

# EFFET DE LA SUBSTITUTION TOTALE OU PARTIELLE DU TOURTEAU DE SOJA PAR *VICIA BENGHALENSIS* SUR LA DIGESTIBILITÉ, LA CÆCOTROPHIE ET LE BILAN AZOTÉ CHEZ LE LAPIN ADULTE

CUNHA Luisa F., FREIRE J.P.B.

Instituto Superior de Agronomia  
Tapada da Ajuda  
1399 - LISBOA Codex  
Portugal

## RESUME :

L'effet de l'utilisation de *Vicia benghalensis* sur la digestibilité et le métabolisme azoté du lapin a été étudié sur 24 lapines adultes de race Néo-Zélandaise partagées en 3 lots de 8 animaux. Les animaux du lot 1 ont reçu le tourteau de soja comme source azotée majeure ; dans les lots 2 et 3 la graine de *Vicia* a été utilisée respectivement à 20 % et 40 % de la

ration en substitution du tourteau de soja. La digestibilité totale apparente de l'azote est réduite de 2 à 5 points dans les lots 2 et 3 respectivement ( $P < 0,01$ ). L'utilisation de 40 % de *Vicia* a augmenté ( $P < 0,05$ ) de 30 % et de 40 % l'excrétion journalière d'azote dans les fèces et dans les caecotrophes respectivement.

## SUMMARY : Effect of the total or partial replacement of soya meal by *Vicia benghalensis* on the digestibility, cecotrophy and nitrogen balance in adult rabbits.

An experiment on the effect of introduction of *Vicia benghalensis* in rabbit diets, on the digestibility and nitrogen metabolism, was carried out on 24 New-Zealand does allocated to 3 treatments of 8. The diet 1 is essentially composed of soya meal as nitrogen source. In the diet 2 and

3, *Vicia benghalensis* is used in place of soya at 20 % and 40 % of the whole diet respectively. The apparent nitrogen digestibility decreased of 2 to 5 points for the diets 2 and 3 respectively ( $P < 0,01$ ). The daily excretion of nitrogen in faeces increased by 30 % and 40 % in faeces and cecotrophes respectively with the 40 % *Vicia benghalensis* diet.

## INTRODUCTION

En Europe de l'ouest les graines de protéagineux constituent déjà une importante source d'azote et d'amidon en alimentation animale. Cependant, malgré leur valeur azotée et énergétique élevée, elles renferment différents facteurs antinutritionnels (HUISMAN, 1989) qui peuvent réduire les performances des animaux. Ainsi il est connu que les inhibiteurs tryptiques et chymotryptiques, les lectines, les tanins, les saponines réduisent la digestibilité et l'utilisation de l'azote (LIENER, 1980 ; VAN DER POEL, 1990). D'autre part la présence de sucres solubles (alpha-galactosides) peut être responsable de phénomènes de flatulence, avec réduction de l'ingestion d'aliment et de la digestibilité apparente (SAINI, 1989). En plus, la sensibilité des animaux aux facteurs antinutritionnels est fonction de l'espèce (HUISMAN, 1989), d'où la nécessité de leur étude pour chaque espèce animale concernée. Chez le lapin, il y a peu d'études sur la possibilité d'utilisation massive de graines de protéagineux dans le régime alimentaire. Néanmoins, COLIN et LEBAS (1976), FRANCK *et al.* (1978) ainsi que JOHNSTON et UZCATEGUI (1988) ont conclu que le pois et la féverole sont bien utilisés par le lapin en croissance. En plus LEBAS (1988) a trouvé que l'inclusion jusqu'à 20 % de pois chiche, dans le régime des lapereaux sevrés à 4 semaines, est sans effet sur la croissance et sur la digestibilité des composants du

régime. Enfin GIDENNE *et al.* (1990) ont montré que les glucides (amylacés et pariétaux) du pois sont bien digérés même par les jeunes lapereaux. Une autre graine protéagineuse, *Vicia benghalensis*, est susceptible d'être cultivée dans le sud de l'Europe et au Portugal en particulier. Mais nous manquons totalement de référence sur l'utilisation de cette graine par le lapin.

