

**DIGESTIBILITE ET VALEUR ENERGETIQUE DES LUZERNES
DESHYDRATEES POUR LE LAPIN :
INFLUENCE DE LEUR COMPOSITION CHIMIQUE ET DE LEUR
TECHNOLOGIE DE PREPARATION**

J.M. PEREZ

INRA, Station de Recherches Cunicoles
BP 27, F 31326 Castanet-Tolosan Cedex.

RESUME - Trois expériences de digestibilité ont été mises en place successivement pour mesurer l'utilisation digestive des principaux constituants (MO, azote, cellulose Weende, fractions pariétales selon Van Soest) et la teneur en énergie digestible de 12 lots de luzernes déshydratées d'origine contrôlée (numéro de coupe, technologie) différant largement par leurs teneurs respectives en matières azotées (16 à 26% MS) et cellulose brute (19 à 31% MS). Au total, 123 bilans digestifs ont été réalisés sur des lapins Néo-zélandais blancs âgés de 49 j, à raison de 10 à 11 animaux par régime, en utilisant la méthode européenne standardisée. Après 7 jours d'accoutumance, on a procédé à la collecte quotidienne, individuelle et totale des excréta fécaux durant 4 jours consécutifs. Les régimes expérimentaux étaient exclusivement à base de luzerne et distribués à volonté. Les résultats obtenus montrent que la valeur énergétique des luzernes dépend étroitement leurs teneurs en cellulose brute ($r = -0,91$). Un moyen simple de prévision de la teneur en énergie digestible de la luzerne est proposé sur la base d'une correction de 47 kcal en moins par point supplémentaire de cellulose brute dans la matière sèche :

$$\text{ED (kcal/kg MS)} = 3330 - 46,8 \text{ CB (\%MS)}$$

$$r = -0,91 \quad \text{ETR} = 83 (3,9\%) \quad (n = 12)$$

SUMMARY - Digestibility and energy value of dehydrated lucerne meal for rabbits : influence of chemical composition and technological process. Three experiments (123 digestive balances) were carried out to determine the digestibility of major nutrients (OM, CP, CF, fibre components) of several types of dehydrated lucerne meal and to define the effect of their chemical composition on the energy value for rabbits. Twelve batches of lucerne differing by their protein (16 to 26% DM) and crude fibre content (19 to 31% DM) were tested. Digestibility measurements were performed with 49-day-old New Zealand White male rabbits (10 minimum per treatment) according to the European reference method including an adaptation period of 7 days followed by a 4 days collection period. Animals were fed *ad libitum* on diets containing 100% lucerne. Organic matter digestibility of the experimental diets decreased linearly ($P < 0.01$) with cell wall content on the basis of 1.2 point per point of crude fibre (CF) in the dry matter. A close relationship was found between digestible energy (DE) value of lucerne and CF level, expressed by the following equation :

$$\text{DE (MJ/kg DM)} = 13.93 - 0.196 \text{ CF (\%DM)}$$

$$r = -0,91 \quad \text{ETR} = 0.35 (3,9\%) \quad (n = 12)$$

INTRODUCTION

La quasi-totalité des aliments destinés au lapin commercialisés en France renferme de la luzerne déshydratée (débouché annuel : 200 000 tonnes). Avec un taux moyen d'incorporation de 30%, la luzerne représente environ 1/3 de l'apport d'énergie et de protéines, ainsi que les 2/3 des constituants pariétaux de la ration.

En dépit de l'importance majeure de cette matière première dans l'alimentation du lapin, des divergences considérables existent entre les teneurs en énergie digestible figurant dans les tables de valeur alimentaire même pour des luzernes de composition voisine. Ainsi, les valeurs proposées oscillent entre 1500 et 2900 kcal/kg MS (NRC, 1977; PROTECTOR, 1980; DE BLAS, 1984; CHEEKE, 1987; INRA, 1989; MAERTENS *et al.*, 1990). Cela s'explique en premier lieu par l'insuffisance des connaissances relatives aux facteurs intrinsèques de variation de la valeur nutritive de cette source alimentaire (caractéristiques analytiques, rang de coupe, stade végétatif, technologie de préparation...), depuis les premiers travaux de BETTINI & PROTO (1962) conduits sur ce thème. Ces divergences trouvent aussi probablement leur origine dans les difficultés méthodologiques liées aux mesures de digestibilité elles-mêmes : problèmes d'estimation de la valeur nutritive d'une matière première au sein de régimes complexes (VILLAMIDE *et al.*, 1991; PEREZ, 1995), accentués par l'hétérogénéité des techniques de collecte mises en oeuvre dans les différents laboratoires (PEREZ *et al.*, 1994; PEREZ *et al.*, 1995) justifiant les efforts consentis actuellement au niveau européen pour standardiser les procédures (EGRAN, 1995).

