

VALEUR NUTRITIVE POUR LE LAPIN DE DIFFERENTES LUZERNES DESHYDRATEES ISSUES DE LA TECHNOLOGIE DE PRESSAGE.

Coulmier D.^{1*}, Perez J.M.², Fortune H.³

¹ DESIALIS, Complexe Agricole du Mont Bernard, Route de Suippes, 51007 Châlons en Champagne, France.

² INRAE, Station de Recherches Cunicoles, 31326 Castanet Tolosan, France.

³ ADM ANIMAL NUTRITION, Talhouët, 56000 Saint Nolff, France.

*Auteur correspondant : didier.coulmier@desialis.fr

Résumé – Valeur nutritive pour le lapin de différentes luzernes déshydratées issues de la technologie de pressage. Un premier essai a consisté à réaliser des bilans nutritionnels chez des lapins en croissance et a porté sur 8 lots de luzernes pressées issues de la technologie d'extraction protéique et se différenciant à l'origine par leurs stades végétatifs et leurs rangs de coupe. Les bilans digestifs ont été réalisés à partir d'aliments expérimentaux contenant 100% de luzerne sur 20 animaux par aliment. Les bilans digestifs ont été réalisés en appliquant la méthode européenne standardisée. Les mesures de digestibilité montrent que la digestibilité de l'énergie des luzernes pressées est corrélée négativement à la teneur en Cellulose Brute. La précision de sa prédiction est améliorée en prenant en compte la teneur en Matières Minérales. De la comparaison avec le modèle d'estimation de l'énergie digestible des luzernes standard, il ressort une sous-estimation moyenne de 70 kcal ED /kg MS (soit -3%), traduisant une meilleure valorisation des luzernes pressées par rapport aux luzernes standard pour une même teneur en Cellulose Brute.

Un second essai a consisté au suivi de 600 lapereaux sevrés engraisés durant 33 jours répartis en 3 lots. Le lot Témoin recevait un aliment contenant 30% de luzerne standard, le lot T2 recevait le même aliment mais avec 30% de luzerne pressée à même teneur en protéines brutes et le lot T3 recevait un aliment contenant aussi 30% de la même luzerne pressée, mais reformulé pour être iso-énergétique par rapport au lot Témoin avec une augmentation de l'estimation de la valeur ED de la luzerne pressée de +7%. Les mesures ont porté sur les consommations d'aliment et les poids des lapins à 13, 26 jours d'engraissement et à l'abattage. Cet essai montre des performances de croissance identiques entre les 3 traitements. On constate une baisse d'ingéré non significative pour les traitements avec luzerne pressée qui conduisent à un meilleur Indice de Consommation significatif sur la période 0-26 jours (2,79 vs. 2,87, $p < 0,05$). Les performances du traitement T3 (ingéré et Indice de Consommation) qui correspond à un aliment reformulé intégrant une meilleure valorisation énergétique de la luzerne pressée sont intermédiaires entre celles du lot Témoin et celle du lot T2 n'ayant pas intégré une meilleure valorisation de la luzerne pressée.

Ces deux études montrent globalement, à composition chimique comparable, une meilleure valeur nutritive pour le lapin des luzernes pressées par rapport aux luzernes standard.

Abstract - Nutritive value for rabbits of several dehydrated pressed alfalfa. A first trial consisted in carrying out nutritional assessments on growing rabbits in order to estimate the energy value. This study involved 8 batches of pressed alfalfa of different compositions. Digestive assessments were carried out using experimental feeds containing 100% alfalfa, on 20 animals per diet. Digestive assessments were carried out using the standardized European method. Digestibility measurements show that the energy digestibility of pressed alfalfa is negatively correlated with Crude Fiber content. The accuracy of its prediction is improved by taking into account the Crude Ash content. Comparison with the model used to estimate the digestible energy of standard alfalfa resulted in an average underestimation of 70 kcal DE /kg DM, i.e. -3%.

