

I.N.R.A.
BIBLIOTHEQUE UD 35906
DOMAINE DE CROUELLE
63039
CLERMONT-FD CEDEX2
712/100

ERRATUM

Valeur alimentaire des marcs de raisin

I - Influence des 8 sources azotées de complémentation sur l'utilisation digestive par le mouton de marc de raisin épuisé et ensilé

A. LARWENCE et A. YAHIAOUI

avec la collaboration technique de K. DJOUDAD

*Institut national agronomique, Département de Zootechnie
El Harrach, Alger*

Page 363 lire :

Les matières azotées (sur produit frais), et les matières grasses sont déterminées selon les méthodes préconisées par *le recueil des méthodes d'analyse des communautés européennes* (1976), la cellulose brute selon la méthode de Weende, la qualité de l'ensilage est évaluée par la détermination de l'azote soluble après épuisement en triple d'un échantillon de 10 g (l'azote soluble est dosé selon la méthode de Kjeldhal sur une partie aliquote de 10 ml d'extrait), l'azote ammoniacal selon Conway (1965). Ces deux résultats sont exprimés par rapport à l'azote total déterminé sur le produit frais. Les acides acétique, butyrique et lactique sont dosés selon LEPPER (1938).

La solubilité et la fermentescibilité *in vitro* de l'azote de chaque composant des rations (à l'exception de l'urée) sont déterminées d'après les méthodes préconisées par I.N.R.A (1978).

Les tanins sont évalués après extraction par du méthanol absolu et précipitation par de l'éther éthylique selon MARTIN-TANGUY *et al.* (1976).

F. Calcul

La valeur énergétique est déterminée en UFL. Nous avons estimé K1 à 60 p. 100 et la digestibilité de l'énergie par l'expression $dE = 1,0087 \cdot dMO - 0,0377$ (I.N.R.A., 1978).

Les résultats ont fait l'objet de comparaison de variances (test de Snedecor) avant d'éventuelles comparaisons de moyennes (test de Student).

III. Résultats et discussion

Les résultats d'analyse présentés dans le tableau 3 sont en accord avec ceux rapportés par de nombreux auteurs cités par MATRAY, AUREJAC & BALMELLE (1977). Ce sous-produit est par ailleurs particulièrement riche en tanins condensés (3,6 p. 100 de la matière sèche) ; cette teneur est 15 à 18 fois plus élevée que celle rencontrée dans la luzerne, le sorgho grain, le caroube et les féveroles riches en cette substance (MITJAVILA, 1979).

A. Bilan de silos

Les paramètres de conservation de l'ensilage sont rassemblés dans le tableau 3.

Après une conservation de trois mois, les pertes par pourriture et les quantités d'acide acétique et d'ammoniac dosées sont faibles, respectivement 2,74 p. 100, 7,84 g (/kg MS) et 0,17 p. 100. Cependant le taux d'acide butyrique et le pH sont relativement élevés (respectivement 4,77 g/kg de MS et 4,90).

B. Solubilité et fermentescibilité des composants des rations

Les matières azotées des marcs de raisin sont pratiquement insolubles (environ 2 p. 100) et très peu fermentescibles (9 p. 100). Dans ces conditions, la consommation de 3 kg de marc à 43 p. 100 de matière sèche, n'apporte que 16 g de matières azotées fermentescibles (tabl. 4) ce qui paraît nettement insuffisant pour assurer une croissance normale des microorganismes du rumen. En effet, selon JARRIGE, JOURNET & VERITE (1978), leurs besoins seraient assurés avec un fourrage bien consommé dosant 12 p. 100 de matières azotées dont 45 p. 100 sont fermentescibles, soit environ 54 g.

au lieu de :

Cette insolubilité de l'azote des marcs de raisin dans le rumen ne semble pas pour autant augmenter la quantité de protéines d'origine alimentaire digestibles dans l'intestin (puisque les sujets consommant cet aliment en plat unique ont perdu en moyenne 130 g/jour) probablement à cause de sa forte teneur en tanins condensés (une consommation de 3 000 g de marc représente une ingestion de 47 g de tanins) connus comme inhibiteurs des activités microbiennes et enzymatiques (TAGARI *et al.*, 1965 ; FEENY, 1969). Ces substances phénoliques sont également responsables de l'insolubilisation de l'azote des marcs de raisin ; des phénomènes similaires sont observés par LARWENCE (1979) sur des graines de féverole.

Les taux d'azote soluble et d'azote fermentescible enregistrés pour les sources azotées de complémentation (tabl. 4) sont conformes à ceux rapportés par DEMARQUILLY *et al.* (1978) sauf pour ce qui concerne les drêches de brasserie, pour lesquels nous obtenons un taux d'azote soluble plus élevé, et la féverole. Pour cette dernière, les mêmes auteurs donnent des valeurs plus élevées pour la fermentescibilité (70 p. 100 contre 30 p. 100). Il faut cependant noter que la fermentescibilité de l'azote de la féverole graine est très variable. Elle dépend du type de féverole (printemps ou hiver), de la variété, de sa teneur en azote et en tanins. Il existe une corrélation élevée ($R = -0,80$, $P < 0,01$) entre fermentescibilité et teneur en tanins (LARWENCE, 1979). La féverole que nous avons utilisée est particulièrement riche en cette substance (0,8 p. 100 de la MS).

La valeur de fermentescibilité obtenue pour les fientes est assez surprenante compte tenu de la haute solubilité de leur azote ; la présence d'antibiotiques ou d'autres substances

médicamenteuses perturbant l'activité des microorganismes, pourrait expliquer ce résultat. La cinétique de production d'ammoniac révèle un maximum (50,2 p. 100) après 8 heures d'incubation alors qu'il se situe à 95,4 p. 100 après seulement 2 heures pour l'urée.

C. Digestibilité des rations

Les résultats consignés dans le tableau 5 confirment la faible digestibilité (respectivement 30,8, 27,5 et 19,3 pour la matière organique ; la cellulose brute et les matières azotées) des marcs de raisin distribués en plat unique. Ils sont en accord avec ceux rapportés par de nombreux auteurs, notamment REYNE & GARAMBOIS (1977) sur moutons et WOLTER *et al.* (1979) sur Poney.

A l'image des marcs de pomme (CHARLET-LERY, LEROY & ZELTER, 1955) et du tourteau d'olive (THERIEZ & BOULE, 1970), l'azote est le composant des marcs de raisin le moins digestible.

La complémentation azotée et énergétique fait augmenter de façon importante l'utilisation digestive des rations (de 31 à 46 en moyenne) pour la matière organique.

Cette amélioration est liée à la nature de la source azotée de complémentation. Ainsi, la digestibilité de la matière organique varie-t-elle de 41 p. 100 (urée) à 51 p. 100 (tourteau de colza). Néanmoins, quelle que soit la ration, l'ingestibilité est élevée puisqu'elle atteint 114 g de MS/kg P^{0,75}, compte tenu que les refus enregistrés sont négligeables (tabl. 2). Les plus faibles digestibilités sont obtenues avec les drêches de brasserie (dont l'azote est peu fermentescible), la féverole (qui apporte 2 g supplémentaires de tanins) et l'urée (peut-être trop rapidement dégradée et n'apportant pas de protéines). Ces trois régimes présentent des différences significatives (P < 0,05) avec le tourteau de colza, le tourteau de soja et la luzerne.