Dans le présent travail, nous avons étudié, chez des lapins âgés de 3 mois, les conséquences d'une substitution partielle ou totale de tourteau de soja de la ration, sur l'efficacité de la digestion, le bilan azoté et l'importance de la caecotrophie.

## MATERIEL ET METHODES

Vingt quatre lapines de race Néo-zélandaise, âgées de 3 mois, ont été réparties en 3 lots de 8 animaux. Leur poids moyen était au départ de  $2,90 \pm 0,22$  kg. Les lots ont été équilibrés en fonction du poids vif et de la portée d'origine des lapines. Les animaux ont été logés individuellement en cage à métabolisme. Ils ont reçu en alimentation semi-*ad libitum* (quantité plafonnée) un des 3 régimes expérimentaux dont la composition est rapportée au tableau 1. Les régimes sont équilibrés en azote et en glucides pariétaux et la graine de *Vicia benghalensis* a été utilisée aux taux de 0 % (témoin soja), de 20 % ou

**Tableau 1 : Composition centésimale et analyse chimique des 3 aliments expérimentaux.**

Aliments	1 Témoin soja	2 Vicia 20 %	3 Vicia 40 %
<b>Composants (p. 100)</b>			
Avoine	47	33	19
<i>Vicia benghalensis</i>	-	20	40
Tourteau de soja	15	7	-
Luzerne	20	20	20
Paille de blé	10	12	13
Mélasses	5	5	5
Bentonite	2	2	2
Phosphate bicalcique	0,1	0,1	0,1
NaCl	0,6	0,6	0,6
Minéraux et vit. (1)	0,3	0,3	0,3
<b>Analyse chimique (p. 100 M.S.)</b>			
Matière sèche (% brut)	91,1	91,0	91,2
Cendres	6,8	7,1	7,0
Protéines brutes (Nx6,25)	16,4	16,4	15,4
Cellulose Weende	18,0	17,5	17,2
NDF	37,4	36,2	37,0
ADF	21,3	21,0	21,1
ADL	3,4	3,4	3,4
Ca (calculé)	0,47	0,45	0,44
P (calculé)	0,18	0,21	0,25

(1) Apports par kg d'aliment : Vit.A : 10 000 U.I. ; vit. D3 : 20 000 U.I ; vit. E : 10 mg ; vit. K3 : 1 mg ; vit. B1 : 1 mg ; vit. B2 : 4 mg ; vit. PP : 20 mg ; vit. B6 : 1 mg ; vit. B12 : 0,015 mg ; Co : 0,22 mg ; Fe : 35 mg ; I : 1,43 mg ; Mn : 50 mg ; Se : 0,1 mg ; Zn : 60 mg ; Chlorure de choline : 1 mg .

de 40 % en substitution d'une partie de l'avoine de la ration et du tourteau de soja principalement. La graine de *Vicia* employée avait la composition suivante: matière sèche 90,4 %, cendres 4,67 %, protéines brutes 23,1 %, lysine 1,41 %, acides aminés soufrés 0,49 %, thréonine 0,79 %, amidon 39 %, sucres

**Tableau 2 : Effet de l'inclusion de *Vicia benghalensis* sur la consommation alimentaire et la digestibilité apparente des éléments du régime.**

Aliment	1	2	3	Analyse statistique (1)	
	Témoin soja	Vicia 20 %	Vicia 40 %	Effet aliment	ETR
Ingéré (gMS/jour)	135 <sup>a</sup>	130 <sup>a</sup>	116 <sup>b</sup>	*	10.9
<b>CUDA (%) :</b>					
- M.S.	61,4	60,9	60,5	NS	0,89
- Minéraux	57,9 <sup>a</sup>	54,2 <sup>b</sup>	55,2 <sup>b</sup>	*	2,25
- MO	61,8	61,4	60,9	NS	0,85
- Azote	80,7 <sup>a</sup>	78,4 <sup>a</sup>	75,1 <sup>b</sup>	**	1,67
- Cellulose Brute	12,6 <sup>a</sup>	11,5 <sup>a</sup>	5,6 <sup>b</sup>	**	2,53
- NDF	18,6 <sup>a</sup>	9,8 <sup>b</sup>	16,5 <sup>a</sup>	**	1,75
- ADF	11,1 <sup>a</sup>	6,1 <sup>b</sup>	2,1 <sup>c</sup>	**	3,10
- Hemicellulose	28,4 <sup>a</sup>	31,7 <sup>b</sup>	35,0 <sup>c</sup>	**	4,01

