

Etude de la valeur alimentaire des pailles de céréales traitées ou non à la soude

II. - Influence de la nature du complément énergétique

J.P. DULPHY, A. KOUASSI et A. BIENAIME

avec la collaboration technique de J.M. BOISSAU, H. BOUSQUET, Jacqueline JAMOT, Marie JAILLER, Madeleine DUDILIEU et L. L'HOTELIER

*I.N.R.A., Laboratoire des Aliments,
Centre de Recherches de Clermont-Ferrand,
Theix-Saint-Genès-Champanelle, F 63110 Beaumont*

Résumé

La valeur alimentaire des pailles de céréales traitées ou non à la soude est influencée par la nature du complément énergétique avec lequel elles sont distribuées. Pour le mesurer nous avons conduit 3 essais avec des moutons. Dans le premier une paille traitée à la soude a été distribuée avec de l'ensilage de ray-grass d'Italie, de l'ensilage de pulpes de betteraves, de l'ensilage de maïs ou du maïs-grain. Dans le second une paille de blé non traitée a été distribuée avec du maïs-grain ou du fourrage vert très digestible. Dans le troisième une paille avant et après traitement à la soude a été distribuée avec un concentré à base de maïs ou avec de l'ensilage d'herbe.

Les quantités de paille ingérées par les animaux ont été les plus élevées en présence de maïs-grain. Elles ont diminué évidemment avec la valeur d'encombrement des compléments utilisés.

Par contre c'est en présence de maïs-grain que la digestibilité des pailles a été la plus faible.

Le fait de restreindre les quantités de pailles traitées distribuées limite l'effet de la nature du concentré sur leur digestibilité.

Dans deux essais on a en outre effectué un dosage fractionné des constituants membranaires pour mieux comprendre les mécanismes mis en jeu.

Les résultats obtenus sont discutés en insistant sur l'importance de la nature des glucides dans les compléments utilisés sur l'activité cellulolytique du jus de rumen et sur l'effet d'encombrement de ces compléments qui limite plus ou moins les quantités de paille ingérées et, par conséquent, l'intensité de leur digestion.

Introduction

La valeur alimentaire des pailles de céréales est faible (XANDE, 1978 a). Cette valeur est cependant relativement variable avec l'origine de la paille (XANDE, 1978 b), le traitement qu'elle a subi (JOUANY, 1975) et aussi avec la composition de la ration par l'intermédiaire du pourcentage de concentré et de sa teneur en azote (ANDREWS

et al., 1972). Le complément distribué avec la paille, nécessaire pour que l'animal consommateur couvre ses besoins et digère correctement ce fourrage peut donc modifier, par sa nature, la valeur alimentaire de la paille et en particulier sa digestibilité. Ceci a été mis nettement en évidence par XANDE (1978 a) qui avait comparé divers compléments à base de céréales, mélasse, urée et tourteau de soja. Nous l'avons aussi remarqué en remplaçant, dans une ration de paille destinée à des génisses, un complément à base de céréales par de l'ensilage de maïs (DULPHY & GOMEZ CABRERA, 1977).

Ce phénomène est lié d'une part à la nature du type de glucide utilisé dans le complément, d'autre part à la teneur en matières azotées de ce complément et à la nature de ses matières azotées. Par exemple les compléments riches en constituants pariétaux très digestibles (pulpes de betteraves par exemple) sont plus favorables à la digestion des parois végétales des fourrages que les compléments à base d'amidon (SYRJALA, 1972). De même un complément à base de céréales et de tourteau de soja déprime moins la digestibilité du fourrage auquel il est associé qu'un complément à base de céréales avec ou sans urée (XANDE, 1978 a ; I.N.R.A., 1978, p. 73).

La digestion des pailles, riches en parois végétales peu digestibles, semble donc pouvoir être modifiée sensiblement par la nature du complément. Pour le préciser, nous avons, au cours de 3 essais successifs, mesuré les digestibilités de pailles, traitées ou non à la soude, en présence de compléments énergétiques de nature différente. Nous l'avons fait à différents niveaux d'alimentation des animaux, par le biais de la limitation des quantités offertes, sachant que ce niveau joue un rôle très important pour la digestion des pailles (XANDE, 1978 a ; DULPHY *et al.*, 1982 ; LYONS, CAFFREY & O'CONNELL, 1970).

Matériel et méthodes

Nous avons, en 1977 et 1978, conduit 3 essais :

● Essai 1

Nous avons, dans cet essai, comparé 4 compléments :

- un ensilage de ray-grass d'Italie (A),
- un ensilage de pulpes de betteraves surpressées (B),
- en ensilage de plante entière de maïs (C),
- du maïs-grain broyé (D).