A second trial consisted of monitoring 600 weanlings fattened for 33 days, divided into 3 batches. The Control batch received a feed containing 30% standard alfalfa, the T2 batch received the same feed, but with 30% pressed alfalfa with the same crude protein content, and the T3 batch received a feed also containing 30% pressed alfalfa, but reformulated to be iso-energetic compared with the Control batch, with a +7% increase in the ED value of pressed alfalfa. Measurements were taken on feed consumption and rabbit weights at 13 and 26 days of fattening and at slaughter. This trial showed identical growth performance between the 3 treatments. There was a non-significant drop in feed intake with the pressed alfalfa treatments, which led to a significantly better feed conversion rate over the 0-26 day period (2.79 vs. 2.87, $p < 0.05$). The performance of treatment T3 (feed intake and feed conversion rate), which corresponds to a reformulated feed integrating improved energy recovery from pressed alfalfa, is intermediate between that of the Control batch and that of batch T2, which did not incorporate improved energy recovery from pressed alfalfa.

These results show that rabbits get more nutrients from pressed alfalfa than from standard alfalfa of similar composition.

Introduction

L'extraction protéique de luzerne (Andurand *et al.*, 2010) génère un co-produit : la luzerne pressée ou luzerne déstructurée. Après récolte la luzerne est traitée rapidement pour limiter la protéolyse. Après raffinage et pressage à froid de la luzerne fraîche, le jus obtenu est neutralisé avant coagulation de ses protéines par injection directe de vapeur. Le coagulum protéique est séparé des eaux mères (ou sérum) par décantation centrifuge puis le sérum est concentré par évaporation sous vide avant d'être rajoutée sur le résidu fibreux issu du pressage. Ce mélange est ensuite séché dans un sécheur rotatif classique de déshydratation. Les travaux réalisés sur moutons montrent une non-dégradation de la digestibilité de ce type de luzerne pressée par rapport à la luzerne d'origine malgré l'extraction de 10% de ses nutriments les plus digestibles (Walker *et al.*, 1982). Cette propriété s'explique par le fait que les opérations mécaniques de raffinage et de pressage éclatent les cellules végétales en rendant plus accessibles les composés des parois cellulaires aux enzymes digestives (Walker et Kohler, 1983).

Ainsi pour vérifier si cette amélioration de la valeur nutritive se retrouve chez le lapin, deux essais ont été conduits : le premier à la station de recherches cunicoles de l'INRAE de Castanet Tolosan a consisté à réaliser des bilans nutritionnels chez des lapins en croissance et le second essai a été conduit au Centre d'Innovation et de Recherche, ADM à Languidic et a consisté au suivi de lapins en engraissement.

1. Matériel et méthodes

1.1. Protocole expérimental

Essai 1 station INRAE

Huit lots de luzerne pressées déshydratées ont été comparés. Les différents lots ont été récoltés en première, seconde et troisième coupe, préparés dans une même usine (Tereos Nutrition Animale, Aulnay aux Planches – 51) et déshydratés à haute température (température d'entrée $835 \pm 17^\circ\text{C}$ et température de sortie $98 \pm 2^\circ\text{C}$).

Huit aliments expérimentaux renfermant 100% de luzerne (méthode de mesure directe de la digestibilité) ont été préparés par simple regranulation de chacune des matières premières.

L'étude a été conduite sur 160 lapereaux mâles néo-zélandais blanc de génotype INRA A1077, âgés de 42 jours et mis en lots à raison de 5 cages de 4 animaux par régime en tenant compte du poids vif individuel (990 g en moyenne) et de l'origine de la portée. Les mesures de digestibilité ont été réalisées à l'aide de cages spécialement équipées pour les bilans digestifs en appliquant la méthode européenne standardisée (Perez *et al.*, 1995) adaptée au cas des cages collectives (Lebas *et al.*, 1994). Après une période d'accoutumance de 7 jours aux aliments expérimentaux, les fèces étaient récupérées

quotidiennement en totalité au cours d'une période de 4 jours. Les lapins étaient nourris à volonté et la consommation alimentaire était contrôlée par cage chaque semaine. Les lapereaux étaient pesés individuellement en début et en fin des périodes d'adaptation et de collecte.

Essai 2 station ADM

Trois aliments avec 30% de luzerne déshydratée ont été formulés et granulés (Tableau 1) : l'aliment T1 contenait du Lapiluz® (Désialis), dans l'aliment T2 la luzerne déshydratée Lapiluz® était remplacée point par point par de la luzerne pressée à même niveau protéique issue de la technologie d'extraction protéique d'un autre lot de luzerne fraîche (Tableau 2) et dans le dernier aliment T3 contenant aussi 30% de la même luzerne pressée une optimisation a été réalisée en tenant compte d'une plus forte (+ 7%) valeur ED pour cette dernière en prenant en compte la différence de teneur en Cellulose Brute et en appliquant le modèle de prédiction établi par Perez (1994). Bien qu'ayant un même taux azoté, la luzerne pressée avait une teneur en Cellulose Brute inférieure de 2,7 points par rapport à celle de la luzerne standard (Lapiluz®) et la dégradabilité enzymatique (Aufrère 1982) de sa Matière Organique était plus élevée de 3,4 points.

