

TAUX DE LIGNOCELLULOSE (ADF DE VAN SOEST) ET PERFORMANCES DE  
CROISSANCE DU LAPIN DE CHAIR

Résultats obtenus dans 6 sites expérimentaux dans une action  
coordonnée par l'ITAVI

-----

MAITRE I. ITAVI - 28, Rue du Rocher - 75008 PARIS  
LEBAS F. INRA - Centre de Recherche - BP 27 - 31320 CASTANET  
MOLOSAN  
ARVEUX P. UCAAB - Chierry - BP 75 - 02400 CHATEAU THIERRY  
BOURDILLON A. SANDERS - 17 Quai de l'Industrie - 91200 ATHIS MONS  
DUPERRAY J. GUYOMARC'H - BP 235 - 56006 VANNES  
SAINT CAST Y. CCPA - 12, Rue des Beaux Soleils - Z.A. - 95520 OSNY

-----

I - RESUME

4 aliments isoazotés dont le taux de lignocellulose (ADF de Van Soest) variait de 14,7 à 20,7 ont été testés simultanément en digestibilité et dans 5 stations expérimentales d'engraissement sur un total de 1520 lapins. Leur valeur énergétique diminue régulièrement avec l'augmentation du taux de constituants membranaires. La croissance des lapereaux de 28 à 70 j est plus élevée et la consommation alimentaire plus faible avec un taux plus faible d'ADF. La mortalité en engraissement diminue régulièrement avec l'augmentation du taux d'ADF, associé il est vrai à celle du taux de lignine, du taux de cellulose vraie et du rapport cellulose .  
hémicellulose

II - INTRODUCTION

L'aliment du lapin de chair doit apporter un minimum de constituants membranaires pour assurer un fonctionnement digestif normal. Ce besoin spécifique du lapereau est estimé à 10 - 11 % de cellulose brute minimum dans l'aliment, des taux de 13 à 16 % étant couramment utilisés sur le terrain.

Cependant, ce critère "cellulose brute" n'approche qu'imparfaitement les constituants membranaires puisqu'il n'en recouvre qu'une partie. L'analyse selon Van Soest semble à cet égard plus satisfaisante. L'étude de résultats expérimentaux antérieurs (FRANCK, 1986) avait montré un lien entre l'augmentation du taux d'hémicellulose de l'aliment et l'amélioration de la santé des lapereaux.

Dans le cadre des actions concertées d'expérimentations cunicoles qu'anime l'ITAVI, nous avons cherché à tester cette hypothèse (LEBAS et al, 1989). En admettant l'hypothèse que l'analyse Van Soest cerne assez bien la décomposition des constituants membranaires totaux en hémicellulose, cellulose vraie et lignine, nous avons testé six aliments à taux d'ADF constants et taux de NDF variables. Dans les gammes étudiées, nous n'avons mis en évidence aucun effet du taux d'hémicellulose sur la mortalité des lapereaux à l'engraissement.

Dans un deuxième essai concernant l'équilibre lignine/cellulose Van Soest/hémicellulose et dont nous présentons ici les résultats, nous avons cherché à mesurer l'influence d'une variation du taux d'ADF (lignocellulose) à taux de NDF constant sur les performances de croissance des lapins. Le taux de cellulose vraie a été approché par la fraction ADF - lignine Van Soest.

### \* Quelques rappels

NDF Neutral Detergent Fiber (Van Soest, 1967) : résidu fibreux restant après traitement de l'aliment avec un détergent neutre.

ADF Acid Detergent Fiber (Van Soest, 1967) (proche de la lignocellulose) : résidu fibreux restant après traitement de l'aliment avec un détergent acide.

Constituants membranaires totaux = peuvent être approchés par NDF

Hémicellulose = peut être approchée par NDF - ADF

Cellulose vraie = peut être approchée par la cellulose Van Soest  
soit ADF - lignine

## III - MATERIEL ET METHODES

### a) Les aliments

Quatre aliments ont été conçus à partir de huit matières premières principales.

Les formules retenues ainsi que leur composition moyenne prévue sont notées au tableau 1.

Les aliments ont été prévus les plus proches possible pour les taux de NDF (constituants membranaires totaux), les taux de protéines et les niveaux énergétiques. La valeur énergétique affectée à la luzerne a été modifiée en fonction de son taux d'incorporation de façon à tenir compte du fait que plus le niveau de la luzerne dans le régime est élevé, plus sa valeur énergétique est faible.