Ils ont été distribués, à raison de 45 p. 100 de la matière sèche de la ration, avec une paille de blé traitée à la soude. Cette paille, traitée par voie « semi-humide » (avec 2 litres d'une solution à 2,5 p. 100 de soude par kg) avait été conservée sous forme d'ensilage après avoir été additionnée de 50 g de lactosérum déshydraté par kg. Elle a été distribuée, avec les différents compléments, trois mois après sa mise en silo, soit à volonté (10 p. 100 de refus), soit en quantité limitée (pour atteindre 50 g de MS ingérée/kg P^{0,75} avec le complément) à 2 lots de 6 moutons.

Tous les compléments ont été additionnés d'urée, de manière à ce que la teneur en MAT des rations distribuées soit comprise entre 8 et 9 p. 100. Le schéma expérimental, identique pour chacun des deux groupes de 6 moutons, le premier recevant la paille à volonté et le second en quantité limitée, est rapporté dans la figure 1.

Période <i>Period</i>	Moutons 1 et 2 <i>Sheep 1 and 2</i>	Moutons 3 et 4 <i>Sheep 3 and 4</i>	Moutons 5 et 6 <i>Sheep 5 and 6</i>
1	A	C	B
2	D	A	C
3	B	D	A
4	C	B	D

FIG. 1

Nature du complément distribué à chaque lot de 6 moutons selon la période de mesure.

Type of supplement given to each group of 6 sheep.

A - Ensilage de ray-grass d'Italie.
Rye grass silage.

C - Ensilage de maïs.
Maize silage.

B - Ensilage de pulpe de betteraves.
Beet pulp silage.

D - Maïs-grain.
Maize.

• Essai 2

Dans cet essai, une paille de blé non traitée a été distribuée à volonté à un lot de 6 animaux avec, successivement :

— une quantité moyenne d'aliment concentré (165 g de maïs et 135 g de tourteau de soja),

— une quantité élevée de maïs-grain (45 p. 100 de la ration), additionné d'urée,

— un fourrage vert très digestible (45 p. 100 de la ration).

• Essai 3

Enfin dans cet essai nous avons comparé 2 compléments, l'un constitué d'un mélange de 86 p. 100 de maïs-grain et de 14 p. 100 de tourteau de soja, l'autre par de l'ensilage d'herbe (brins de 7-8 cm). Ils ont été distribués à raison de 33 p. 100 de la ration avec une paille d'orge soit non traitée, soit traitée à la soude par le procédé JF (paille G - DULPHY *et al.*, 1982). Les 4 rations ainsi constituées ont servi à alimenter, au Domaine de Marcenat, 4 lots de 3 moutons (fig. 2) soit à volonté (10 p. 100 de refus), soit en quantité limitée (à 70 p. 100 des quantités ingérées à volonté). Ce dispositif a été répété après permutation des lots.

Période <i>Period</i>	Moutons <i>Sheep</i> 1 - 2 - 3	Moutons <i>Sheep</i> 4 - 5 - 6	Moutons <i>Sheep</i> 7 - 8 - 9	Moutons <i>Sheep</i> 10 - 11 - 12
1	PT QL C	PT AL C	PnT QL C	PnT AL C
2	PT AL H	PT QL H	PnT AL H	PnT QL H
3	PnT AL C	PnT QL C	PT AL C	PT QL C
4	PnT QL H	PnT AL H	PT QL H	PT AL H

FIG. 2

Plan expérimental de l'essai III.

Experimental plan for trial III.

PT : Paille traitée.
Treated straw.

PnT : Paille non traitée.
Non treated straw.

AL : Distribution à volonté.
Ad libitum distribution.

QL : Distribution en quantité limitée.
Restricted distribution.

C : Mélange maïs + soja.
Maize + soyabean oil-meal.

H : Ensilage d'herbe.
Grass silage.

Mesures

Les mesures effectuées ont été similaires à celles décrites par DULPHY *et al.* (1982). Les digestibilités des compléments utilisés ont été déduites non seulement des Tables d'Alimentation (I.N.R.A., 1978), mais aussi, pour les ensilages et le fourrage vert, de mesures directes sur des moutons ayant reçu par ailleurs ces fourrages à volonté (tabl. 1).

Contrairement à ce que nous avons fait dans la publication précédente (DULPHY *et al.*, 1982) et à des fins de simplification nous ne ferons apparaître que les résultats de quantités ingérées et de digestibilité concernant la paille seule, mais la méthode de calcul est toujours la même.