Cette étude a pour objectif de préciser les variations de la valeur nutritive des luzernes déshydratées pour le lapin à partir d'un ensemble de lots d'origine contrôlée (rang de coupe, technologie de séchage) et différant largement par leurs caractéristiques analytiques. Les aspects méthodologiques, notamment l'influence du taux d'incorporation de la luzerne sur sa valeur alimentaire, sont traités dans une autre publication (PEREZ, 1995).

MATERIEL ET METHODES

Matières premières

Douze lots de luzernes déshydratées de la campagne 1993, identifiés L1 à L12, ont été comparés simultanément : 8 échantillons de luzernes de base (non mélangées), 3 "tourteaux de luzerne" issus de la technologie de pressage (fabrication de concentrats protéiques) et une luzerne standard utilisée classiquement en nutrition cunicole.

Les luzernes L1, L2 et L3 correspondent à une première coupe, L4 et L5 à une deuxième coupe, L6 et L7 respectivement à une troisième et quatrième coupe. Ces 7 lots ont été préparés dans la même usine : la déshydratation a été réalisée en tambour sécheur rotatif avec une température d'entrée se situant entre 750 et 800°C et une température de sortie de 120-125°C. Le lot L8 provient d'une luzerne récoltée fin août (3ème coupe) et déshydratée, sans préséchage, dans un sécheur rotatif dont la température d'attaque est de 750°C et celle de sortie de 120°C.

Les lots référencés L9 à L11 ont été fabriqués dans une même usine de déshydratation à partir de luzernes récoltées fin juin (L10), début août (L11) et début octobre (L9). Celles-ci ont subi d'abord un pressage à froid permettant l'obtention d'un tourteau et d'un jus vert. Après traitement thermique, ce dernier aboutit à la production d'une part d'un extrait protéique (PX) qui est isolé et, d'autre part, d'un sérum qui est concentré dans un évaporateur sous vide avant d'être réincorporé dans le tourteau. Le mélange tourteau + sérum concentré est ensuite déshydraté dans des sécheurs rotatifs dont les températures d'entrée et de sortie se situent respectivement aux environs de 650 et 120°C. Enfin, le lot L12 correspond à une luzerne mélangée de type commercial (17LP).

Aliments expérimentaux

Douze aliments, identifiés R1 à R12, ont été préparés à partir des matières premières précédentes respectivement L1 à L12. Chaque aliment expérimental renferme 100% de luzerne. Après des essais préliminaires, les aliments ont été fabriqués par pressage direct des bouchons de luzerne (sans broyage préalable).

Mesures de digestibilité

En raison du nombre important de bilans digestifs à mettre en oeuvre au cours de cette étude (120 au total), les mesures ont été réalisées au cours de 3 séries expérimentales successives. Au sein de chaque série, la totalité des 12 aliments expérimentaux étaient testés. Selon la série, 36 ou 48 lapereaux mâles de génotype INRA 1077 (lignée de Néo-zélandais blancs) et âgés de 42 jours ont été mis en lot à raison de 3 ou 4 animaux par régime en tenant compte du poids vif et de l'origine de la portée.

Les mesures de digestibilité ont été réalisées sur des animaux placés en cages individuelles spécialement équipées pour les bilans digestifs en appliquant la méthode européenne récemment mise au point (PEREZ *et al.*, 1994; EGRAN, 1995). 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.

Analyses chimiques

Les analyses des matières premières ont été réalisées simultanément dans deux laboratoires et chaque dosage sur les aliments et les excréta fécaux a été répété de 2 à 5 fois selon le critère. Les teneurs en matière sèche des luzernes et des aliments expérimentaux ont été déterminées en quadruple par passage à l'étuve d'échantillons de 50 g pendant 24 h à 103°C conformément à la méthode européenne standardisée (EGRAN, 1995). Les cendres correspondent au résidu obtenu après incinération complète (5 heures) dans un four à moufle réglé à 550°C (après une heure de préchauffage à 250°C). Les matières azotées totales (N x 6,25) ont été déterminées à partir du dosage de l'azote par la méthode de combustion selon DUMAS (Leco). Les constituants pariétaux selon VAN SOEST (NDF, ADF, ADL) ont été analysés séquentiellement au moyen d'un équipement semi-automatique (Fibertec) sans prétraitement enzymatique. Le contenu en énergie brute a été déterminé à l'aide d'un calorimètre adiabatique (Parr).