Le taux d'ADF varie de 16,7 % à 22,4 % et le taux de cellulose brute de 13,7 à 19,6 %.

Pour obtenir des écarts notables d'équilibre des constituants membranaires, la composition en matières premières est fortement modifiée entre les régimes : le régime 1, "pauvre en lignocellulose", contient une palette de matières premières riches en hémicellulose : son de blé, paille, pulpes. Le régime 4, "riche en cellulose vraie", est riche en luzerne et contient du tourteau de tournesol. Les 2 régimes intermédiaires correspondent aux moyennes pondérées entre les deux régimes extrêmes.

Les aliments ont été fabriqués en une seule fois, en un même lieu (ITCF Boigneville).

#### b) Etude de la digestibilité

Dans les installations de l'INRA, la digestibilité des 4 aliments expérimentaux a été étudiée avec 6 lapins de 5 semaines par régime, selon la méthodologie de collecte classique sur 2 fois 4 jours (COLIN et LEBAS, 1976). Les CUDA ont été calculés pour l'énergie, l'azote, la cellulose brute et les cendres.

#### c) Etude en engraissement

L'essai s'est déroulé de juin à octobre 1989 simultanément dans 5 sites expérimentaux d'engraissement : à la CCPA, chez GUYOMARC'H, à l'ITAVI, chez SANDERS et à l'UCAAB. 1.520 lapins ont été mis en expérimentation.

La croissance a été suivie individuellement alors que la consommation alimentaire est calculée à la cage. Une pesée intermédiaire a été réalisée à 49 jours dans 4 sites sur 5 ; ce qui a permis de diviser l'essai en 2 périodes : 1ère (28 - 49 j) et 2ème (49 - 70 j).

Les gains de poids, indices de consommation et consommations, ne concernent que les animaux présents à la fin de l'essai.

La mortalité a été relevée chaque jour et les consommations corrigées pour le nombre réel de lapins consommant chaque jour.

#### d) Traitement statistique

L'ensemble des données expérimentales a été traité simultanément, l'analyse tenant compte de l'effet site et des répétitions mises en place.

Nous avons utilisé le logiciel SAS-MICRO pour réaliser les analyses de variance (avec études des effets lot - répétition des sites) sur les performances de croissance et les tests du Khi carré sur les niveaux de mortalité.

## IV - RESULTATS ET DISCUSSION

### a) Les aliments

#### . Analyses chimiques

A l'analyse (cf tableau 2), les aliments se sont révélés moins riches en constituants membranaires que prévu.

Le taux de lignocellulose (ADF) varie de 14,7 % à 20,7 %, soit 6 points d'écart entre les régimes extrêmes, ce que nous avons recherché en formulant. Le niveau d'ADF est un peu plus faible que prévu (- 2 %).

En revanche, les régimes sont un peu plus éloignés les uns des autres pour les constituants membranaires totaux que nous l'attendions : le taux de NDF varie de 29,6 % à 32,7 % alors que les valeurs attendues étaient de 33,2 à 34,4 %.

Nous restons cependant dans la gamme de variation d'hémicellulose étudiée lors de l'essai NDF (LEBAS et al, 1989) où nous n'avons observé aucune influence sur la santé des animaux.

Le rapport cellulose Van Soest évolue de 0,8 à 1,3 et le taux de hémicellulose lignine varie de 2,5 à 5,6 %.

Parallèlement à l'évolution des constituants membranaires, et logiquement, la quantité d'amidon varie de 210 g/kg à 170 g/kg.

Les régimes sont bien iso-azotés comme nous l'avions souhaité. Enfin, signalons que le taux de calcium augmente entre le régime 1 et le régime 4 de 1,6 à 2 %.

#### . Digestibilité

Les résultats de digestibilité sont fournis au tableau 4.

On observe une diminution de la digestibilité de la matière sèche (- 10 %), de l'énergie (- 12 %), des protéines (- 4 %) et de la cellulose brute (- 22 %), significative du régime 1 au régime 4.

Les aliments étaient prévus iso-énergétiques. Ils ne le sont finalement pas. Et si les régimes 1, 2 et 3 demeurent à des niveaux énergétiques classiques, l'aliment 4, à 2.272 kcal d'énergie digestible par Kg, est nettement inférieur aux concentrations utilisées sur le terrain.

Le ratio protéines digestibles/énergie digestible se situe entre 52 et 59, bien au-dessus de la recommandation couramment admise à 45.

## b) Poids et croissance des animaux

Les performances de croissance sont notées au tableau 5.

