation period on digestibility and rate of passage as measured at the ileum and in the faeces in the adult rabbit. *Br J Nutr* 67, 133-146
- Gidenne T, Perez JM (1994) Apports de lignines et alimentation du lapin en croissance. I. Conséquences sur la digestion et le transit. *Ann Zootech* 43, 313-322
- Gidenne T, Perez JM (1996) Apports de cellulose dans l'alimentation du lapin en croissance. I. Conséquences sur la digestion et le transit. *Ann Zootech* 45, 289-298
- Heckmann FW, Mehner A (1970) Versuche über den Eiweiss und Rohfasergehalt in Alleinfutter für Jungmastkaninchen. *Arch Geflügelzucht Kleintierkd* 19, 29-43
- Koehl PF (1995) Gestion technico-économique nationale 1994. *Cuniculture* 22, 1-5
- Laplace JP (1978) Le transit digestif chez les monogastriques. III. Comportement (prise de nourriture - cæcotrophie) motricité et transit digestif et pathogénie des diarrhées chez le lapin. *Ann Zootech* 27, 225-265
- Lebas F (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 JP, Droumenq P (1982) 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. *Ann Zootech* 31, 233-256
- Licois D, Couderc P, Colin M (1980) Essai d'induction de la diarrhée chez le lapereau à l'aide d'aliments comportant différentes teneurs en cellulose. *Ann Rech Vét* 11, 279-284
- Maertens L (1992) Rabbit nutrition and feeding: a review of some recent developments. *Proc 5th World Rabbit Congress*, Corvallis, OR, États-Unis 25-30 July 1992. *J Appl Rabbit Res* 15, 889-913
- Maître I, Lebas F, Arveux P, Bourdillon A, Duperray J, Saint Cast Y (1990) Taux de lignocellulose (ADF de Van Soest) et performances de croissance du lapin de chair. *5<sup>es</sup> Journ Rech Cunicole Fr*, Paris, 12-13 décembre 1990, Communication n°56, 56.1-56.12, Itavi Éd, Paris
- Partridge GG, Garthwaite PH, Findlay M (1989) Protein and energy retention by growing rabbits offered diets with increasing proportions of fibre. *J Agric Sci UK* 112, 171-178
- Peeters JE (1988) Recent advances in intestinal pathology of rabbits and further perspectives. *Proc 4th World Rabbit Congress*, Budapest, Hungary, 10-14 October 1988, WRSA Ed, Vol 2, 293-313
- Peeters JE, Charlier GJ (1984) Le complexe entérite du lapin de chair en élevage rationnel. *Cuni-Sciences* 2, 13-26
- Perez JM, Gidenne T, Lebas F, Caudron I, Arveux P, Bourdillon A, Duperray P, Messenger B (1994) Apports de lignines et alimentation du lapin en croissance. 2. Conséquences sur les performances et la mortalité. *Ann Zootech* 43, 323-332
- Ridzwan BH, Fadzli MK, Rozali MBO, Chin DTF, Ibrahim BM, Faridnordin BI (1993) Evaluation of cocoa-pod husks on performance of rabbits. *Anim Feed Sci Technol* 40, 267-272
- Sas (1988) *Sas/Stat Guide for Personal Computers (Release 6.03)*. Sas Inst Inc, Cary, NC, États-Unis, 1028 p
- 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
- Van Soest PJ, Wine RH (1968) Determination of lignin and cellulose in acid detergent fibre with permanganate. *J Assoc Off Anal Chem* 51, 780-785