Page 364 lire :

TABLEAU 5

Digestibilité des marcs de raisin avec ou sans concentré.
Apparent digestibility of grape marc with or without concentrate.

	Marc <i>Grape marc</i>	Féverole <i>Field bean</i>	Soya <i>Soyabean meal</i>
Matière organique - <i>Organic matter</i> ...	28,2 ± 2,04	42,1 ± 2,03	46,4 ± 1,41
Matière organique - <i>Organic matter</i> ...	30,8 ± 2,00	42,2 ± 1,94*	47,0 ± 1,79**
Cellulose brute - <i>Crude fibre</i>	27,5 ± 1,73	33,8 ± 6,98	41,0 ± 2,41
Matières azotées - <i>Crude proteins</i>	19,3 ± 4,16	43,3 ± 3,77	46,2 ± 4,20
Matière grasse - <i>Fat</i>	48,9 ± 1,21	55,1 ± 0,81	60,7 ± 7,56

* NS.

** P < 0,05. Le lot urée est considéré comme lot témoin - *The urea group was used as a control*

Cette insolubilité de l'azote des marcs de raisin dans le rumen ne semble pas pour autant augmenter la quantité de protéines d'origine alimentaire digestibles dans l'intestin (puisque les sujets consommant cet aliment en plat unique ont perdu en moyenne 130 g/jour) probablement à cause de sa forte teneur en tanins condensés (une consommation de 3 000 g de marc représente une ingestion de 47 g de tanins) connus comme inhibiteurs des activités microbiennes et enzymatiques (TAGARI *et al.*, 1965 ; FEENY, 1969). Ces substances phénoliques sont également responsables de l'insolubilisation de l'azote des marcs de raisin ; des phénomènes similaires sont observés par LARWENCE (1979) sur des graines de féverole.

Les taux d'azote soluble et d'azote fermentescible enregistrés pour les sources azotées de complémentation (tabl. 4) sont conformes à ceux rapportés par DEMARQUILLY *et al.* (1978) sauf pour ce qui concerne les drèches de brasserie, pour lesquels nous obtenons un taux d'azote soluble plus élevé, et la féverole. Pour cette dernière, les mêmes auteurs donnent des valeurs plus élevées pour la fermentescibilité (70 p. 100 contre 30 p. 100). Il faut cependant noter que la fermentescibilité de l'azote de la féverole grainé est très variable. Elle dépend du type de féverole (printemps ou hiver), de la variété, de sa teneur en azote et en tanins. Il existe une corrélation élevée ($R = -0,80$, $P < 0,01$) entre fermentescibilité et teneur en tanins (LARWENCE, 1979). La féverole que nous avons utilisée est particulièrement riche en cette substance (0,8 p. 100 de la MS).

La valeur de fermentescibilité obtenue pour les fientes est assez surprenante compte tenu de la haute solubilité de leur azote ; la présence d'antibiotiques ou d'autres substances médicamenteuses perturbant l'activité des microorganismes, pourrait expliquer ce résultat. La cinétique de production d'ammoniac révèle un maximum (50,2 p. 100) après 8 heures d'incubation alors qu'il se situe à 95,4 p. 100 après seulement 2 heures pour l'urée.

C. Digestibilité des rations

Les résultats consignés dans le tableau 5 confirment la faible digestibilité (respectivement 30,8, 27,5 et 19,3 pour la matière organique ; la cellulose brute et les matières azotées) des marcs de raisin distribués en plat unique. Ils sont en accord avec ceux rapportés par de nombreux auteurs, notamment REYNE & GARAMBOIS (1977) sur moutons et WOLTER *et al.* (1979) sur Poney.

A l'image des marcs de pomme (CHARLET-LERY, LEROY & ZELTER, 1955) et du tourteau d'olive (THERIEZ & BOULE, 1970), l'azote est le composant des marcs de raisin le moins digestible.

La complémentation azotée et énergétique fait augmenter de façon importante l'utilisation digestive des rations (de 31 à 46 en moyenne) pour la matière organique.

Cette amélioration est liée à la nature de la source azotée de complémentation. Ainsi, la digestibilité de la matière organique varie-t-elle de 41 p. 100 (urée) à 51 p. 100 (tourteau de colza). Néanmoins, quelle que soit la ration, l'ingestibilité est élevée puisqu'elle atteint 114 g de MS/kg $P^{0,75}$, compte tenu que les refus enregistrés sont négligeables (tabl. 2). Les plus faibles digestibilités sont obtenues avec les drèches de brasserie (dont l'azote est peu fermentescible), la féverole (qui apporte 2 g supplémentaires de tanins) et l'urée (peut-être trop rapidement dégradée et n'apportant pas de protéines). Ces trois régimes présentent des différences significatives ($P < 0,05$) avec le tourteau de colza, le tourteau de soja et la luzerne.

au lieu de :

TABLEAU 5

Digestibilité des marcs de raisin avec ou sans concentré.
Apparent digestibility of grape marc with or without concentrate.

	Marc <i>Grape marc</i>	Féverole <i>Field bean</i>	Soya <i>Soyabean meal</i>
Matière organique - <i>Organic matter</i> ...	28,2 ± 2,04	42,1 ± 2,03	46,4 ± 1,41
Matière organique - <i>Organic matter</i> ...	30,8 ± 2,00	42,2 ± 1,94*	47,0 ± 1,79**
Cellulose brute - <i>Crude fibre</i>	27,5 ± 1,73	33,8 ± 6,98	41,0 ± 2,41
Matières azotées - <i>Crude proteins</i>	19,3 ± 4,16	43,3 ± 3,77	46,2 ± 4,20
Matière grasse - <i>Fat</i>	48,9 ± 1,21	55,1 ± 0,81	60,7 ± 7,56

* NS.

** $P < 0,05$. Le lot urée est considéré comme lot témoin - *The urea group was used as a control.*

Les matières azotées (sur produit frais), et les matières grasses sont déterminées selon les méthodes préconisées par le *recueil des méthodes d'analyse des communautés européennes* (1976), la cellulose brute selon la méthode de Weende, la qualité de l'ensilage est évaluée par la détermination de l'azote soluble après épuisement en triple d'un échantillon de 10 g (l'azote soluble est dosé selon la méthode de Kjeldhal sur une partie aliquote de 10 ml d'extrait), l'azote ammoniacal selon Conway (1965). Ces deux résultats sont exprimés par rapport à l'azote total déterminé sur le produit frais. Les acides acétique, butyrique et lactique sont dosés selon LEPPER (1938).

La solubilité et la fermentescibilité *in vitro* de l'azote de chaque composant des rations (à l'exception de l'urée) sont déterminées d'après les méthodes préconisées par I.N.R.A (1978).