Aucun effet significatif sur la croissance individuelle n'est mis en évidence en période 1. En période 2, le GMQ du lot 1 est significativement supérieur à ceux des lots 2, 3 et 4.

Sur l'ensemble de la période, le GMQ individuel est significativement différent ( $P < 0,036$ ) entre les régimes.

La croissance diminue avec l'augmentation du taux d'ADF, principalement pour le lot 4, le plus riche en ADF, mais aussi le plus pauvre en énergie digestible.

De même, aucune différence significative n'est observée sur le poids initial et les poids intermédiaires.

Seul le poids final décroît avec l'augmentation des taux de constituants membranaires.

## c) Consommation alimentaire

La consommation d'aliment en g/j augmente avec le taux d'ADF et la diminution du niveau énergétique de l'aliment.

Il y a donc bien, globalement, régulation énergétique de la consommation. Cependant, elle n'est pas linéaire puisque l'on observe un décrochement de la consommation énergétique avec l'aliment 4. Ce régime, à 2.272 kcal/kg, se situe peut-être en dehors de la zone de régulation linéaire. Dans un essai antérieur (LEBAS et al, 1986), où deux taux de constituants membranaires avaient été étudiés, nous avons pourtant constaté une bonne régulation de la consommation d'aliment sur le niveau énergétique pour des niveaux équivalents (2.434 et 2.232 kcal/kg) d'ED dans les régimes. D'autre part ce régime 4, riche en fibres, apporte des calories plus "encombrantes" et nous atteignons peut-être ici un plafond de consommation en volume de l'animal (3 % de NDF de plus que dans l'essai de 1986).

Il est intéressant de lier cette chute de la consommation d'énergie à la plus faible croissance observée pour le lot 4.

En période 1, la consommation suit la même tendance : augmentation de la consommation avec la diminution du niveau énergétique du régime.

En revanche, la consommation d'énergie digestible par jour est plus faible pour les lots 1 et 4, ce qui peut être relié avec des niveaux de croissance inférieurs, même si cela n'est pas significatif. Cela rejoint certaines hypothèses selon lesquelles la régulation énergétique de la consommation alimentaire du lapereau avant 50 jours serait imparfaite.

En période 2, la consommation alimentaire augmente avec le taux de constituants membranaires comme en période globale. La régulation énergétique de la consommation fonctionne bien avec les trois premiers lots.

Les indices de consommation reflètent les consommations et les croissances. Plus le niveau énergétique diminue et le taux de constituants membranaires augmente, plus l'indice de consommation croît.

#### d) La mortalité en engraissement

Nous observons une différence significative ( $P < 0,021$ ) de la mortalité entre les 4 lots.

Elle se situe à 14,4 % en moyenne avec l'aliment 1 et à 7,5 % avec l'aliment 4. La diminution du nombre de morts est progressive entre les 4 régimes.

Par contre, aucune différence significative entre lots n'est observée pour la répartition de cette mortalité au cours des essais (tableau 5, figure 1).

D'après la littérature, les aliments les plus riches en constituants membranaires sont ceux qui passent le plus rapidement à travers le tube digestif. Cette accélération de la motricité digestive est favorable à la santé des lapereaux.

L'objet de cette expérimentation était de chercher si une variation de l'équilibre des constituants membranaires dans la gamme étudiée pouvait avoir une influence sur la santé des animaux.

Nous constatons une réduction notable de la mortalité avec l'augmentation du taux d'ADF et du ratio

cellulose Van Soest  
Hémicellulose

La fraction hémicellulose diminue elle aussi entre les régimes 1 et 4 mais l'essai précédent (LEBAS et al, 1989) nous avait montré qu'une variation de 3 points d'hémicellulose (13 à 10 % et 14 à 11 %) ne permettait pas de modifier la mortalité.

L'amélioration de la santé des animaux serait peut-être plus à relier au taux de cellulose vraie, ou la lignine, ou au ratio

Cellulose Van Soest  
Hémicellulose Van Soest

Un effet matière première n'est pas non plus à écarter, car la construction de régimes, dont les équilibres hémicellulose/cellulose lignine sont différents, implique nécessairement une variation importante des matières premières sources de fibres : par exemple, peu de luzerne dans l'aliment 1 (11 %) et une forte proportion dans l'aliment 4 (52,7 %).

## V - CONCLUSION

Une conclusion simple est difficile à tirer : une nette amélioration de la santé des animaux est observée avec l'augmentation du taux de lignocellulose et en particulier l'augmentation du taux de lignine, du taux de cellulose vraie et du rapport cellulose/hémicellulose.