Analyse statistique

L'analyse statistique des données a été réalisée en utilisant notamment les procédures d'analyses de variance et de régression du logiciel SAS (1988). Aucun effet significatif de la série expérimentale n'ayant été mis en évidence quel que soit le paramètre nutritionnel considéré, les résultats des 3 séries ont été regroupés dans la suite des calculs (soit 8 à 11 données individuelles par traitement).

RESULTATS ET DISCUSSION

Aspects analytiques

D'après le tableau 1, on constate que les luzernes expérimentales diffèrent largement par leurs teneurs en matières azotées (16 à 26% MS) et parois végétales (cellulose brute : 19 à 31% MS) conformément à l'objectif initial que l'on s'était fixé dans le choix des matières premières pour cette étude. Les valeurs enregistrées sont également en accord avec les teneurs attendues compte tenu de l'origine des produits (numéro et stade de coupe). Les résultats analytiques obtenus sur les aliments expérimentaux au cours des 3 séries expérimentales sont très voisins (résultats non détaillés ici), de sorte que les calculs de digestibilité ont été effectués à partir des valeurs

moyennes. Ces dernières sont également similaires aux valeurs déterminées directement sur les matières premières avant granulation et ce quel que soit le laboratoire.

Déroulement de l'étude et performances

Dix lapereaux sur 123 au total ont été écartés des calculs en raison de problèmes de gaspillage ou d'ingestion très faible associée à des pertes de poids. La répartition des animaux éliminés apparaît sans relation avec la nature des aliments expérimentaux et les résultats portent ainsi au minimum sur 8 animaux par traitement. D'une façon générale, l'état sanitaire a été excellent et aucune mortalité n'a été enregistrée au cours des 6 semaines d'expérimentation.

Avec des régimes renfermant 100% de luzerne non rééquilibrés en minéraux et acides aminés, les performances de croissance au cours de la période de collecte demeurent logiquement modestes : en moyenne 22 g de gain journalier pour une ingestion quotidienne d'aliment de 106 g. Les variations de consommation entre traitements (valeurs extrêmes : 87 et 120 g/j) sont à mettre en relation avec les écarts de concentration énergétique des régimes. Ainsi, exprimée sur la base de l'énergie digestible (ED) et rapportée au poids métabolique (poids début collecte à la puissance 0,75), la consommation journalière ne varie pas significativement selon les traitements ($181 \pm 9,7$ kcal ED/kg^{0,75}/j), bien que les concentrations énergétiques des régimes expérimentaux se situent en deçà du seuil minimum théorique de régulation de l'ingestion énergétique (2200 kcal d'ED, d'après LEBAS & PEREZ, 1989). En raison précisément de cette dilution énergétique, la consommation d'énergie digestible enregistrée dans cette étude reste en moyenne inférieure à la capacité d'ingestion des lapereaux de souche néo-zélandaise (220-240 kcal ED/kg^{0,75}/j).