Les tanins sont évalués après extraction par du méthanol absolu et précipitation par de l'éther éthylique selon MARTIN-TANGUY *et al.* (1976).

F. Calcul

La valeur énergétique est déterminée en UFL. Nous avons estimé KI à 60 p. 100 et la digestibilité de l'énergie par l'expression $dE = 1,0087 \cdot dMO - 0,0377$ (I.N.R.A., 1978).

Les résultats ont fait l'objet de comparaison de variances (test de Snedecor) avant d'éventuelles comparaisons de moyennes (test de Student).

Colza <i>Rapeseed oil meal</i>	Luzerne <i>Dehydrated lucerne</i>	P.O.U. <i>Single cell protein</i>	Drêches <i>Brewer's dried grains</i>	Urée <i>Urea</i>	Fientes poultry droppings
48,8 ± 2,40	46,5 ± 7,00	46,0 ± 2,37	40,6 ± 1,06	40,3 ± 4,54	50,1 ± 5,97
50,6 ± 3,20**	49,6 ± 7,41**	46,0 ± 4,93*	42,2 ± 1,32*	40,6 ± 8,11	45,5 ± 2,39
51,0 ± 4,41	48,7 ± 6,96	44,2 ± 1,89	39,0 ± 1,29	39,0 ± 1,28	41,2 ± 0,96
45,4 ± 1,40	41,2 ± 3,51	48,5 ± 1,06	37,9 ± 8,88	40,1 ± 6,17	38,0 ± 0,22
68,1 ± 1,65	65,2 ± 1,75	62,0 ± 1,11	60,3 ± 0,92	57,0 ± 2,29	56,2 ± 5,23

Les meilleurs résultats sont donc obtenus avec les régimes qui apportent au moins 45 g de matières azotées fermentescibles (marc plus concentré) provenant de matières azotées protéiques, si l'on en juge d'après les valeurs trouvées pour le lot urée. Il y a en effet, en dehors du lot urée, une corrélation hautement significative ($R = 0,82$, $P < 0,01$) entre la digestibilité de la matière organique des rations et la quantité d'azote fermentescible apportée par le concentré de complément. Cette liaison n'est pas observée ($R = 0,27$) pour ce qui concerne la solubilité de l'azote.

L'équation qui lie la digestibilité de la matière organique (y) à la quantité de matière azotée fermentescible apportée par le concentré (x) est la suivante :

$$y = 0,289 x + 33,77$$

Elle est illustrée par la figure 1.

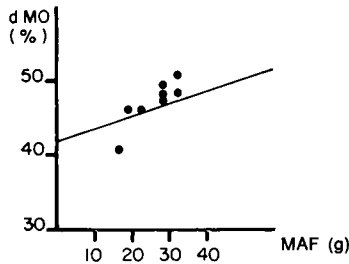


FIG. 1

Relation entre la digestibilité de la matière organique (dMO) et la quantité de matières azotées fermentescibles apportées par chaque ration (MAF).

Relationship between organic matter digestibility (OMd) and the amount of fermentescible crude protein supplied by each diet.

Par ailleurs, tous les principes nutritifs des rations voient leur digestibilité améliorée. L'utilisation digestive des matières azotées, de la cellulose brute, et des matières grasses, passe en moyenne respectivement de 19 à 42 p. 100, de 27 à 42 p. 100 et de 49 à

61 p. 100. Ce dernier élément est le plus digestible, sa digestibilité étant comparable à celle observée pour les fourrages de légumineuses ou de graminées. Toutefois, compte tenu de l'importance des matières grasses dans les marcs de raisin (environ 8 p. 100 de la MS), leur part dans la matière organique digestible représente 14 p. 100 alors qu'elle se situe entre 2 et 3 p. 100 pour les fourrages.

L'amélioration de la digestibilité des rations après complémentation ne résulte pas seulement de la digestibilité naturellement plus élevée du concentré et il est manifeste que la digestibilité propre des marcs de raisin s'est améliorée. En effet, en attribuant à la matière organique du concentré une digestibilité moyenne de 80 p. 100, le calcul montre que celle des marcs de raisin est passée de 31 p. 100 à 39 p. 100 (soit une augmentation de 26 p. 100).

Cette dernière valeur, 39 p. 100, est comparable à celle observée pour la paille de blé ou d'orge distribuée sans complément. Avec 300 g de concentré, la digestibilité de la matière organique des rations à base de paille s'élève à 47 p. 100 (DULPHY, 1978) ; elle est inférieure de 9 p. 100 aux résultats que nous avons obtenus avec les marcs de raisin complémentés avec de la luzerne déshydratée ou du tourteau de colza.

au lieu de :

Apparent digestibility of grape marc with or without concentrate.

Colza <i>Rapeseed oil meal</i>	Luzerne <i>Dehydrated lucerne</i>	P.O.U. <i>Sigle cell protein</i>	Drêches <i>Brewer's dried grains</i>	Urée <i>Urea</i>	Fientes <i>poultry droppings</i>
48,8 ± 2,40	46,5 ± 7,00	46,0 ± 2,37	40,6 ± 1,06	40,3 ± 4,54	50,1 ± 5,97
50,6 ± 3,20**	49,6 ± 7,41**	46,0 ± 4,93*	42,2 ± 1,32*	40,6 ± 8,11	45,5 ± 2,39
51,0 ± 4,41	48,7 ± 6,96	44,2 ± 1,89	39,0 ± 1,29	39,0 ± 1,28	41,2 ± 0,96
45,4 ± 1,40	41,2 ± 3,51	48,5 ± 1,06	37,9 ± 8,88	40,1 ± 6,17	38,0 ± 0,22
68,1 ± 1,65	65,2 ± 1,75	62,0 ± 1,11	60,3 ± 0,92	57,0 ± 2,29	56,2 ± 5,23

III. Résultats et discussion

Les résultats d'analyse présentés dans le tableau 3 sont en accord avec ceux rapportés par de nombreux auteurs cités par MATRAY, AUREJAC & BALMELLE (1977). Ce sous-produit est par ailleurs particulièrement riche en tanins condensés (3,6 p. 100 de la matière sèche) ; cette teneur est 15 à 18 fois plus élevée que celle rencontrée dans la luzerne, le sorgho grain, le caroube et les féveroles riches en cette substance (MITJAVILA, 1979).

A. Bilan de silos

Les paramètres de conservation de l'ensilage sont rassemblés dans le tableau 3.

Après une conservation de trois mois, les pertes par pourriture et les quantités d'acide acétique et d'ammoniac dosées sont faibles, respectivement 2,74 p. 100, 7,84 g (/kg MS) et 0,17 p. 100. Cependant le taux d'acide butyrique et le pH sont relativement élevés (respectivement 4,77 g/kg de MS et 4,90).