Tableau 1 : Composition des aliments expérimentaux de l'essai 2

Ingrédients (%)	T1	T2	T3
Lapiluz®	30	0	0.
Luzerne pressée	0	30	30
Son	25	25	25
Tourteau tournesol	19	19	19
Orge	12	12	11
Pulpe betterave	6,0	6,0	7,0
Huile	2,3	2,3	1,5
Mélasse	2,0	2,0	2,0
Prémix	3,7	3,7	4,5

Les 3 aliments ont été distribués à 600 lapereaux sevrés répartis en 33 cages de 6 animaux par traitement (le traitement T3 en comprenait 34) pendant 33 jours. Pour chaque traitement un allotement a été réalisé en fonction des poids vifs (lourds, moyens et légers). Les cages ont été réparties aléatoirement dans un seul bâtiment.

Tableau 2 : Valeurs analytiques (sur MS) des luzernes déshydratées de l'essai 2

	Lapiluz®	luzerne pressée
Matière sèche	89,7	90,0
MAT	17,0	16,9
Cellulose Brute	29,7	27,0
DcellMO*	58,8	62,2

*Aufrère, 1982

Les animaux ont été pesés par cage lors du début de l'essai, à 13 jours, à 26 jours et à l'abattage. Les

consommations d'aliment ont été mesurées sur les périodes correspondantes. Les animaux morts ont été identifiés et pesés quotidiennement.

1.2. Analyses statistiques

Pour l'essai 1, l'analyse statistique des données a été réalisée en utilisant les procédures d'analyses de variance et de régression du logiciel SAS (1998).

Pour l'essai 2, après élimination des données aberrantes (test des résidus studentisés), les données ont été soumises à une analyse de covariance prenant en compte l'effet traitement, le poids initial étant pris en compte comme covariable. Les moyennes ont été ensuite comparées en utilisant un test de Newman & Keuls. Les résultats de mortalité ont été comparés en utilisant un test du Khi-deux.

2. Résultats et discussion

2.1. Essai 1 : Estimation de la valeur nutritionnelle des luzernes pressées

Trois cages (sur 40) ont été écartées en raison de gaspillage important ayant impacté la consommation des lapins. L'état sanitaire a été excellent et aucune mortalité n'a été enregistrée sur les deux semaines de mesures. Avec des régimes renfermant 100% de luzerne non complémentés en minéraux, ni en acides aminés, les performances de croissance ont été logiquement modestes : 16 g de GMQ pour une ingestion moyenne quotidienne de 94 g.

Les résultats de coefficients d'utilisation digestive apparente (CUDA) pour les différents paramètres nutritionnels sont présentés dans le Tableau 3. La valeur moyenne des coefficients de variation résiduelle (CVr) pour les critères Matière Organique, Matières Sèche et Energie s'élève à 2,2%. Comme on l'observe classiquement, la précision est moins bonne pour la digestibilité des Matières Azotées (CVr = 3,2%) et encore moins pour la digestibilité de la Cellulose Brute (CVr = 18%).

Les CUDA de la Matière Organique diffèrent selon les lots de luzerne (10 points entre les lots extrêmes 2 et 3). Il en est de même pour les CUDA de la Matière Sèche et de l'énergie qui évoluent parallèlement. Ces différences peuvent être attribuées aux variations dans les teneurs en constituants pariétaux des luzernes, mesurées par la teneur en Cellulose Brute (Perez 1994). Ainsi il apparaît une diminution linéaire significative ($p < 0,05$) du CUDA de la matière organique des luzernes pressées avec l'accroissement des teneurs en Cellulose Brute, correspondant à une décroissance de 1,34 point de CUDA par point supplémentaire de Cellulose Brute.

$$dMO(\%) = 87,2 - 1,34.CB(\%MS) \quad r = -0,77 \quad ETR = 2,1$$

Des relations linéaires similaires significatives peuvent être obtenues avec les paramètres Van Soest (NDF et ADF) :

$$dMO(\%) = 96,3 - 0,97.NDF(\%MS) \quad r = -0,81 \quad ETR = 2,0$$

$$dMO(\%) = 82,3 - 0,96.ADF(\%MS) \quad r = -0,79 \quad ETR = 2,0$$

L'association de plusieurs critères de parois (NDF, ADF, ADL) ne permet pas d'améliorer la précision de ces modèles.