Analyses

Les échantillons ont été regroupés et analysés de la même façon que dans les essais précédents (DULPHY *et al.*, 1982). La composition chimique des pailles et des compléments utilisés est reportée dans le tableau 2. Les caractéristiques fermentaires des fourrages ensilés (paille + ensilages servant de complément) utilisés dans l'essai 1, sont regroupés dans le tableau 3. Nous avons déterminé, en outre, dans les essais 1

TABLEAU 1

Digestibilités des compléments utilisés (+ urée).
 Digestibilities of given supplement (urea included).

	Méthode d'évaluation <i>Evaluation method</i>	Digestibilité % <i>Digestibility</i>		
		Matière organique <i>Organic matter</i>	Matières azotées totales <i>Crude protein</i>	Cellulose brute <i>Crude fibre</i>
Essai 1 <i>Trial 1</i>	Ensilage de ray-grass italien <i>Rye-grass silage</i>	61,5	72,0	60,3
	Ensilage de pulpe <i>Beet-pulp silage</i>	81,6	69,7	79,7
	Ensilage de maïs <i>Maize silage</i>	70,7	75,0	47,0
	Maïs grain <i>Maize</i>	90,0	80,0	72,0
Essai 2 <i>Trial 2</i>	Fourrage vert <i>Green forage</i>	69,7	64,5	71,3
	Maïs + tourteau de soja <i>Maize + soyabean oil-meal</i>	90,4	87,4	75,6
	Maïs + urée <i>Maize + urea</i>	90,0	80,3	72,0
Essai 3 <i>Trial 3</i>	Ensilage d'herbe <i>Grass silage</i>	66,9	60,5	75,9
	Maïs grain <i>Maize</i>	90,0	71,0	72,0
	Soja <i>Soyabean</i>	89,0	92,0	80,0

(1) Avec les moutons.
With sheep.

(2) Pris dans les Tables (I.N.R.A., 1978).
Taken from French tables.

TABLEAU 2
Composition chimique des aliments utilisés.
Chemical composition of ingested feed.

	Aliment - Feed	Teneur en MS DM content %	Composition (% MS) Composition (% DM)		
			Cendres Ashes	Matières azotées totales Crude protein	Cellulose brute Crude fibre
Essai 1 Trial 1	Paille traitée ensilée <i>Ensiléd treated straw</i>	32,7	11,5	3,4	37,2
	Ensilage de ray-grass d'Italie <i>Rye-grass silage</i>	26,2	8,2	19,1	25,0
	Ensilage de pulpes de betteraves <i>Beet pulpe silage</i>	21,0	4,1	14,7	17,6
	Ensilage de maïs <i>Maize silage</i>	41,6	3,4	16,9	15,2
	Mais-grain <i>Maize</i>	90,0	1,7	15,8	2,2
	Essai 2 Trial 2	Paille non traitée <i>Non treated straw</i>	89,9	5,5	3,5
Mais-grain + soja <i>Maize + soyabean oil-meal</i>		91,0	8,7	28,8	2,8
Mais + urée <i>Maize + urea</i>		88,1	1,7	16,1	2,4
Fourrage vert (RGI 2° cycle) <i>Green forage</i>		12,3	11,8	11,8	28,7
Paille non traitée <i>Non treated straw</i>		90,0	7,5	5,8	41,0
Paille traitée <i>Treated straw</i>		89,0	11,7	6,4	36,4
Essai 3 Trial 3	Mais-grain + soja <i>Maize + soyabean oil-meal</i>	88,0	2,4	17,5	2,7
	Ensilage d'herbe <i>Grass silage</i>	22,1	9,4	16,1	30,4

TABLEAU 3
 Caractéristiques fermentaires des ensilages utilisés (essai 1) (après addition d'urée).
 Characteristics of given silages (trial 1) (urea included).

	pH <i>pH</i>	N-NH ₃ % N total <i>NH₃-N</i> % total N	N soluble % N total <i>Soluble N</i> % total N	Acides organiques g/kg MS <i>Organic acid g/kg DM</i>			Alcools g/kg MS <i>Alcohols</i> g/kg DM
				lactique <i>lactic</i>	acétique <i>acetic</i>	butyrique <i>butyric</i>	
Paille ensilée <i>Ensiled straw</i>	8,05	2,3	57,2	11,2	20,6	0,0	0,7
Ensilage de ray-grass <i>Rye-grass silage</i>	4,46	8,4	55,5	48,5	11,6	2,1	5,6
Ensilage de pulpes <i>Beet-pulp silage</i>	6,74	0,7	27,2	1,7	1,1	2,1	8,8
Ensilage de maïs plante entière <i>Maize silage</i>	8,23	23,1	49,0	5,1	2,5	0,2	0,5

TABLEAU 4

Composition des parois végétales des aliments selon la méthode Van Soest (p. 100 MS).
Fibrous composition of the feeds evaluated with « Van Soest method » (p. 100 DM).