Résultats de digestibilité

Les résultats moyens de digestibilité et les variations intra-aliment pour les principaux paramètres nutritionnels sont rassemblés dans le tableau 2. La précision des mesures de digestibilité est convenable, si l'on en juge en particulier par l'intervalle de confiance moyen des teneurs en énergie digestible (80 kcal/kg MS). Elle est cependant moins bonne que celle enregistrée dans d'autres études récentes utilisant des procédures similaires (PEREZ *et al.*, 1994). Cela provient probablement à la fois du dispositif de mesure en séries successives (bien que l'effet série soit statistiquement non significatif) et de la nature particulière des régimes testés. A cet égard, nous avons choisi délibérément de travailler avec des régimes exclusivement à base de luzerne. Cette méthode de mesure directe, qui consiste à n'utiliser qu'une seule source de matière organique dans le régime, n'est envisageable qu'avec des matières premières dont l'acceptabilité est bonne et la composition compatible avec les besoins des lapereaux. Elle a le mérite de fournir directement la valeur intrinsèque du produit sans hypothèse de calcul (p. ex. additivité des valeurs dans la méthode par substitution et calcul par différence). Dans cette approche, il convient ensuite d'estimer la valeur du produit au sein de régimes complexes en contrôlant les interactions éventuelles entre matières premières. Précisons que dans deux autres études (PEREZ, 1995; PEREZ & LAMBOLEY, 1995), nous n'avons pas observé d'effet significatif du taux d'introduction de la luzerne (15-30-45-60 et 100%) sur sa valeur nutritive pour le lapin en accord avec les travaux antérieurs de MAERTENS & DE GROOTE (1981). Des phénomènes de non-additivité peuvent néanmoins se manifester en présence de luzerne (CAVANI *et al.*, 1993) comme avec d'autres sources alimentaires en fonction de la nature du régime de base (VILLAMIDE *et al.*, 1991). C'est probablement une des explications des écarts considérables observés selon les auteurs dans l'estimation des teneurs en ED (kcal/kg MS) de la luzerne y compris pour des produits aux caractéristiques analytiques voisines : 2300 (SLADE & HINTZ, 1969); 1830 à 2760 (DUCHENNE, 1980) ; 1800 (MARTINEZ & FERNANDEZ, 1980); 2190 (KALASHNYKOW & KLEYMENOW, 1985); 1980 (DANIELS *et al.*, 1986); 2100 (FEKETE & GIPPERT, 1986); 1820 et 1990 (MAERTENS *et al.*, 1988); 2130 (CAVANI *et al.*, 1993).

Les résultats moyens de digestibilité (tableau 2) indiquent de grandes variations entre les coefficients d'utilisation digestive apparente de la matière organique (dMO) des différentes luzernes (18 points entre les lots extrêmes L5 et L7). Il en est de même pour les coefficients de digestibilité de la matière sèche et de l'énergie qui évoluent parallèlement (CV inter \approx 9%). Ces différences peuvent être attribuées essentiellement aux variations dans les teneurs en constituants pariétaux des luzernes. Ainsi, il apparaît une diminution linéaire hautement significative ($P < 0,01$) de l'utilisation digestive de la matière organique des luzernes avec l'accroissement des teneurs en cellulose brute, correspondant à une baisse de digestibilité de 1,2 point par point supplémentaire de cellulose brute dans la matière sèche:

$$\text{dMO (\%)} = 80,91 - 1,18 \text{ CB (\%MS)} \quad r = -0,91 \quad \text{ETR} = 2,09 (4,1\%)$$

Comme le montre la figure 1, la disposition des valeurs de digestibilité des différentes luzernes autour de la droite de régression ne traduit aucun effet systématique du numéro de coupe des luzernes ou de leur technologie de préparation (pressage ou non).

Des relations linéaires significatives peuvent être également obtenues avec les résidus pariétaux selon VAN SOEST (NDF et ADF), mais elles sont moins précises que celle incluant la cellulose brute :

$$\text{dMO (\%)} = 92,64 - 0,93 \text{ NDF (\%MS)} \quad r = -0,87 \quad \text{ETR} = 2,60 (5,1\%)$$

$$\text{dMO (\%)} = 91,21 - 1,30 \text{ ADF (\%MS)} \quad r = -0,89 \quad \text{ETR} = 2,31 (4,5\%)$$

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

Pour les teneurs en énergie digestible (ED), les variations observées entre types de luzerne sont de même amplitude que pour les critères précédents (CV inter \approx 9%). Entre les lots extrêmes L5 et L7, l'écart de concentration énergétique (700 kcal/kg MS) s'élève à 30% en valeur relative. L'analyse des corrélations montre que la valeur énergétique des luzernes dépend étroitement de leurs teneurs en constituants pariétaux (80% de la variation expliquée). La relation la plus précise, illustrée par la figure 2, est obtenue avec le critère cellulose brute :

$$\text{ED (kcal/kg MS)} = 3330 - 46,8 \text{ CB (\%MS)} \\ r = -0,91 \quad \text{ETR} = 83 (3,9\%) \quad (n = 12)$$

Aucune variable explicative supplémentaire associée à la cellulose brute ne permet d'améliorer la précision de cette équation. C'est le cas en particulier pour les protéines en raison de la forte corrélation entre ces deux paramètres ($r = -0,90$). De façon plus générale, aucune combinaison de variables, impliquant ou non la cellulose brute, n'aboutit à des modèles de prédiction plus performants.