(1) NS : non significatif, \* : P<0,05 ; \*\* : P<0,01 ; ETR : écart type résiduel ; a, b : les valeurs affectées de la même lettre sur la même ligne ne sont pas significativement différentes

totaux 0,9 %, vicine 0,61 %, convicine 0,07 %, cellulose brute 5,4 %, NDF 19,9 %, ADF 9,9 %, ADL 1,5 %.

Après 15 jours d'adaptation, les fèces et l'urine ont été récoltés pendant 7 jours consécutifs. Durant ces 3 semaines, la quantité allouée chaque jour à chaque lapine a été plafonnée à 150g. Dix jours après la fin de cette période, les fèces et les caecotrophes produits en 24 heures ont été collectés 5 fois à 6 jours d'intervalle. Trois jours après la fin du contrôle de la caecotrophie, 3ml de sang ont été prélevés à l'oreille, avant et 3 heures après le repas. Dès la fin de la période d'étude de la digestibilité, la quantité d'aliment distribué chaque jour a été limitée à 100g afin d'assurer une réelle égalisation des consommations avec les 3 aliments.

La matière sèche a été déterminée à 103°C pendant 24h et les minéraux par incinération à 550°C. L'azote a été dosé par la méthode KJELDHAHL, la cellulose brute par la méthode de WEENDE et les fractions NDF et ADF par la méthode de VAN SOEST. Enfin le glucose et l'urée ont été dosés sur le plasma par la méthode de la glucose-oxydase et de l'uréase respectivement. Les résultats ont été interprétés par l'analyse de variance en utilisant la portée d'origine et le type d'aliment comme effets fixes avec interaction. Seul l'effet du type d'aliment est systématiquement présenté. Les moyennes ont été comparées par le test de DUNCAN.

## RESULTATS

### 1 - Digestibilité

Les résultats de la digestibilité apparente rapportés au tableau 2 montrent que l'inclusion de *Vicia benghalensis* dans le régime est sans effet significatif sur la digestibilité de la MS, de la MO quel que soit le taux d'incorporation. Par contre, la présence de *Vicia* réduit la digestibilité de l'azote et des constituants pariétaux (NDF, ADF, Cellulose brute).

**Tableau 3 : Effet de la composition du régime sur les paramètres du bilan azoté.**

Aliment	1	2	3	Analyse statistique (1)	
	Témoin soja	Vicia 20%	Vicia 40%	Effet aliment	ETR
Protéines ingérées (g/jour)	22,1 <sup>a</sup>	21,4 <sup>a</sup>	17,9 <sup>b</sup>	**	1,8
C U P N (%)	29,8	31,5	29,5	NS	7,9
C R N (%)	37,1	40,2	39,1	NS	10,3
Protéines retenues (g/jour)	6,6	6,7	5,2	NS	1,68

(1) Voir (1) tableau 2.

L'effet hautement significatif, avec l'aliment en contenant 40 %, est particulièrement marqué pour la cellulose brute et l'ADF : baisse de 6,8 points et 9,0 points respectivement. Par contre l'effet est plus modéré sur le CUD de NDF. Cela provient d'une meilleure digestibilité de la fraction hémicellulosique. Ainsi, les substitutions opérées lors de l'accroissement du taux de *Vicia* dans la ration se traduisent par une amélioration de la digestibilité de la fraction hémicellulose et une réduction pour la fraction lignocellulose, sans variation de leur taux respectifs dans la ration.