	Aliment - Feed	NDF NDF	ADF ADF	ADL ADL	« Hémicelluloses » « Hemicelluloses »	« Cellulose » « Cellulose »
Essai 1 Trial 1	Paille traitée ensilée Ensilaged treated straw	62,9	47,6	8,9	15,4	38,5
	Ensilage de ray-grass Rye-grass silage	50,5	30,8	5,4	19,6	25,4
	Ensilage de pulpes Beet pulp silage	49,1	25,6	1,7	23,5	23,9
	Ensilage de maïs Maize silage	40,6	18,6	2,1	22,0	16,5
	Maïs-grain Maize	10,5	6,1	1,6	4,5	4,5
	Essai 3 Trial 3	Paille non traitée Non-treated straw	82,9	54,9	10,5	27,9
Paille traitée Treated straw		64,7	48,0	11,0	16,7	37,0
Maïs + tourteau de soja Maize + soyabean oil-meal		10,3	6,0	1,5	4,3	4,5
Ensilage d'herbe Grass silage		62,4	41,2	9,1	21,2	32,1

et 3, la teneur en parois végétales totales (NDF), en lignocellulose (ADF) et en lignine d'après la méthode de GÆRING & VAN SOEST (1970). Nous avons alors appelé « hémicelluloses VAN SOEST » la différence NDF — ADF et « cellulose VAN SOEST » la différence ADF — lignine (tabl. 4).

Résultats

Quantités ingérées

Dans l'essai 1, la quantité ingérée moyenne de paille a été de 34 g de MS/kg P^{0,75} (tabl. 5). Seule la ration avec maïs-grain a permis une ingestion de paille significativement supérieure à celle des autres traitements (+ 9 p. 100 pour la paille, + 14 p. 100 pour la ration totale).

Dans l'essai 2 (tabl. 6), les quantités de paille ingérées dans les rations à 45 p. 100 de complément ont été significativement supérieures de 16 p. 100 lorsque les animaux ont reçu du maïs-grain à la place du fourrage vert. Dans cet essai, le taux de substitution entre la paille et le complément à base de maïs-grain a été très élevé : + 0,90 entre 20 et 45 p. 100 de concentré dans la ration.

Enfin, dans l'essai 3 (tabl. 7), les quantités de paille ingérées ont été significativement supérieures lorsque les moutons ont reçu l'aliment concentré à la place de l'ensilage d'herbe : respectivement + 67 p. 100 et + 35 p. 100 pour la paille non traitée et pour la paille traitée.

Digestibilité

La digestibilité estimée des pailles utilisées a varié assez nettement avec le type de complément utilisé.

Ainsi, dans l'essai 1 (tabl. 5), la digestibilité de la matière organique de la paille traitée distribuée à volonté a été la plus élevée en présence de l'ensilage d'herbe et a diminué respectivement de 3,7, 4,6 et 20,7 points en présence de pulpes de betteraves, d'ensilage de maïs et de maïs-grain, mais seul le dernier écart est significatif. La limitation des quantités de paille distribuées a atténué ces écarts, mais la digestibilité de la paille en présence de maïs-grain est restée significativement inférieure : — 8,3 points en moyenne par rapport à celle de la même paille en présence des autres compléments.

Dans cet essai, la baisse de digestibilité de la paille distribuée à volonté en présence des différents compléments par rapport à celle distribuée avec l'ensilage d'herbe provient :

- pour la pulpe, de la baisse de digestibilité de l'ensemble des parois,
- pour l'ensilage de maïs, surtout de la baisse de digestibilité de la « cellulose Van Soest »,
- pour le maïs-grain, de la baisse de digestibilité de toutes les parois, mais surtout de celles des « hémicelluloses Van Soest ».

TABLEAU 5

Valeur de la paille seule dans les rations de l'essai 1.