L'analyse des résidus de l'équation de régression reliant l'ED à la cellulose brute ne révèle aucun écart systématique qui pourrait être relié à d'autres caractéristiques des lots de luzerne étudiés (rang et stade de coupe, technologie de préparation) ce qui renforce la portée du modèle proposé. A cet égard, on peut observer que la luzerne L12 de type commercial (17LP) se situe exactement sur la droite d'ajustement moyen. Les comparaisons avec les données bibliographiques demeurent délicates en raison des problèmes méthodologiques déjà évoqués (disparité des procédures de détermination et de calcul de la digestibilité, effectif d'animaux insuffisant, absence de mesure directe, analyse chimique des luzernes incomplète ou non conforme...) et aussi du faible nombre de valeurs énergétiques actuellement publiées (moins d'une dizaine de résultats au total). Ainsi, pour tester la robustesse de notre modèle de prévision, nous avons appliqué l'équation précédente à quatre lots de luzerne utilisés dans une autre étude (PEREZ & LAMBOLEY, 1995). Dans ces conditions, les écarts observés entre les valeurs énergétiques calculées et les valeurs effectivement mesurées ne dépassaient pas 1%.

Enfin d'après nos résultats, la digestibilité apparente des protéines varie selon les lots entre 57,9 et 69,3%, soit une variation de moindre amplitude que pour la matière organique ou l'énergie (CV inter \approx 5% vs 9%). Néanmoins, la valeur azotée globale des luzernes appréciée par la teneur en matières azotées digestibles (MAD= MAT x dMAT/100) varie fortement (CV inter \approx 18%). Si l'on exclut les données expérimentales les plus anciennes (SCHÜRCH, 1949; PROTO, 1963; SLADE & HINTZ, 1969), les valeurs de digestibilité apparente des protéines enregistrées dans notre étude (61,3% \pm 3,3) sont comparables aux quelques résultats de la bibliographie : 61,7 à 65,2% (DUCHENNE, 1980) ; 54,7 et 58,5% (MARTINEZ & FERNANDEZ, 1980); 62% (KALASHNYKOW & KLEYMENOW, 1985); 55% (FEKETE & GIPPERT, 1986); 54,8 et 64% (MAERTENS *et al.*, 1988); 55,8% (CAVANI *et al.*, 1993). Il en est de même pour la digestibilité des constituants pariétaux, notamment la cellulose brute (dCB=17,0% \pm 3,5), bien que ces mesures demeurent dans tous les cas imprécises.

CONCLUSION

Les résultats obtenus dans cette étude à partir d'un ensemble de 12 lots d'origine contrôlée montrent que la valeur énergétique des luzernes déshydratées est en relation étroite avec leurs teneurs en cellulose brute. Nous proposons ainsi un moyen simple de prévision de la teneur en énergie digestible de la luzerne pour le lapin sur la base d'une correction de 47 kcal par point supplémentaire de cellulose Weende dans la matière sèche.

REMERCIEMENTS

Cette étude a fait l'objet d'un contrat de prestation de service (n°319208) et a bénéficié du soutien financier de la Société France Luzerne (B.P. 149, 51008 Châlons sur Marne Cedex).

REFERENCES

- BETTINI T.M., PROTO V., 1962. Composizione chimica, digeribilità *in vivo* e valore nutritivo calcolato dell'erba medica a diversi stadi vegetativi, con particolare riguardo al contenuto in lignina e in metossile. *Ann. Sper. Agrar.*, **16**, 71-104.
- CAVANI C., MINELLI G., URRAI G.F., 1993. Digeribilità *in vivo* e valore nutritivo dell'erba medica disidratata nel coniglio in accrescimento. *Proc. X° Congresso Nazionale ASPA*, Bologna, Italy, 31 May-3 June, 543-548.
- CHEEKE P.R., 1987. Rabbit feeding and nutrition. Academic Press Inc., Orlando, USA, 376p.
- DANIELS L.B., SHRIVER L.A., NELSON T.S., 1986. Energy digestibility of certain feedstuffs by the growing rabbit. *Nutr. Rep. Int.*, **33**, 269-273.
- DE BLAS C., 1984. Alimentacion del conejo. Mundi-Prensa Ed., Madrid, 215 p.
- DUCHENNE T., 1980. Contribution à la méthodologie d'étude de la digestibilité chez le lapin en croissance à partir de la comparaison de différentes luzernes déshydratées. Mémoire de fin d'études ESITPA, 86 p.
- EGRAN (European Group on Rabbit Nutrition), 1995. European reference method for *in vivo* determination of diet digestibility in rabbits. *World Rabbit Sci.*, **3** (in press).
- FEKETE S., GIPPERT T., 1986. Digestibility and nutritive value of nineteen important feedstuffs for rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.*, **9**, 103-108.