## 2 - Bilan azoté

La réduction de l'azote ingérée observée avec le régime 3 (tableau 3) n'a pas été suffisante pour modifier les paramètres du bilan azoté. Ainsi la composition du régime est sans effet sur le CUPN, le CRN et la rétention journalière de protéine brute.

## 3 - Importance de la caecotrophie :

Les résultats de la production de caecotrophes de lapines sont exprimés en valeurs absolues et relatives aux tableaux 4 et 5. Ainsi on observe que, pour un même ingéré d'azote, l'inclusion de 40 % de *Vicia* dans le régime a augmenté ( $P < 0,05$ ) de 30 % et de 40 % l'excrétion journalière d'azote au niveau des

fèces et des caecotrophes respectivement (tableau 4). De la même façon l'inclusion de *Vicia* dans les régimes a augmenté de 25 % l'excrétion de matière sèche et de matière organique dans les caecotrophes par rapport aux quantités ingérées. D'autre part, le rapport azote des caecotrophes/azote ingéré est presque doublé à la suite de l'incorporation de *Vicia* dans le régime. En outre, le rapport MS des caecotrophes/MS des fèces durs est augmenté ( $P < 0,05$ ) de 8 points pour les régimes 2 et 3. Enfin, la composition du régime est sans effet sur l'excrétion des caecotrophes exprimée en pourcentage de l'excrétion totale, qu'il s'agisse de la matière sèche, de la matière organique, ou de l'azote (tableau 5).

## 4 - Paramètres sanguins

Les résultats des paramètres sanguins (tableau 6) montrent que le niveau basal de glucose et d'urée sont peu affectés par la composition du régime. Par contre on constate une tendance ( $P < 0,10$ ) à une glycémie postprandiale plus faible avec les régimes à base de *Vicia benghalensis*. Si l'on considère pour chacun des 2 paramètres sanguins la moyenne des 2 stades de prélèvement, on constate une tendance significative à l'hypoglycémie ( $P < 0,05$ ) en présence de *Vicia*, mais les écarts d'urémie constatés entre les régimes 1 et 3 ne sont pas significatifs. Il convient aussi de mentionner, par rapport à la valeur "à jeun", l'accroissement

**Tableau 4 : Ingestion et excrétion (fèces, caecotrophes) journalière de matière sèche, matière organique et azote**

Aliment	1	2	3	Analyse statistique (1)	
	Témoin soja	Vicia 20 %	Vicia 40 %	Effet aliment	ETR
<b>Ingestion (g/j)</b>					
M.S.	79,3	79,9	78,2	NS	7,59
M.O.	73,9	74,3	72,8	NS	7,02
Prot. brutes	13,0	13,2	12,0	NS	1,31
<b>Fèces (g/j)</b>					
M.S.	43,5	44,1	47,1	NS	6,39
M.O.	40,2	40,4	43,4	NS	5,83
Prot. brutes	3,23 <sup>a</sup>	3,50 <sup>a</sup>	4,23 <sup>b</sup>	*	0,10
<b>Caecotrophes (g/j)</b>					
M.S.	16,1	19,5	21,2	NS	4,37
M.O.	14,5	17,5	19,0	NS	3,88
Prot. brutes	3,61 <sup>a</sup>	3,96 <sup>a</sup>	5,06 <sup>b</sup>	*	0,16

(1) Voir (1) tableau 2.