La nécessaire variation d'autres éléments de la composition des régimes : matières premières, amidon calcium complique l'interprétation.

Cet effet sur la mortalité est cependant très intéressant à noter dans ces régimes expérimentaux où les taux de cellulose brute (13 à 20 %) et les niveaux d'énergie digestible (2.550 à 2.270 kcal/kg) explorent des plages peu courantes sur le terrain.

La mise en commun des moyens expérimentaux de 6 organisations sur une seule expérience impliquant 4 aliments fabriqués en une seule fois a permis :

- de disposer d'un grand nombre de lapins, qu'aucun des expérimentateurs pris isolément n'aurait pu mettre en oeuvre,
- de fournir des résultats complémentaires sur la digestibilité, la croissance et la mortalité,
- d'étudier les effets propres des aliments, les effets race, souche, lieu... ayant été atténués par la multiplicité des sites d'expérimentation.

L'analyse commune des résultats est d'une grande finesse et d'une grande efficacité. Nous disposons ainsi d'un outil puissant d'expérimentation.

TABLEAU 1 : COMPOSITION DES REGIMES

	1	2	3	4
BLE	14,10	16,10	19,30	21,80
SON FIN	30	22,50	14,80	7,40
LUZERNE 17	11	24,90	38,80	52,70
PAILLE	7,80	5,20	2,60	0
PULPES	20	13,30	6,70	0
SOJA 50	13,30	9,50	4,30	0
TOURNESOL SEMI DECORTIQUE	0	4,90	10	14,90
CA C03	2	1,55	1,10	,70
PH. BICALCIQUE	,25	,40	,70	,80
DL METHIONINE	,10	,07	,04	,03
L LYSINE	0	,05	,14	,19
COV REF 5162	1,50	1,50	1,50	1,50
COMPOSITION ANALYTIQUE PREVUE				
MS g	885	887	889	892
CB g	137	157	176	196
CBI g	89	102	114	127
ADF g	167	186	205	224
NDF g	332	335	340	344
MG g	22	22	23	23
MAT g	161	165	164	168
LYS g	8,10	8,10	8,10	8,10
AAS g	5,90	5,90	5,80	5,90
CA g	13,40	14,40	15,60	16,60
PT g	6,10	6,20	6,70	6,70
EDL KCAL	2440	2459	2470	2489
AMIDON G	144	149	160	162
MAT/ED g/KCAL	0,0659	0,0671	0,0665	0,0670
LYS/ED g/KCAL	3,32-10-3	3,31-10-3	3,30-10-3	3,24-10-3
AAS/ED g/KCAL	2,41-10-3	2,39-10-3	2,34-10-3	2,39-10-3
ED AFFECTEE A LA LD17 (KCAL)	2450	2360	2280	2200



TABLEAU 2 : RESULTATS D'ANALYSES (SUR BRUT) PAR KG D'ALIMENT

	R 1			R 2			R 3			R 4		
	N	MOY.	E.T.	N	MOY.	E.T.	N	MOY.	E.T.	N	MOY.	E.T.
Humidité g	5	102	4	5	101	5	5	100	4	5	93	3
CB g	7	129	5	7	151	6	7	166	9	7	195	13
ADF g	5	153	7	4	172	3	5	188	7	5	212	9
NDF g	5	309	24	5	328	23	5	324	25	5	340	22
Lignine g	5	29	7	5	44	16	5	47	7	5	61	36
Cell Van Soest g		124			128			141			151	
Hémicellulose g		156			156			136			128	
Cell. Van Soest		,83			,82			1,04			1,18	
Hémicellulose												
Amidon g	4	205	6	4	180	4	4	176	6	4	170	2
Sucres g	2	58		2	51		2	49		2	42	
NAT g	7	165	4	7	170	5	7	168	5	7	172	6
Lys g	1	7,50		1	7,60		1	8		1	7,90	
Meth g	1	3,70		1	3,70		1	3,80		1	6	
Aas g	1	6,30		1	6,20		1	6,40		1	8,70	
Arg g	1	10,20		1	10,30		1	10,30		1	10	
Thr g	1	5,80		1	6		1	6,20		1	6,40	
HH g	3	86	2	4	87	1	4	92	2	4	91	4
Ca g	6	15,70	0,60	6	16,50	0,60	6	18,50	0,60	6	20	0,50
P g	5	6,40	0,20	4	6,80	0,10	5	7,10	0,20	5	7,10	0,20
MG g	3	21	0,30	3	22	1	3	21	3	3	23	3