Pour les teneurs en énergie digestible (ED), les variations observées entre les différentes luzernes sont du même ordre que pour les CUDA des nutriments précédents. L'écart maximum de concentration en énergie digestible s'élève à 300 kcal entre les lots extrêmes (2 et 3). L'analyse des corrélations montre que la valeur énergétique dépend de la teneur en Cellulose Brute :

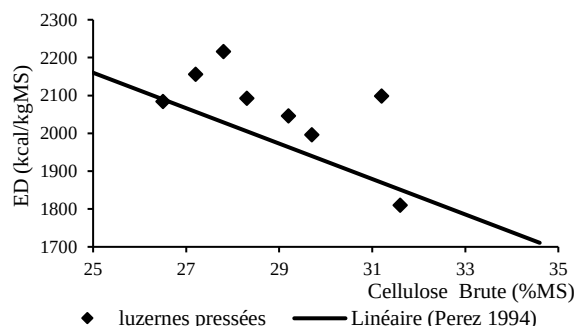
$$ED(kcal/kgMS) = 3311 - 43,7.CB(\%MS) \\ r = -0,64 \quad ETR = 101$$

La teneur en Matières Minérales permet d'améliorer la précision de cette équation :

$$ED(kcal/kgMS) = 6286 - 96,2.CB(\%MS) - 119,5.MM(\%MS) \\ r = -0,82 \quad ETR = 82$$

D'une façon générale les équations de prédiction obtenues dans cette étude sont moins précises que celles établies dans l'étude sur luzerne déshydratées standard non pressées (Perez 1994). Cela s'explique par la plage plus étroite de variation de composition chimique explorée et par le plus faible nombre d'échantillons testés.

Figure 1 : Valeurs énergétiques des luzernes pressées en fonction de leurs teneurs en Cellulose Brute : comparaison avec le modèle général INRA de prédiction (Perez 1994)



La Figure 1 illustre la comparaison des valeurs ED des luzernes pressées effectivement mesurées avec le modèle linéaire de prédiction établi par Perez (1994) sur des luzernes standard à partir de leurs teneurs en Cellulose Brute. De cette comparaison il ressort une sous-estimation de la teneur en ED des échantillons testés à l'aide de ce modèle (70 kcal ED/kgMS en moyenne) traduisant une meilleure valorisation

énergétique des luzernes pressées par rapport aux luzernes non pressées pour une même teneur en Cellulose Brute.

Enfin concernant la valeur azotée des luzernes, les CUDa des Matières Azotées obtenus dans la présente étude ($60,2\% \pm 3,1$) sont comparables aux valeurs mesurées classiquement sur les luzernes non pressées ($61,5\% \pm 3,5$). Il en est de même pour les CUDa de la Cellulose Brute avec respectivement $17,0\% \pm 4,1$ vs. $16,2\% \pm 4,0$ (Perez 1994).

2.2. Essai 2 : impact zootechnique de l'utilisation de la luzerne pressée

Les résultats d'analyses des 3 aliments étaient conformes aux valeurs attendues. Avec un poids moyen de 925 g, les animaux mis en essai étaient légers mais n'ont pas connu de problèmes sanitaires majeurs. Il n'y a pas eu de différence significative de mortalité entre traitements quelle que soit la période considérée.

Les résultats sont présentés dans le tableau 4. Sur la base de l'analyse statistique des résultats de croissance les données de 4 cages ont été éliminées (1 du traitement T1, 1 du traitement T2 et 2 du traitement T3).

Sur la période 0-14 jours en début d'engraissement, les animaux du premier traitement ont significativement plus consommé que ceux des deux autres traitements (+ 4,5%, $p < 0,01$). Les croissances ont cependant été identiques entre les trois traitements (52,3g/j) de sorte que les animaux du traitement T1 ont un Indice de Consommation significativement plus élevé que celui des deux autres traitements (+ 5,1%, $p < 0,01$).