INRA, 1989. L'alimentation des animaux monogastriques : porc, lapin, volailles. INRA Editions, Paris, 282 p.

KALASHNYKOW A.P., KLEYMENOW N.I., 1985. Nutrient requirements of farm animals (in Russian), 261-285. Agropromizdat, Moscow.

LEBAS F., PEREZ J.M., 1989. Alimentation des lapins. In : L'alimentation des animaux monogastriques : porc, lapin, volailles. 2ème édition, pp. 77-84. INRA Editions, Paris.

MAERTENS L., DE GROOTE G., 1981. L'énergie digestible de la farine de luzerne déterminée par des essais de digestibilité avec des lapins de chair. *Rev. Agric.*, **34**, 79-92.

MAERTENS L., MOERMANS R., DE GROOTE G., 1988. Prediction of the apparent digestible energy (ADE) content of commercial pelleted feeds for rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.*, **11**, 60-67.

MAERTENS L., JANSSEN W.M.M., STEENLAND E., WOLTERS D.F., BRANJE H.E.B., JAGER F., 1990. Tables de composition, de digestibilité et de valeur énergétique des matières premières pour lapins. 5èmes Journ. Rech. Cunicole Fr., Paris, 12-13 Décembre 1990. Communication n°57, 57.1-57.9. ITAVI Ed., Paris.

MARTINEZ J., FERNANDEZ J., 1980. Composicion, digestibilidad, valor nutritivo y relaciones entre ambos de diversos piensos para conejos. *Proc. 2nd World Rabbit Congress*, Barcelona, Spain, 15-18 April, vol. 2, 214-224.

NRC, 1977. Nutrient requirements of rabbits (2nd Ed.). Natl. Acad. Sci., Washington, DC, USA, 30p.

PEREZ J.M., 1995. Influence du taux d'incorporation de la luzerne déshydratée dans l'aliment sur sa valeur énergétique pour le lapin. *World Rabbit Sci.*, **3** (soumis pour publication).

PEREZ J.M., LAMBOLEY B., 1995. Valeur nutritive de différentes luzernes déshydratées utilisées seules ou en mélange dans le régime du lapin en croissance. *World Rabbit Sci.*, **3** (soumis pour publication).

PEREZ J.M., BOURDILLON A., JARRIN D., LAMBOLEY B., LEBAS F., LE NAOUR J., WIDIEZ J.L., 1994. Application de la méthode européenne standardisée de mesure *in vivo* de la valeur énergétique des aliments destinés au lapin : comparaisons inter-laboratoires. 6èmes Journ. Rech. Cunicole Fr., La Rochelle, 6-7 Décembre 1994. ITAVI Ed., Paris.

PEREZ J.M., CERVERA C., FALCAO E CUNHA L., MAERTENS L., VILLAMIDE M.J., XICCATO G., 1995. European ring-test on *in vivo* digestibility performed with rabbits : reproducibility of a reference method and comparison with individual laboratory procedures. *World Rabbit Sci.*, **3** (in press).

PROTECTOR, 1980. Tables de composition des matières premières destinées à l'alimentation animale. Bruxelles, Belgique.

PROTO V., 1963. La digeribilità nel coniglio e nella pecora : I. Fieno di medica. *Prod. Anim.*, **2**, 123-134.

SAS, 1988. SAS/STAT User's Guide (Release 6.03). SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, 1028 p.

SCHÜRCH A., 1949. Die theoretischen Grundlagen der Kaninchenfütterung. *Schweiz. Landwirtsch. Monatsh.*, **17**, 1-27.

SLADE L.M., HINTZ H.F., 1969. Comparison of digestion in horses, ponies, rabbits and guinea pigs. *J. Anim. Sci.*, **28**, 842-843.

VILLAMIDE M.J., FRAGA M.J., DE BLAS J.C., 1991. Effect of type of basal diet and rate of inclusion on the evaluation of protein concentrates with rabbits. *Anim. Prod.*, **52**, 215-224.