B. Solubilité et fermentescibilité des composants des rations

Les matières azotées des marcs de raisin sont pratiquement insolubles (environ 2 p. 100) et très peu fermentescibles (9 p. 100). Dans ces conditions, la consommation de 3 kg de marc à 43 p. 100 de matière sèche, n'apporte que 16 g de matières azotées fermentescibles (tabl. 4) ce qui paraît nettement insuffisant pour assurer une croissance normale des microorganismes du rumen. En effet, selon JARRIGE, JOURNET & VERITE (1978), leurs besoins seraient assurés avec un fourrage bien consommé dosant 12 p. 100 de matières azotées dont 45 p. 100 sont fermentescibles, soit environ 54 g.

Valeur alimentaire des marcs de raisin

I - Influence des 8 sources azotées de complémentation sur l'utilisation digestive par le mouton de marc de raisin épuisé et ensilé

A. LARWENCE et A. YAHIAOUI

avec la collaboration technique de K. DJOUDAD

*Institut national agronomique, Département de Zootechnie
El Harrach, Alger*

Résumé

Nous avons étudié l'influence de 8 sources azotées de complémentation (urée, féverole, drèches de brasserie, tourteau de soja, fientes de volailles, protéines d'organismes unicellulaires, luzerne déshydratée et tourteau de colza) sur la digestibilité chez le mouton des marcs de raisin épuisés et ensilés. Distribués seuls, l'utilisation digestive de la matière organique des marcs de raisin est faible (31 p. 100), complémentés, elle passe de 40 p. 100 (urée) à 50 p. 100 (luzerne et tourteau de colza).

L'ingestibilité est particulièrement élevée; elle se situe entre 105 et 118 g de MS/kg P^{0,75} suivant les régimes étudiés. Par ailleurs, la digestibilité des rations est étroitement liée ($R = 0,82$; $P < 0,01$) à la quantité d'azote fermentescible apportée par les sources de protéines de complémentation.

La valeur énergétique calculée des rations distribuées (0,50 UFL/tête/jour) s'est améliorée par suite d'une meilleure digestibilité des marcs de raisin; elle atteint 0,80 UFL pour les régimes complémentés respectivement avec le tourteau de colza et avec la luzerne déshydratée. Dans cette expérience, ces deux concentrés se présentent comme étant les meilleures sources de protéines de complémentation; ils ont permis d'obtenir un croît de 140 g par jour (contre 13 à 110 g pour les autres concentrés).

La valeur énergétique par kg de matière sèche de ration se situe pour ces deux régimes à 0,50 UFL, soit pratiquement autant que pour un foin moyen et plus que pour les pailles de céréale complémentées avec 300 g de concentré.

Les marcs de raisin épuisés et ensilés convenablement complémentés constituent donc un aliment intéressant pour des animaux à l'entretien ou à production modérée.

I. Introduction

Sur les 7 millions de tonnes de marcs de raisin épuisés disponibles annuellement dans le monde, moins de 3 p. 100 sont utilisés dans l'alimentation du bétail. Pour ce qui concerne l'Algérie qui en produit environ 100 000 tonnes, ils sont entièrement jetés ou brûlés. Pourtant, leur composition chimique paraît intéressante comparativement à celle des fourrages classiques (cellulose brute, 23 p. 100 de la matière sèche; matières

azotées, 14 p. 100 ; cendres, 7 p. 100) bien que leur teneur en matières grasses soit sensiblement plus élevée (8 p. 100) (LARWENCE & BERTHE, 1981).

Malheureusement, ces principes nutritifs sont peu digestibles ; la digestibilité de la matière organique rapportée par PICCIONI (1965), REYNE & GARAMBOIS (1977), DUMONT & TISSERAND (1978) s'élève respectivement à 30 p. 100, 28 p. 100 et 45 p. 100 (marc non distillé et déshydraté). La digestibilité des matières azotées selon les mêmes auteurs varie entre 9 et 19 p. 100. Par conséquent, les marcs de raisin épuisés distribués comme seul composant de la ration ne peuvent assurer les besoins azotés d'entretien des animaux. Certains auteurs, notamment MATRAY, AUREJAC & BALMELLE (1977), conseillent en matière de rationnement de considérer comme nulle la digestibilité des matières azotées apportées par les marcs de raisin. Par ailleurs, LARWENCE & BERTHE (1981) montrent que la solubilité de l'azote de l'ensilage de marcs est pratiquement nulle (2 p. 100 de l'azote total) et qu'un apport d'azote fermentescible (15 g d'urée/tête/jour fait passer la digestibilité de la matière organique de 29 à 43 p. 100.

Les différentes sources de matières azotées pouvant être utilisées pour compléter les marcs de raisin étant plus ou moins solubles et fermentescibles (GOERING & WALDO, 1974 ; SNIFFEN, 1974 ; DEMARQUILLY *et al.* (1978), il est utile de connaître celles qui sont le mieux adaptées à cette complémentation. C'est ce qui nous a conduit à comparer 8 sources azotées : féverole graine, tourteau de soja, tourteau de colza, luzerne déshydratée, protéines d'organismes unicellulaires (POU), drèches de brasserie, urée et fientes de volaille déshydratées.

II. Matériel et méthode

A. Les aliments

Le marc de raisin provient de la Mitidja et plus particulièrement de la commune de Mouzaïa. Il a subi une extraction d'alcool par le procédé vapeur. Le produit est conservé par ensilage sans conservateur dans des fûts de 200 litres. Sa valeur énergétique calculée (I.N.R.A., 1978) s'élève à 0,11 UFL/kg de MS.

Les régimes sont isoazotés (environ 64 g de matières azotées totales apportés par le concentré de complémentation, nous n'avons pas tenu compte de l'azote apporté par les marcs) et isoénergétiques (environ 0,50 UFL) à l'exception de celui d'un lot témoin d'animaux qui reçoit 4 000 g de marcs sans complémentation.

B. Les animaux

Les mesures sont effectuées sur des lots de 4 moutons mâles adultes non castrés de race *Ouled-Djellal* pesant en moyenne 36 kg (34 à 37 kg) placés en cage à métabolisme et maintenu à un niveau nutritionnel proche de celui de l'entretien (64 g de matières azotées et 0,50 UFL/jour).

C. Déroulement des essais

Durant trois semaines, les animaux sont accoutumés aux différents régimes expérimentaux (tabl. 1) distribués deux fois par jour (8 heures et 17 heures) ; la période de mesure dure deux semaines.