**Tableau 5 : Effet du régime sur les rapports : excrétion dans les caecotrophes/Ingré (C/I) ; excrétion dans les caecotrophes/excrétion dans les fèces (C/F) ; excrétion dans les caecotrophes/excrétion totale (C/T) (valeurs en %)**

Aliment				Analyse statistique (1)	
	1 Témoin soja	2 Vicia 20 %	3 Vicia 40 %	Effet aliment	ETR
<b>Matière sèche</b>					
C/I	20,3a	24,1ab	27,4b	*	4,7
C/F	36,9a	44,9b	45,4b	*	7,0
C/T	26,9	30,1	31,1	NS	3,6
<b>Matière organique</b>					
C/I	19,5a	23,4ab	26,4b	*	4,6
C/F	36,1	42,9	44,2	NS	7,2
C/T	26,4	29,7	30,6	NS	3,5
<b>Azote</b>					
C/I	27,5a	29,7a	42,3b	**	6,7
C/F	113	112	121	NS	24,7
C/T	52,3	52,0	54,6	NS	5,68(1)

(1) Voir (1) tableau 2.

significatif tant de la glycémie que de l'urémie, 3 heures après le début du repas ( $P < 0,01$ ). Enfin, ni pour la glycémie ni pour l'urémie, il n'y a d'interaction entre le régime alimentaire et le moment du prélèvement sanguin.

### DISCUSSION

Nos résultats indiquent clairement une réduction de la digestibilité de l'azote de la ration avec l'accroissement du taux d'incorporation de *Vicia benghalensis*. Cette réduction associée à une augmentation globale de l'excrétion d'azote fécale portant aussi bien sur les fèces dures que sur les caecotrophes. Comme dans l'aliment 3 la graine de *Vicia* apporte près de 60 % des protéines de la ration en remplacement de celles fournies par le tourteau de soja (40 %) et l'avoine (20 %) dans la ration 1, on doit en conclure que la graine de *Vicia* a une fraction azotée dont la digestibilité apparente est sensiblement plus

faible que celle des deux matières premières auxquelles elle est substituée.

Une digestibilité de l'azote des protéagineux plus faible que celle du soja a déjà été décrite par BERCHICHE *et al.* (1988) dans le cas de la féverole utilisée à un taux maximum proche du nôtre (37 %). De son côté, LEBAS (1984) ne constate pas de réduction de la digestibilité de l'azote lors de l'introduction de pois protéagineux ou de féverole dans la ration des lapins. Par contre, en 1988, ce même auteur étudiant 2 lignées de pois chiche constate une réduction de la digestibilité de l'azote avec l'une des 2 lignées, mais pas avec l'autre. Ainsi, en fonction de la lignée d'un même espèce protéagineuse, autant qu'en fonction de l'espèce elle-même, la digestibilité de l'azote peut varier sensiblement par rapport à celle du mélange soja + céréale qui sert le plus souvent à la substitution.

**Tableau 6 : Effet du régime alimentaire sur la glycémie et l'urémie constatées à jeun et 3 heures après la distribution du repas quotidien.**

Aliment				Analyse statistique (1)	
	1 Témoin soja	2 Vicia 20 %	3 Vicia 40 %	Effet aliment	ETR
<b>Glucose (g/litre)</b>					
- à jeun	1,25	1,01	1,04	NS	0,31
- 3 heures	1,53	1,23	1,14	$P < 0,10$	0,36
- moyenne	1,39a	1,12b	1,09b	*	0,31
<b>Urée (g/litre)</b>					
- à jeun	0,41	0,44	0,45	NS	0,07
- 3 heures	0,51	0,51	0,58	NS	0,09
- moyenne	0,46	0,47	0,52	NS	0,08

(1) Voir (1) tableau 2.

Pour expliquer cette situation on peut être tenté de faire appel aux facteurs antinutritionnels classiquement présents dans ce type de graine (LIENER, 1980). La teneur en lectine de *Vicia benghalensis* est peu élevée, par contre le rapport de la vicine sur la convicine est sensiblement plus élevé dans la graine de *Vicia* (8,7) que dans la féverole (1,8 à 3,0). Or, BERCHICHE *et al.* (1988) ont également décrit une baisse du CUD<sub>a</sub> de l'azote en présence de féverole. Le rapport vicine/convicine n'est donc probablement pas responsable de la baisse de digestibilité de l'azote rencontré avec les 2 types de graines protéagineuses. Il est également possible de faire l'hypothèse d'une teneur relativement élevée en facteurs antitrypsiques dans la graine de *Vicia benghalensis*, ou du moins dans le lot de graines employé dans notre essai. En tout état de cause, en raison de l'accroissement très sensible du recyclage de l'azote sous forme de caecotrophes, nous pouvons faire l'hypothèse que la "raison" de la plus mauvaise digestion de l'azote est située dans l'intestin grêle. A la suite de son action, un flux azoté plus important arrive dans le caecum et permet le développement d'une flore active entraînant une forte production de caecotrophes. Mais le recyclage via la caecotrophie n'est finalement pas suffisant pour compenser la faible digestibilité dans l'intestin grêle. Une situation similaire a d'ailleurs été décrite par CATALA (1978) dans le cas d'une insuffisance de la digestion protéique dans l'intestin grêle, à la suite d'une ligature du canal pancréatique.