TABLEAU 1
COMPOSITION CHIMIQUE DES LUZERNES (% matière sèche)

Luzernes	L 1	L 2	L 3	L 4	L 5	L 6	L 7	L 8	L 9	L 10	L 11	L 12
N° de coupe	1 fin	1 milieu	1 début	2 milieu	2 début	3 fin	4 fin	3 fin	4	2	3	-
Matière sèche	88,6	88,6	88,2	89,1	88,7	88,5	88,1	88,2	88,4	88,9	88,5	88,3
Cendres	11,2	13,8	14,3	11,5	12,0	11,7	15,0	12,0	13,3	11,1	12,1	13,1
Calcium	2,7	3,2	3,1	3,3	3,2	3,6	4,6	2,1	2,5	1,9	2,1	3,3
Phosphore	0,28	0,34	0,36	0,26	0,29	0,26	0,31	0,21	0,26	0,19	0,17	0,27
Potassium	3,6	4,0	4,1	3,0	3,2	3,0	3,3	3,1	3,4	3,2	3,4	2,9
MAT (N x 6,25)	18,3	20,9	23,3	19,2	19,9	20,1	25,5	20,2	24,0	16,1	18,3	18,8
Mat. Grasses	2,6	3,4	3,4	3,0	3,1	3,0	5,3	3,5	3,1	2,2	2,8	2,2
Sucres totaux	3,9	4,3	4,8	4,6	2,5	3,2	2,9	6,2	3,1	3,1	3,1	5,2
Cellulose brute	30,8	25,0	20,8	26,7	29,0	23,8	18,5	24,4	21,3	29,9	25,8	28,2
NDF	51,5	45,8	39,3	48,8	49,9	42,6	38,9	43,2	37,8	49,4	45,4	46,7
ADF	35,7	31,9	27,1	32,9	33,7	29,3	25,1	29,9	26,4	34,9	30,8	32,6
Lignine (ADL)	9,9	8,3	11,7	9,5	9,8	8,7	11,7	8,8	8,9	9,0	9,3	8,6
Energie Brute (Kcal/kg MS)	4432	4300	4334	4359	4384	4360	4365	4416	4409	4307	4337	4324

TABLEAU 2
DIGESTIBILITE ET VALEUR ENERGETIQUE DES LUZERNES

Luzernes	L 1	L 2	L 3	L 4	L 5	L 6	L 7	L 8	L 9	L 10	L 11	L 12
<i>n</i> (1)	<i>n</i> =9	<i>n</i> =10	<i>n</i> =8	<i>n</i> =10	<i>n</i> =8	<i>n</i> =8	<i>n</i> =9	<i>n</i> =11	<i>n</i> =10	<i>n</i> =11	<i>n</i> =9	<i>n</i> =10
<u>Coefficients de digestibilité (%) (2)</u>												
Mat. sèche	48,8 ±0,6	52,8 ±0,6	59,6 ±1,4	52,9 ±0,8	47,5 ±0,6	54,5 ±0,9	64,4 ±0,9	56,6 ±0,8	56,5 ±1,2	52,8 ±0,8	55,3 ±1,0	51,3 ±1,0
Mat. organique	45,1 ±0,6	49,1 ±0,6	56,7 ±1,5	49,5 ±0,8	43,5 ±0,6	51,2 ±0,9	61,4 ±0,9	53,6 ±0,8	53,7 ±1,2	49,1 ±0,8	51,6 ±1,0	47,4 ±1,1
Mat. azotées	56,4 ±1,0	59,0 ±0,9	63,7 ±1,4	60,7 ±1,0	57,9 ±0,4	60,2 ±1,2	69,3 ±0,8	64,1 ±1,3	61,7 ±1,3	61,0 ±1,4	61,1 ±1,7	60,6 ±0,8
Cellulose brute	13,0 ±1,1	18,8 ±0,7	22,9 ±2,7	17,0 ±1,1	12,8 ±1,5	14,6 ±1,1	23,7 ±1,8	16,4 ±2,4	18,6 ±3,4	15,9 ±0,9	16,8 ±1,4	13,8 ±2,0
NDF	27,6 ±0,6	33,8 ±0,6	39,4 ±1,9	33,2 ±0,9	27,3 ±0,7	25,5 ±1,4	40,7 ±1,7	33,0 ±1,3	32,5 ±1,4	26,6 ±0,9	34,7 ±1,1	27,1 ±1,4
ADF	22,0 ±1,5	24,1 ±0,4	31,2 ±2,8	21,7 ±1,4	22,1 ±0,8	20,7 ±1,4	34,6 ±1,8	20,2 ±1,8	23,0 ±2,6	18,0 ±1,1	22,9 ±1,3	19,2 ±1,7
Hémicelluloses	40,7 ±3,0	52,1 ±1,3	54,1 ±1,1	55,2 ±2,0	39,2 ±1,3	35,9 ±2,2	52,2 ±3,0	53,8 ±2,0	50,7 ±3,8	46,3 ±2,0	55,4 ±1,2	44,2 ±1,2
Energie	43,7 ±0,6	47,7 ±0,7	54,7 ±1,4	48,1 ±0,8	42,5 ±0,4	49,0 ±0,9	58,9 ±0,9	51,8 ±0,8	51,4 ±1,2	47,5 ±0,8	49,5 ±1,1	45,8 ±0,9
<u>Valeur énergétique (2)</u>												
ED (kcal/kg MS)	1932 ± 28	2056 ± 28	2358 ± 60	2109 ± 33	1865 ± 19	2145 ± 41	2559 ± 40	2285 ± 36	2260 ± 53	2047 ± 35	2141 ± 47	1973 ± 41
<u>Valeur azotée</u>												
MAD (g/kg MS)	103,4	123,3	148,4	116,7	115,3	120,9	176,6	129,7	146,3	98,3	111,6	113,0