TABLEAU 1

*Composition des régimes utilisés (g).**Composition of diets (g).*

Lots - Groups Aliments - Ingredients	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Marc de raisin - <i>Grape marc</i>	4 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000
Maïs - <i>Maize</i>	—	125	230	180	240	230	135	300	225
Féverole graine - <i>Field bean</i>	—	220	—	—	—	—	—	—	—
Tourteau de soja - <i>Soyabean meal</i>	—	—	90	—	—	—	—	—	—
Tourteau de colza - <i>Rapeseed oil meal</i>	—	—	—	125	—	—	—	—	—
Luzerne déshydratée - <i>Dehydrated lucerne</i>	—	—	—	—	190	—	—	—	—
P.O.U. - <i>Single cell protein</i>	—	—	—	—	—	75	—	—	—
Drèches de brasserie - <i>Brewer's dried grains</i>	—	—	—	—	—	—	215	12	—
Urée - <i>Urea</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fientes de volaille - <i>Poultry droppings</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	220
C.M.V. - <i>Minerals and vitamins</i> .	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Soufre - <i>Sulfur</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—

D. Mesure

Les quantités de matière sèche ingérée sont mesurées chaque jour par pesée (à 1 g près) des quantités offertes et refusées (tabl. 2). Un échantillon représentatif de ce qui est distribué est constitué pour la période de mesure. Tous les matins, une récolte individuelle de fèces suivie d'une pesée a lieu ; un échantillon proportionnel est constitué dans un premier temps par jour et par animal et dans un deuxième temps par animal et pour toute la période de mesure.

E. Analyse

La teneur en matière sèche (aliment et fèces) est déterminée par passage des échantillons à l'étuve ventilée à 80 °C, celle de l'ensilage de marc est corrigée (SCHOCH, 1949) pour tenir compte des pertes de produits volatils à l'étuve.

TABLEAU 2
Matière sèche ingérée (g/j) moyenne cumulée de 25 jours.
Dry matter intake (g/d) mean of 25 days.

Régimes - Diets	Nombre d'animaux Number of animals	MS distribuée DM offered	MS refusée DM refusal	MS ingérée g/kg P ^{0.75} DM intake g/kg W ^{0.75}
Marc de raisin <i>Grape marc</i>	4	1 724	0	117
		1 724	0	115
		1 724	0	117
		1 724	0	119
Moyenne - Mean		1 724	0	117
Féverole - Field bean	4	1 600	17	112
		1 600	0	107
		1 600	21	107
		1 600	0	111
Moyenne - Mean		1 600	9	109
Tourteau de soja <i>Soya bean meal</i>	4	1 574	0	109
		1 574	9	111
		1 574	23	103
		1 574	0	107
Moyenne - Mean		1 574	8	108
Tourteau de colza <i>Rapeseed oil meal</i>	4	1 560	0	108
		1 560	58	102
		1 560	41	108
		1 560	28	102
Moyenne - Mean		1 560	32	105
Luzerne déshydratée <i>Dehydrated lucerne</i>	4	1 671	9	115
		1 671	38	116
		1 671	0	114
		1 671	19	110
Moyenne - Mean		1 671	16	114
P.O.U. - Single cell protein	4	1 562	8	110
		1 562	0	104
		1 562	0	106
		1 562	77	103
Moyenne - Mean		1 562	21	106
Drèches de brasserie <i>Brewer's dried grains</i>	4	1 614	0	108
		1 614	0	110
		1 614	103	105
		—	—	—
Moyenne - Mean		1 614	34	107
Urée - Urea	4	1 567	32	104
		1 567	49	101
		1 567	0	109
		1 567	22	110
Moyenne - Mean		1 567	26	106
Fientes de volaille <i>Poultry droppings</i>	4	1 666	0	118
		1 666	0	113
		1 666	23	109
		1 666	17	115
Moyenne - Mean		1 666	10	114

TABLEAU 4

Solubilité, fermentescibilité de l'azote de chaque composant de la ration et quantité apportée par les différents concentrés.
Nitrogen solubility and nitrogen fermentescibility of the dietary components and quantity supplied by each concentrate.

	Marc Grape marc	Mais Maize	Féverolle Field bean	Soja Soyabean meal	Colza Rapeseed oil meal	Luzerne Dely- drated lucerne	P.O.U. Single cell protein	Drèches Brewer's dried grains	Urée Urea	Fientes poultry droppings
N Soluble (% N total)	2,1	10,1	49,0	21,0	30,5	31,3	32,2	22,4	100	84,5
Soluble nitrogen (% total N)										
N Fermentescible (% N total)	9,1	40,6	30,4	52,2	53,3	47,4	46,4	27,6	100	42,8
Fermentescible nitrogen (% total N)										
MAT Solubles apportées (g)	3,9	—	28,3	11,5	15,9	14,5	15,9	11,3	34,9	39,6
Soluble crude protein supplied (g)										
MAT Fermentescibles apportées (g) ..	16,2	—	21,8	32,1	31,8	27,8	28,0	19,4	34,9	28,4
Fermentescible crude protein supplied (g)										

L'azote soluble et l'azote fermentescible apportés par le maïs sont décomptés dans le chiffre donné pour chaque concentré.
 Soluble N and fermentescible N supplied by maize are deducted from the figure given for each concentrate.

Cette insolubilité de l'azote des marcs de raisin dans le rumen ne semble pas pour autant augmenter la quantité de protéines d'origine alimentaire digestibles dans l'intestin (puisque les sujets consommant cet aliment en plat unique ont perdu en moyenne 130 g/jour) probablement à cause de sa forte teneur en tanins condensés (une consommation de 3 000 g de marc représente une ingestion de 47 g de tanins) connus comme inhibiteurs des activités microbiennes et enzymatiques (TAGARI *et al.*, 1965 ; FEENY, 1969). Ces substances phénoliques sont également responsables de l'insolubilisation de l'azote des marcs de raisin ; des phénomènes similaires sont observés par LARWENCE (1979) sur des graines de féverole.

Les taux d'azote soluble et d'azote fermentescible enregistrés pour les sources azotées de complémentation (tabl. 4) sont conformes à ceux rapportés par DEMARQUILLY *et al.* (1978) sauf pour ce qui concerne les drèches de brasserie, pour lesquels nous obtenons un taux d'azote soluble plus élevé, et la féverole. Pour cette dernière, les mêmes auteurs donnent des valeurs plus élevées pour la fermentescibilité (70 p. 100 contre 30 p. 100). Il faut cependant noter que la fermentescibilité de l'azote de la féverole graine est très variable. Elle dépend du type de féverole (printemps ou hiver), de la variété, de sa teneur en azote et en tanins. Il existe une corrélation élevée ($R = -0,80$; $P < 0,01$) entre fermentescibilité et teneur en tanins (LARWENCE, 1979). La féverole que nous avons utilisée est particulièrement riche en cette substance (0,8 p. 100 de la MS).

La valeur de fermentescibilité obtenue pour les fientes est assez surprenante compte tenu de la haute solubilité de leur azote ; la présence d'antibiotiques ou d'autres substances médicamenteuses perturbant l'activité des microorganismes, pourrait expliquer ce résultat. La cinétique de production d'ammoniac révèle un maximum (50,2 p. 100) après 8 heures d'incubation alors qu'il se situe à 95,4 p. 100 après seulement 2 heures pour l'urée.

C. Digestibilité des rations

Les résultats consignés dans le tableau 5 confirment la faible digestibilité (respectivement 30,8, 27,5 et 19,3 pour la matière organique ; la cellulose brute et les matières azotées) des marcs de raisin distribués en plat unique. Ils sont en accord avec ceux rapportés par de nombreux auteurs, notamment REYNE & GARAMBOIS (1977) sur moutons et WOLTER *et al.* (1979) sur Poney.