L'absence d'effet significatif du régime sur les paramètres du bilan azoté et sur l'urémie (à jeun ou après le repas) montre que l'équilibre et la disponibilité des acides aminés de *Vicia benghalensis* a été suffisante pour couvrir le besoin azoté des lapines en fin de croissance. Par ailleurs, la tendance pour une moindre glycémie postprandiale, pourrait traduire une moindre sensibilité de l'amidon de la graine de *Vicia* à l' $\alpha$ -amylase pancréatique. Cependant Gidenne *et al.* (1990) ont montré chez le lapin que l'amidon du pois est au moins aussi bien digéré que celui des céréales, contrairement à ce qu'on trouve chez d'autres animaux monogastriques (porc, volaille). D'autre part, les glucides pariétaux des protéagineux ont, par rapport aux céréales, une capacité accrue de formation des gels, ce qui pourrait réduire la vitesse d'absorption du glucose et l'élévation postprandiale de la glycémie, phénomène bien connu chez d'autres animaux monogastriques (Malmöf *et al.*, 1988). Ce même phénomène peut d'ailleurs être aussi invoqué à propos de la réduction de la digestibilité de l'azote mentionnée plus haut.

Sans que nous ayons rencontré de problème digestif particulier, nous pouvons rapprocher l'augmentation de la quantité de caecotrophes émis, du phénomène de flatulence (production de gaz distendant le tube digestif) classiquement associé, chez les monogastriques à la consommation de protéagineux

(SAINI, 1989). En effet, une simple augmentation de la pression intracaecale par gonflement d'un ballonnet placé dans la lumière du caecum, suffit à déclencher la production de caecotrophes (RUCKEBUSCH *et GRIVEL*, 1967). Une production "endogène" de gaz a toutes chances de provoquer le même phénomène. Ceci expliquerait l'absence de trouble visible chez le lapin consommant de fortes quantités de protéagineux, l'accroissement de la pression intracaecale due aux gaz entraînant la production de caecotrophes et donc la vidange caecale avant que les troubles puissent apparaître.

Dans la ration contenant le plus de graines de *Vicia benghalensis* (40 %), la contribution de cette dernière à la fourniture des constituants membranaires reste modeste : de 13 à 20 % selon le critère considéré. Malgré cela, la digestibilité de la fraction lignocellulose et celle de la cellulose brute sont sensiblement affectées par la présence de *Vicia* avec l'aliment 3 par rapport à l'aliment témoin, ceci n'est pas classique pour un grain protéagineux dont les constituants membranaires sont généralement considérés comme relativement digestible chez le lapin (LEBAS, 1988 ; GIDENNE *et al.*, 1990). Par contre nous devons souligner que le CUD de l'hémicellulose (NDF - ADF) s'accroît régulièrement avec le taux d'incorporation de la graine de *Vicia benghalensis*, ce qui est plus classique.