**TABLEAU 3 : EFFECTIF DES LAPEREUX MIS EN EXPERIMENTATION**

SITE	EFFECTIF PAR LOT	EFFECTIF PAR CAGE	SOUCHE	AGE (j)	ETUDE
CCPA	54	6	ELCO	39-73	croissance
GUYOMARC'H	56	8	HYPLUS	28-70	croissance
INRA	6	1	INRA	35	digestibilité
ITAVI	78	6	HYP x EL	28-70	croissance
SANDERS	136	8	ELCO	28-70	croissance
UCAAB	50	5	VITALINE	29-71	croissance
<b>TOTAL</b>	<b>380</b>				

**TABLEAU 4 : RESULTATS DE DIGESTIBILITE**

	R1	R2	R3	R4	CV %	PROBA
<u>CUDa</u>						
MS	67,75a	65,20b	63,82c	60,69d	1,61	0,0001
ENERGIE	67,17a	64,28b	62,83b	58,92c	1,87	0,0001
MAT AZOTEE	79,12a	78,59a	78,30ab	75,92b	1,83	0,0066
CELL. BR.	28,12a	24,56ab	26,54ab	21,91b	13,86	0,0418
CENDRES	65,3	65,3	63,0	65,3	2,64	0,0608
% MS < <sup>PD</sup>	14,76	15,47	14,69	14,68		
LED	2835	2718	2665	2508		
ED % BRUT	2555	2461	2403	2272		
PD/ED	52,08	56,92	55,11	58,53		

**TABLEAU 5 : RESULTATS GLOBAUX**

LOTS	1	2	3	4	PROBA EFFET LOT	CV %
<b>PERIODE 1</b>						
Poids 49 j (g)	1500	1527	1521	1509	NS	7,38
GMQ 28-49 (g/j)	41,1	42,4	42,0	41,5	0,098	11,10
Consommation (g/j)	89,9c	95,2b	98,9a	99,9a	0,0001	7,2
Cons énergétique (kcal/j)	229,8b	234,4ab	237,7a	227,0b	0,004	7,2
IC	2,12c	2,21b	2,30a	2,35a	0,0001	6,8
Mortalité %	8,75	7,81	5,94	3,75	0,054	
<b>PERIODE 2</b>						
GMQ 49-70 j (g/j)	36,6a	34,7b	35,0b	34,3b	0,001	12,13
Consommation (g/j)	132,3c	136,9b	141,7a	143,8a	0,0001	6,1
Cons énergétique (kcal/j)	338,0a	336,8a	340,4a	326,8b	0,0034	6,1
IC	3,66c	3,99b	4,09b	4,28a	0,0001	7,4
Mortalité %	6,16	2,71	2,66	3,90	0,0930	
<b>PERIODE GLOBALE</b>						
Poids initial (g)	638	637	639	637	NS	7,96
Poids final (g)	2268 a	2255ab	2256ab	2229b	0,016	6,20
GMQ (g/j)	38,8a	38,5ab	38,5ab	37,9b	0,009	7,87
Consommation (g/j)	111,4c	116,4b	120,7a	122,2a	0,0001	5,6
Cons. énergétique (kcal/j)	284,6a	286,4a	290,0a	277,4b	0,0005	5,6
IC	2,92d	3,05c	3,16b	3,27a	0,0001	5,2
Mortalité %	14,4a	10,3bc	8,4c	7,5c	0,0210	

**TABLEAU N° 6 : AGE MOYEN DES LAPINS AU MOMENT DE LEUR MORT ET DELAI ECOULE DEPUIS LE DEBUT DE L'ESSAI**

LOTS	1	2	3	4	PROBA	CV %
AGE EN JOURS	49,80	47,70	48	49,20	NS	21,2 %
DELAI EN JOURS	20,50	17,60	17,60	18,30	NS	55,1 %

1 - ABSTRACT

4 iso-nitrogenous feeds with the percentage of ligno-cellulose (Van Soest's ADF) varying from 14.7 to 20.7 have been tested simultaneously for digestibility. The tests were conducted on a total of 1520 rabbits in 5 experimental fattening stations. The feeds' energy value went down as the percentage of membranous components went up. The young rabbits' growth from day 28 to 70 was higher when there was a lower percentage of ADF, and the feed consumption was lower also. The mortality rate during fattening decreased corresponding to an increase in ADF percentage, which, however, was in fact accompanied by increases of lignin, of true cellulose and the cellulose ratio.  
hemicellulose