A l'image des marcs de pomme (CHARLET-LERY, LEROY & ZELTER, 1955) et du tourteau d'olive (THERIEZ & BOULE, 1970), l'azote est le composant des marcs de raisin le moins digestible.

La complémentation azotée et énergétique fait augmenter de façon importante l'utilisation digestive des rations (de 31 à 46 en moyenne) pour la matière organique.

Cette amélioration est liée à la nature de la source azotée de complémentation. Ainsi, la digestibilité de la matière organique varie-t-elle de 41 p. 100 (urée) à 51 p. 100 (tourteau de colza). Néanmoins, quelle que soit la ration, l'ingestibilité est élevée puisqu'elle atteint 114 g de MS/kg $P^{0,75}$, compte tenu que les refus enregistrés sont négligeables (tabl. 2). Les plus faibles digestibilités sont obtenues avec les drèches de brasserie (dont l'azote est peu fermentescible), la féverole (qui apporte 2 g supplémentaires de tanins) et l'urée (peut-être trop rapidement dégradée et n'apportant pas de protéines). Ces trois régimes présentent des différences significatives ($P < 0,05$) avec le tourteau de colza, le tourteau de soja et la luzerne.

TABLEAU 5

Digestibilité des marcs de raisin avec ou sans concentré.
Apparent digestibility of grape marc with or without concentrate.

	Marc <i>Grape marc</i>	Féverole <i>Field bean</i>	Soya <i>Soyabean meal</i>
Matière organique - <i>Organic matter</i>	28,2 ± 2,04	42,1 ± 2,03	46,4 ± 1,41
Matière organique - <i>Organic matter</i>	30,8 ± 2,00	42,2 ± 1,94*	47,0 ± 1,79**
Cellulose brute - <i>Crude fibre</i>	27,5 ± 1,73	33,8 ± 6,98	41,0 ± 2,41
Matières azotées - <i>Crude proteins</i>	19,3 ± 4,16	43,3 ± 3,77	46,2 ± 4,20
Matière grasse - <i>Fat</i>	48,9 ± 1,21	55,1 ± 0,81	60,7 ± 7,56

* NS.

** $P < 0,05$. Le lot urée est considéré comme lot témoin - *The urea group was used as a control.*

Les matières azotées (sur produit frais), et les matières grasses sont déterminées selon les méthodes préconisées par le *recueil des méthodes d'analyse des communautés européennes* (1976), la cellulose brute selon la méthode de Weende, la qualité de l'ensilage est évaluée par la détermination de l'azote soluble après épuisement en triple d'un échantillon de 10 g (l'azote soluble est dosé selon la méthode de Kjeldhal sur une partie aliquote de 10 ml d'extrait), l'azote ammoniacal selon Conway (1965). Ces deux résultats sont exprimés par rapport à l'azote total déterminé sur le produit frais. Les acides acétique, butyrique et lactique sont dosés selon LEPPER (1938).

La solubilité et la fermentescibilité *in vitro* de l'azote de chaque composant des rations (à l'exception de l'urée) sont déterminées d'après les méthodes préconisées par I.N.R.A (1978).

Les tanins sont évalués après extraction par du méthanol absolu et précipitation par de l'éther éthylique selon MARTIN-TANGUY *et al.* (1976).

F. Calcul

La valeur énergétique est déterminée en UFL. Nous avons estimé KI à 60 p. 100 et la digestibilité de l'énergie par l'expression $dE = 1,0087 \cdot dMO - 0,0377$ (I.N.R.A., 1978).

Les résultats ont fait l'objet de comparaison de variances (test de Snedecor) avant d'éventuelles comparaisons de moyennes (test de Student).

(Suite du tableau 5)

Colza <i>Rapeseed oil meal</i>	Luzerne <i>Dehydrated lucerne</i>	P.O.U. <i>Sigle cell protein</i>	Drèches <i>Brewer's dried grains</i>	Urée <i>Urea</i>	Fientes <i>poultry droppings</i>
48,8 ± 2,40	46,5 ± 7,00	46,0 ± 2,37	40,6 ± 1,06	40,3 ± 4,54	50,1 ± 5,97
50,6 ± 3,20**	49,6 ± 7,41**	46,0 ± 4,93*	42,2 ± 1,32*	40,6 ± 8,11	45,5 ± 2,39
51,0 ± 4,41	48,7 ± 6,96	44,2 ± 1,89	39,0 ± 1,29	39,0 ± 1,28	41,2 ± 0,96
45,4 ± 1,40	41,2 ± 3,51	48,5 ± 1,06	37,9 ± 8,88	40,1 ± 6,17	38,0 ± 0,22
68,1 ± 1,65	65,2 ± 1,75	62,0 ± 1,11	60,3 ± 0,92	57,0 ± 2,29	56,2 ± 5,23

III. Résultats et discussion

Les résultats d'analyse présentés dans le tableau 3 sont en accord avec ceux rapportés par de nombreux auteurs cités par MATRAY, AUREJAC & BALMELLE (1977). Ce sous-produit est par ailleurs particulièrement riche en tanins condensés (3,6 p. 100 de la matière sèche) ; cette teneur est 15 à 18 fois plus élevée que celle rencontrée dans la luzerne, le sorgho grain, le caroube et les féveroles riches en cette substance (MITJAVILA, 1979).

A. Bilan de silos

Les paramètres de conservation de l'ensilage sont rassemblés dans le tableau 3.

Après une conservation de trois mois, les pertes par pourriture et les quantités d'acide acétique et d'ammoniac dosées sont faibles, respectivement 2,74 p. 100, 7,84 g (/kg MS) et 0,17 p. 100. Cependant le taux d'acide butyrique et le pH sont relativement élevés (respectivement 4,77 g/kg de MS et 4,90).

B. Solubilité et fermentescibilité des composants des rations

Les matières azotées des marcs de raisin sont pratiquement insolubles (environ 2 p. 100) et très peu fermentescibles (9 p. 100). Dans ces conditions, la consommation de 3 kg de marc à 43 p. 100 de matière sèche, n'apporte que 16 g de matières azotées fermentescibles (tabl. 4) ce qui paraît nettement insuffisant pour assurer une croissance normale des microorganismes du rumen. En effet, selon JARRIGE, JOURNET & VERITE (1978), leurs besoins seraient assurés avec un fourrage bien consommé dosant 12 p. 100 de matières azotées dont 45 p. 100 sont fermentescibles, soit environ 54 g.

Les meilleurs résultats sont donc obtenus avec les régimes qui apportent au moins 45 g de matières azotées fermentescibles (marc plus concentré) provenant de matières azotées protéiques, si l'on en juge d'après les valeurs trouvées pour le lot urée. Il y a en effet, en dehors du lot urée, une corrélation hautement significative ($R = 0,82$, $P < 0,01$) entre la digestibilité de la matière organique des rations et la quantité d'azote fermentescible apportée par le concentré de complément. Cette liaison n'est pas observée ($R = 0,27$) pour ce qui concerne la solubilité de l'azote.