## CONCLUSION

En conclusion, nous devons retenir que la graine de *Vicia benghalensis* a été employée, dans notre cas, jusqu'au taux de 40 % sans accident notable. Cette graine protéagineuse a des protéines ayant une digestibilité plus faible que celle des protéines de soja ou de céréale. Il conviendra donc d'en tenir compte dans la formulation des aliments pouvant en contenir. Par contre la fraction digestible semble fournir des acides aminés ayant une disponibilité suffisante, puisque les paramètres de bilan azoté ont été peu ou pas affectés. Enfin, dans la mesure où nous avons fait l'hypothèse que la plus faible digestibilité de la fraction azotée pourrait être due à la présence de facteurs de type antitrypsique, des essais de chauffage de la graine devraient être conduits, les facteurs de cette nature sont en effet le plus généralement thermosensibles.

Reçu le 3 Novembre 1992

Accepté le 25 Mai 1993.

## BIBLIOGRAPHIE

- ASPINAL G.O., 1980. Chemistry of cell wall polysaccharides. in : J. PREISS, *The biochemistry of plants, a comprehensive treatise*, Academic Press, New York, USA, vol 3, 473-500..
- BERCHICHE M., LEBAS F., OUHAYOUN J., 1988. Field bean (*Vicia faba minor*) as protein source for rabbit : effects on growth and carcass quality. *4th World Rabbit Congress, Budapest oct. 1988, Vol 3, 148-153.*
- CATALA J., 1978. Recherches sur la physiologie digestive chez le lapin par une étude expérimentale de la fonction pancratique. *Thèse Université P. Sabatier de Toulouse, 283 pp.*
- COLIN M., LEBAS F., 1976. Emploi du tourteau de colza, de la féverole et du pois dans les aliments pour lapins en croissance. *1er Congrès International Cunicole, Dijon mars 1976, France, Comm. N°24, 1-4.*
- FRANCK Y., LEBAS F., LESECO P., BOUGON M., LEUILLET M., 1978. Utilisation du pois protéagineux chez le lapin. *2e Journées de la Recherche Cunicole, Toulouse, France, Comm. N°9, 1-8.*
- GIDENNE T., PEREZ J.M., VIUDES O., BLAS E., 1990. Utilisation digestive de la ration chez le lapin au cours de la croissance : effet de la nature de l'amidon. *41e Réunion annuelle de la Fédération Européenne de Zootechnie, Toulouse juil. 1990, France.*
- HUISMAN J., 1989. Antinutritional factors (ANFs) in the nutrition of monogastric farm animals. *Nutrition and digestive physiology in monogastric farm animals, 17-35, Pudoc, Wageningen, Netherlands.*
- JOHNSTON N.P., UZCATEGUI M.E., 1988. The effect of soyabean meal, soybeans, bitter lupin, faba bean and peas on the growth and lactation of rabbits. *J. Appl. Rabbit Res., 10, 42-44.*
- LEBAS F., 1984. Nutrition et Alimentation, in : *Lebas F., Coudert P., Rouvier R., de Rochambeau H., Le lapin : élevage et pathologie, FAO, Rome, Italie, 26-61.*
- LEBAS F., 1988. First attempt to study chick-peas utilization in growing rabbits feeding. *4th World Rabbit Congress, Budapest oct. 1988, vol. 3 244-248.*
- LIENER I.E., 1980. Toxic constituents of plant foodstuffs. *Academic Press, New York, U.S.A.*
- MALMLOF K., SIMOES NUNES C., ORBERG J., 1988. Effect of a high dietary fiber level on postprandial porto-arterial differences in the plasma concentrations on immunoreactive insulin, glucose and free aminoacids in growing pigs. *Swedish J. Agri. Res., 18, 67-75.*
- RUCKBUSCH Y., GRIVEL M.L., 1967. Etude de la motricité caecale chez le lapin éveillé: variations spontanées et provoquées. *Thérapie, 22, 1477-1486.*
- SAINI H.S., 1989. Legume seed oligosaccharides. in : *Recent advances of research in antinutritional factors in legume seeds, 329-341. Pudoc, Wageningen, Netherlands.*
- VAN DER POEL A.F.B., 1990. Effect of processing on antinutritional factors and protein nutritional value of dry beans (*Phaseolus vulgaris L.*), a review. *Anim. Feed Sci. Technol., 29, 179-208.*