Sur la période 0-28 jours, les animaux des trois traitements ont continué à avoir des croissances similaires. Les animaux du traitement T1 tendaient toujours à avoir une consommation plus élevée mais les écarts n'étaient plus significatifs. Les animaux du traitement T1 tendaient toujours à avoir un indice de consommation plus élevé par rapport aux animaux du traitement T2 (+ 5,1%, $p < 0,06$).

Sur la période totale 0-33 jours, aucune différence significative n'a été observée bien que l'écart numérique d'Indice de Consommation entre les traitements T1 et T2 ait été maintenu (+ 4,4%).

Le remplacement de la même quantité de luzerne Lapiluz® par de la luzerne pressée s'est accompagné d'une amélioration de l'indice de consommation. Cette amélioration étant statistiquement significative en début de période d'engraissement, il est probable que l'augmentation de la variabilité en fin d'essai était responsable de la perte de signification de cet écart sur l'ensemble de la période d'engraissement.

La croissance étant identique entre les traitements, l'écart de valorisation porte possiblement sur l'énergie.

Les résultats obtenus avec le traitement T3 ne sont pas statistiquement différents de ceux des deux autres traitements. L'indice de consommation avec le traitement T3 tend cependant à être intermédiaire entre ceux calculés pour les deux autres traitements. Dans le traitement T3 la valeur énergétique de la luzerne pressée ayant été revalorisée en formulation de 7% par rapport à celle du Lapiluz®, la valeur énergétique réelle de la luzerne pressée doit donc être au moins égale voire supérieure de 7% à celle d'une luzerne standard. Ceci confirme une meilleure valorisation de la luzerne pressée au-delà de la seule correction par la teneur en Cellulose Brute.

Conclusions

Ces 2 essais complémentaires montrent que les luzernes pressées sont mieux valorisées énergétiquement par les lapins que les luzernes standard. Le test de digestibilité a ainsi montré en particulier qu'à même taux de Cellulose Brute, principal prédicteur de la valeur énergétique des luzernes, les luzernes pressées ont une meilleure valeur en énergie digestible (de l'ordre de 3%, soit 70 kcal/kg) qu'une luzerne standard. L'essai zootechnique a par ailleurs montré de meilleures performances de croissance avec la luzerne pressée comparativement à une luzerne standard (Lapiluz®) qui avait la même teneur en protéines confirmant ainsi la spécificité de la luzerne pressée par rapport à la luzerne standard.

Références

- Andurand J., Coulmier D., Despres J.L., Rambourg J.C., 2010. Extraction industrielle de protéines et de pigments chez la luzerne : état des lieux et perspectives. *Innovations Agronomiques* 11, 147-156
- Aufrère J. 1982. Etude de la prévision de la digestibilité des fourrages par une méthode enzymatique. *Annales de Zootechnie*, 31, 111-130
- Lebas F., Perez J.M., Juin H., Lamboley B., 1994. Incidence du nombre d'individus par cage sur la précision des coefficients de digestibilité mesurés chez le lapin en croissance. 6^{èmes} Journées Recherche Cunicoles, La Rochelle, 317-323.
- Perez J.M. 1994. Digestibilité et valeur énergétique des luzernes déshydratées pour le lapin : influence de leur composition chimique et de leur technologie de préparation. 6^{èmes} Journées Recherche Cunicoles, La Rochelle, 355-364
- Perez J.M., Lebas F., Gidenne T., Maertens L., Xiccato G., Parigi-Bini R., Dalle Zotte A., Cossu M.E., Carazzolo A., Villamide M.J., Carabano R., Fraga M.J., Ramos M.A., Cervera C., Blas E., Fernandez J., Falcao e Cunha L., Bengal Freire J., 1995. European reference method for *in vivo* determination of diet digestibility in rabbits. *World Rabbit Science*, 3, 41-43
- Walker H.G., Kohler G.O., Garrett W.N., 1982. Comparative Feeding Value of Alfalfa Press Cake Residues after Mechanical Extraction of Protein. *Journal Animal Science* 55-3, 498-504
- Walker H.G. et Kohler G.O., 1983. Utilization of Press Cake from LPC Operations. In *Leaf Protein Concentrates*, Telek L & Graham H.D., Avi Publishing Company, ISBN 0-87055-412-3

Tableau 3 : Composition des régimes (sur MS) et coefficients d'utilisation digestive apparente des nutriments de l'essai 1