L'équation qui lie la digestibilité de la matière organique (y) à la quantité de matière azotée fermentescible apportée par le concentré (x) est la suivante :

$$y = 0,289 x + 33,77$$

Elle est illustrée par la figure 1.

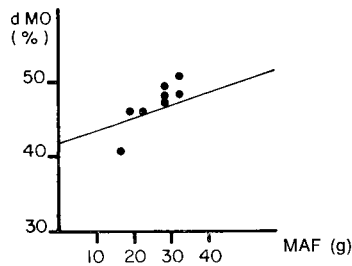


FIG. 1

Relation entre la digestibilité de la matière organique (dMO) et la quantité de matières azotées fermentescibles apportées par chaque ration (MAF).

Relationship between organic matter digestibility (OMd) and the amount of fermentescible crude protein supplied by each diet.

Par ailleurs, tous les principes nutritifs des rations voient leur digestibilité améliorée. L'utilisation digestive des matières azotées, de la cellulose brute, et des matières grasses, passe en moyenne respectivement de 19 à 42 p. 100, de 27 à 42 p. 100 et de 49 à 61 p. 100. Ce dernier élément est le plus digestible, sa digestibilité étant comparable à celle observée pour les fourrages de légumineuses ou de graminées. Toutefois, compte tenu de l'importance des matières grasses dans les marcs de raisin (environ 8 p. 100 de la MS), leur part dans la matière organique digestible représente 14 p. 100 alors qu'elle se situe entre 2 et 3 p. 100 pour les fourrages.

L'amélioration de la digestibilité des rations après complément ne résulte pas seulement de la digestibilité naturellement plus élevée du concentré et il est manifeste que la digestibilité propre des marcs de raisin s'est améliorée. En effet, en attribuant à la matière organique du concentré une digestibilité moyenne de 80 p. 100, le calcul montre que celle des marcs de raisin est passée de 31 p. 100 à 39 p. 100 (soit une augmentation de 26 p. 100).

Cette dernière valeur, 39 p. 100, est comparable à celle observée pour la paille de blé ou d'orge distribuée sans complément. Avec 300 g de concentré, la digestibilité de la matière organique des rations à base de paille s'élevé à 47 p. 100 (DULPHY, 1978) ; elle est inférieure de 9 p. 100 aux résultats que nous avons obtenus avec les marcs de raisin complémentés avec de la luzerne déshydratée ou du tourteau de colza.

TABLEAU 6

Influence des différentes sources azotées de complémententation sur la valeur énergétique (UF lait) des régimes et sur la variation de poids des animaux (g).
Effect of the different protein sources used as supplements on the energy value (Milk FU) of the diets and on the weight gain variation (g).

	UF lait calculée pour la ration distribuée <i>FU calculated for the diet offered</i>	UF lait réellement fourni par la ration distribuée <i>FU really supplied by the diet</i>	% d'augmentation <i>% of the increase</i>	Valeur UF lait de la ration/kg MS <i>FU value of the diet/kg DM</i>	Variation de poids moyenne sur 15 jours <i>Weight gain variation mea of 15 days</i>
Féverole - Field bean	0,50	0,54	7	0,34	+ 71
Colza - Rapeseed oil meal	0,50	0,79	37	0,50	+ 141
Soja - Soyabean meal	0,50	0,67	25	0,43	+ 109
Luzerne - Dehydrated lucerne	0,50	0,81	38	0,49	+ 137
P.O.U. - Single cell proteins	0,50	0,65	23	0,42	+ 89
Drèches - Brewer's dried grains	0,50	0,56	11	0,35	+ 55
Urée - Urea	0,50	0,52	4	0,31	+ 13
Fientes - Poultry droppings	0,50	0,61	18	0,37	+ 49
Marc seul - Grape marc	0,19	0,19	—	0,11	— 130

D. Valeur énergétique des rations

Le nombre d'UFL (calculé à partir de la digestibilité réelle des rations) réellement fourni par chaque ration est rapporté dans le tableau 6 : il varie de 0,47 UFL (urée) à 0,80 UFL (luzerne et colza). Sachant que les rations distribuées avaient une valeur énergétique théorique de 0,50 UFL, il s'est donc produit sous l'effet de la complémentation une amélioration appréciable de leur valeur énergétique (tableau 6), ce qui a permis aux animaux de prendre du poids durant la période expérimentale. Les gains de poids les plus élevés (140 g), sont obtenus avec les rations complémentées respectivement avec du tourteau de colza et de la luzerne déshydratée. Ce résultat est supérieur à celui obtenu (92 g) par CORDESSE & TABA-TABAI (1981) avec des rations de paille traitée à l'ammoniac et complémentée avec 300 g de concentré.

Ces deux compléments sont en principe plus riches en soufre : le colza, car naturellement bien pourvu, la luzerne déshydratée, car enrichie en cet élément lors des opérations de déshydratation.

Le soufre pourrait jouer un rôle important dans les phénomènes de détoxification liés à la présence des substances phénoliques. Par ailleurs, selon TRENKLE, CHENG & BURROUGHS (1958) ; EVANS & DAVIS (1966), il stimule la digestion de la cellulose, résultats vérifiés pour ces deux régimes (tabl. 5). Pour les régimes urée et fientes de volaille supplémentés en soufre, nous n'avons pas observé d'amélioration de la cellulolyse.

La valeur énergétique des rations par kg MS varie de 0,30 UFL (urée) à 0,50 UFL (luzerne et tourteau de colza). Elle dépasse 0,40 UFL pour le soja et les protéines d'organismes unicellulaires.

IV. Conclusion

Les marcs de raisin distribués en plat unique sont très pauvres en énergie (0,11 UFL/kg de MS) et ne couvrent pas les besoins d'entretien des animaux qui perdent du poids malgré une forte ingestion (89 g/kg P^{0,75}). Un apport d'azote et d'énergie améliore de façon importante la valeur nutritive des rations ; cette amélioration est cependant fonction de la nature de la complémentation qui doit fournir suffisamment d'azote fermentescible provenant d'une source de protéines vraies. Ainsi, la valeur énergétique des rations complémentées avec de l'urée et du maïs est-elle de 0,30 UFL/kg de MS alors qu'elle atteint 0,50 UFL pour une complémentation par du tourteau de colza et de luzerne. Cette dernière valeur est comparable à celle observée pour des pailles de céréales complémentées avec 300 g de concentré.

Mais la quantité ingérée se situe à environ 900 g de MS pour la paille alors qu'elle pourrait dépasser 1 700 g pour les marcs de raisin puisque les refus enregistrés sont négligeables.

La valeur alimentaire de ce produit est donc supérieure à celle des pailles de céréale complémentées avec la même quantité de concentré. Il présente un intérêt certain pour des animaux à l'entretien ou à croissance modérée ; il présente en outre l'avantage, par rapport aux pailles, de ne pas nécessiter des frais de récolte, d'occuper peu de place et d'être facilement ensilable.