(1) effectif final de lapereaux par aliment.

(2) moyenne ± erreur-type.

Fig 1. Digestibilité de la M. Organique

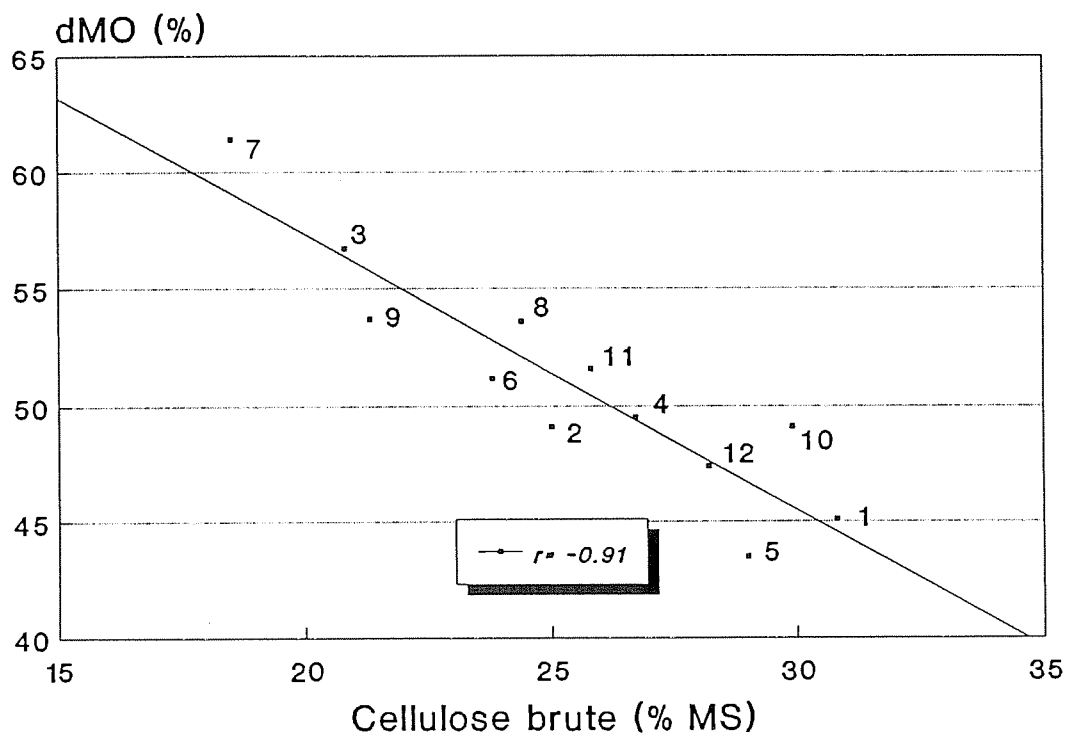


Fig 2. Energie digestible des luzernes