Régimes/Luzerne : (nombre de cages)	1 (n=4)	2 (n=5)	3 (n=5)	4 (n=5)	5 (n=5)	6 (n=5)	7 (n=3)	8 (n=5)
Matière sèche (% brut)	89,3	90,3	90,2	90,0	90,2	89,9	90,3	90,0
Matière Organique (%)	87,8	87,8	86,8	85,9	87,4	88,4	88,7	88,5
MAT (%)	17,6	16,3	18,2	16,5	16,8	16,2	16,8	17,7
Cellulose Brute (%)	27,2	31,6	27,8	26,5	28,3	29,7	31,2	29,2
Energie Brute (kcal/kg)	4342	4346	4307	4237	4339	4392	4443	4434
Coefficient de digestibilité (%) $\pm$Ecart-type								
Matière sèche	54,6 $\pm 0,8$	46,9 $\pm 1,8$	56,3 $\pm 0,7$	55,3 $\pm 0,6$	53,1 $\pm 1,9$	50,9 $\pm 0,9$	52,4 $\pm 4,9$	50,6 $\pm 0,7$
Matière Organique	51,5 $\pm 0,7$	43,1 $\pm 1,7$	52,7 $\pm 0,5$	51,3 $\pm 0,6$	49,6 $\pm 1,9$	47,3 $\pm 0,9$	49,0 $\pm 5,4$	47,2 $\pm 0,8$
Matières Azotées	60,3 $\pm 2,4$	53,8 $\pm 3,2$	63,8 $\pm 0,8$	61,1 $\pm 1,1$	62,7 $\pm 2,5$	58,5 $\pm 1,4$	61,3 $\pm 3,7$	60,1 $\pm 1,7$
Cellulose Brute	18,2 $\pm 2,7$	16,0 $\pm 2,4$	23,2 $\pm 2,4$	17,5 $\pm 1,8$	16,5 $\pm 2,4$	14,1 $\pm 4,3$	19,6 $\pm 10,4$	13,8 $\pm 4,2$
Energie	49,7 $\pm 0,8$	41,7 $\pm 1,8$	51,4 $\pm 0,9$	49,2 $\pm 0,4$	48,2 $\pm 1,7$	45,4 $\pm 1,2$	47,2 $\pm 6,7$	46,1 $\pm 1,2$
Valeur énergétique $\pm$Ecart-type								
ED (kcal/kg MS)	2156 ± 31	1810 ± 78	2216 ± 38	2084 ± 17	2093 ± 75	1996 ± 53	2099 ± 299	2046 ± 51

Tableau 4 : Résultats zootechniques pour l'essai 2

	T1	T2	T3	CVr(%)	Poids initial	Traitement
Nombre de cages	33	33	34			
Poids début (g)	925	925	925			
0-13 jours						
Nombre de morts	5	0	3			
Mortalité (%)	2,5	0,0	1,5		ns	ns
Poids fin (g)	1604	1605	1606	3,5	ns	ns
GMQ (g/j)	52,2	52,3	52,4	8,3	$p < 0,01$	ns
Consommation (g/j)	118,4 ^a	112,7 ^b	113,8 ^b	6,7	$p < 0,05$	$p < 0,05$
Indice de Consommation	2,28 ^a	2,16 ^b	2,18 ^b	5,7	$p < 0,01$	$p < 0,01$
0-26 jours						
Nombre de morts	15	8	18			
Mortalité (%)	7,6	4,0	8,8		ns	ns
Poids fin (g)	2146	2146	2142	5,1	$p < 0,01$	ns
GMQ (g/j)	47,0	47,0	46,8	8,9	$p < 0,05$	ns
Consommation (g/j)	134,4	127,6	132,1	9,1	ns	ns
Indice de Consommation	2,87 ^a	2,73 ^b	2,85 ^a	8,9	$p < 0,01$	$p < 0,05$
0-33 jours						
Nombre de morts	17	11	22			
Mortalité (%)	8,6	5,6	10,8		ns	ns
Poids fin (g)	2428	2430	2440	4,4	$p < 0,01$	ns
GMQ (g/j)	45,6	45,6	45,9	7,2	$p < 0,01$	ns
Consommation (g/j)	138,9	133,0	136,5	8,4	ns	ns
Indice de Consommation	3,05	2,92	2,98	8,4	$p < 0,01$	ns