Accepté pour publication en avril 1983.

Summary

Feeding value of grape marc in ruminants

I - Effect of the supplementing extracted grape marc silage with 8 protein sources on the digestibility in sheep

The effect of supplementing extracted grape marc silage with 8 protein sources (urea, field bean, brewers dried grain, soyabean meal, poultry droppings, single cell proteins, dehydrated lucerne and rapeseed oil meal) on digestibility in sheep, was studied. Organic matter digestibility was low (31 p. 100) when grape marc was given alone, while it reached 40 p. 100 (urea) and 50 p. 100 (lucerne and rapeseed oil meal) when it was supplemented.

Voluntary feed intake was particularly high (between 105 and 118 g DM/kg W^{0.75}) according to the diet. Digestibility of the diets was closely related to the amount of fermentescible nitrogen supplied by the protein sources.

The energy value of the offered diets (0.50 Milk FU/head/day) was improved because of the higher digestibility of grape marc. It reached 0.80 Milk FU for diets supplemented with rapeseed oil meal and dehydrated lucerne. In this experiment both concentrates appeared to be best protein sources. They led to a weight gain of 140 g/day (*versus* 13 to 110 g for the other concentrates).

For these two diets the energy value per kg DM was equal to 0.50 MFU, i.e. almost equivalent to that of a mean hay and higher than that of cereal straws supplemented with 300 g concentrate.

Accordingly properly supplemented extracted grape marc silage is a valuable feed for animals in maintenance or with a low production.

Références bibliographiques

- CHARLET-LERY G., LEROY A.M., ZELTER S.Z., 1955. Etude chez le mouton et le porc de la digestibilité apparente des constituants de marcs de pomme frais, ensilés ou déshydratés. *Ann. Zootech.*, **4**, 321-332.
- CONWAY E.J., 1965. *Micro diffusion analysis and volumetric error*. 5^e éd. Crosby Lockwood, London.
- CORDESSE R., TABA-TABAI M., 1981. Alimentation d'agneaux à partir de la paille traitée à l'ammoniac. I - Valeur nutritive, croissance et qualité des carcasses des animaux. *Ann. Zootech.*, **30**, 113-122.
- DEMARQUILLY C., ANDRIEU J., SAUVANT D., DULPHY J.P., 1978. Composition et valeur nutritive des aliments. In : *Alimentation des ruminants*. Ed. I.N.R.A., route de Saint-Cyr, 78000 Versailles, 597 p.
- DULPHY J.P., 1978. Valeur alimentaire des matières premières celluloses. In : *Utilisation des matières premières celluloses, en particulier la paille, en alimentation animale*. C.A.A.A., I.N.A., Paris-Grignon.
- DUMONT R., TISSERAND J.L., 1978. Valeur alimentaire d'un marc de raisin déshydraté. *Ann. Zootech.*, **27**, 631-637.
- EVANS J.L., DAVIS G.K., 1966. Dietary phosphorus, sulfur and molybdenum and mineral composition of rumen fluid. *J. Anim. Sci.*, **25**, 1010-1013.
- FEENY P.P., 1969. Inhibitory effect of oak leaf tannins on the hydrolysis of proteins by trypsin. *Phytochemistry*, **8**, 2119-2126.
- GOERING H.K., WELDO D.R., 1974. Processing effects on protein utilization by ruminants. *Proc. Cornell nutrition conference*, 25-36.
- I.N.R.A., 1978. *Alimentation des ruminants*. Ed. I.N.R.A., route de Saint-Cyr, 78000 Versailles, 597 p.

- JARRIGE R., JOURNET M., VERITE R., 1978. Utilisation digestive et métabolique de l'azote. In : *Alimentation des ruminants*. Ed. I.N.R.A., route de Saint-Cyr, Versailles, pp. 89-128.
- LARWENCE A., 1979. Mise au point d'un test permettant de classer des graines de féverole en fonction de leur teneur en tanins. *Thèse de docteur-ingénieur*, Université de Dijon.
- LARWENCE A., BERTHE J.L., 1981. Influence de deux sources de matières azotées (luzerne et urée) sur la digestibilité par des moutons de marc de raisin épuisé et ensilé (étude du bilan azoté). *Bull. soc. hist. nat. Afr. Nord*, **69** (3-4), 61-73.
- LEPPER W., 1938. Technique de dosage des acides acétiques, butyrique et lactique dans les ensilages. *Zeitschrift. Tierernähr. Futtermittelk.*, (1), 187-196 (en allemand).
- MARTIN-TANGUY J., VERMOREL M., LENOBLE M., MARTIN C., 1976. Les tanins des graines de sorgho. Importance dans l'utilisation digestive de l'azote chez le rat en croissance. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **16**, 879-890.
- MATRAY M., AUREJAC R., BALMELLE J.C., 1977. Utilisation du marc de raisin épuisé dans l'alimentation hivernale des bovins. *Publications I.T.E.B.*, Paris, 78 p.
- MITJAVILA S., 1979. Problèmes nutritionnels liés à la présence de tanins dans les aliments. *Journées d'études du groupe polyphénols*, 2-4 mai 1979.
- PICCIONI M., 1965. Dictionnaire des aliments pour les animaux. *Edagricole*, Bologne, 638 pp.
- Recueil des méthodes d'analyse des communautés européennes*, B.I.P.E.A. édit., 1976.
- REYNE Y., GARAMBOIS X., 1977. Valeur alimentaire chez le mouton de l'ensilage de marc de raisin épuisé. *Ann. Zootech.*, **26**, 471-479.
- SCHOCH W., 1949. Die bei der hocknung von selageproben im trockenstranck auftretenden verluste an flüchtigen Säuren und basen. *Mitteilungen aus dem Gebiete der lebensmittelunlersuchung und Hygiène*, **40**, 170-189.
- SNIFFEN C.J., 1974. Nitrogen utilization as related to solubility of NPN and protein in feeds. *Proc. Cornell Nutrition Conference*, 12-18.
- TAGARI H., HENIS Y., TAMIR M., VOLCANI R., 1965. Effect of carob pod extract on cellulolysis, proteolysis, deamination and protein biosynthesis in an artificial rumen. *Applied Microbiology*, **13** (3), 437-442.
- THERIEZ M., BOULE G., 1970. Valeur alimentaire du tourteau d'olive. *Ann. Zootech.*, **19**, 143-157.
- TRENKLE A., CHENG E., BURROUGHS, 1958. Availability of different sulphur sources for rumen microorganisms *in vitro* cellulose digestion. *J. Anim. Sci.*, **17**, 1191-1198.
- WOLTER R., DURIX A., LETOURNEAU J.C., CALCELEN M., 1979. Evaluation chez le poney de la digestibilité du maïs, fourrage déshydraté, des pulpes sèches de betteraves, de la luzerne déshydratée, du son de blé, de la paille de blé et des pulpes de raisins. *Ann. Zootech.*, **28**, 93-100.