Complément <i>Supplement</i>		Digestibilité (%)			
		Matière organique <i>Organic matter</i>	Matières azotées totales <i>Crude protein</i>	Cellulose brute de Weende <i>Crude fibre</i>	« NDF » « NDF »
Ensilage de ray-grass <i>Rye-grass silage</i>	<i>ad libitum</i> <i>ad libitum</i>	55,1 ^a	— 23,6	59,0	63,9
	limité <i>restricted</i>	59,8 ^A	— 12,6	67,5	70,8
Ensilage de pulpes <i>Beet-pulp silage</i>	<i>ad libitum</i> <i>ad libitum</i>	51,4 ^a	— 38,2	58,3	59,7
	limité <i>restricted</i>	59,6 ^A	— 13,2	65,6	65,3
Ensilage de maïs <i>Maize silage</i>	<i>ad libitum</i> <i>ad libitum</i>	50,5 ^a	— 31,5	52,1	58,0
	limité <i>restricted</i>	57,3 ^A	— 30,3	65,9	68,5
Maïs-grain <i>Maize</i>	<i>ad libitum</i> <i>ad libitum</i>	34,4 ^b	— 102,0	50,0	42,3
	limité <i>restricted</i>	50,6 ^B	— 65,1	64,6	52,9

N.B. : Pour un critère donné les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes.

Feeding value of the straw in the rations of trial 1.

Digestibility (%)		Quantité de matière sèche ingérée g/kg P ^{0,75} <i>DM intake</i> g/kg W ^{0,75}	Pourcentage de concentré dans la ration <i>Proportion of concentrate</i>	Quantité de matière organique digestible ingérée g/kg P ^{0,75} <i>DOM intake</i> g/kg W ^{0,75}
« Hémicelluloses » « <i>Hemicelluloses</i> » (Van Soest)	« Cellulose » « <i>Cellulose</i> » (Van Soest)			
100,4	67,2	32,6 ^a	44,7	15,9
95,0	68,5	26,5	45,8	14,0
97,0	64,6	34,4 ^a	43,3	15,6
97,8	69,3	27,1	45,5	14,3
97,2	59,2	32,7 ^a	43,2	14,6
101,0	69,9	27,4	44,6	13,9
38,7	52,2	36,3 ^b	46,0	11,0
60,3	67,8	27,6	44,8	12,4

Lorsque la paille est distribuée en quantité limitée, la « cellulose Van Soest » se digère de la même façon en présence des 4 compléments (en moyenne 68,9 p. 100) alors que les « hémicelluloses Van Soest » sont pratiquement entièrement digestibles (97-100 p. 100) sauf en présence de maïs-grain (seulement 60 p. 100).

Dans l'essai 2 (tabl. 6), la digestibilité de la paille distribuée à volonté avec un même pourcentage de complément a été nettement plus élevée en présence de fourrage vert que de maïs-grain (+ 11,7 points).

Dans l'essai 3 (tabl. 7), on retrouve toujours la même tendance, à savoir une diminution de la digestibilité de la paille distribuée à volonté lorsqu'on remplace l'ensilage par le concentré :

- 7,5 points pour la paille non traitée,
- 8,1 points pour la paille traitée.

Remarquons cependant qu'une partie de ces écarts a pu provenir d'une augmentation importante dans les quantités de paille ingérées (+ 67 p. 100 et + 35 p. 100). En effet, le fait de limiter les quantités offertes de paille a réduit nettement les écarts enregistrés qui sont passés à 2,3 et 1,3 points seulement lorsqu'on compare les pailles distribuées en même quantité (traitements B contre C et F contre G).

Pour la paille non traitée, la baisse de digestibilité est due à celle de l'ensemble des parois, alors que pour la paille traitée elle provient, comme dans l'essai 1, surtout d'une baisse de la digestibilité des « hémicelluloses Van Soest ».

Notons qu'après traitement à la soude (essais 1 et 3) la digestibilité des « hémicelluloses Van Soest » est pratiquement complète en présence d'un fourrage très digestible. Elle est, par contre, très diminuée par l'apport de maïs-grain, même si la ration est distribuée en quantité limitée.

Quantités de matière organique digestible ingérées (MODI)

Dans l'essai 1 (tabl. 5) les quantités de MODI de paille sont toujours faibles. Elles varient de 11 à 16 g/kg P^{0.75}. Elles sont les plus élevées en présence des différents ensilages et très faibles en présence de maïs-grain. La limitation des quantités offertes a ramené l'écart maximum entre traitements de 4,9 à 2,1 g/kg P^{0.75}. Tout se passe différemment au niveau des quantités totales de MODI ; dans ce cas les rations avec maïs grain et pulpes de betteraves permettent des quantités de MODI de 37-38 g contre seulement 31-32 g avec les ensilages d'herbe et de maïs

Dans l'essai 2 (tabl. 6), on retrouve exactement les mêmes tendances entre les deux traitements comportant du maïs-grain ou un fourrage très digestible distribués à raison de 45 p. 100 de la ration.

Enfin, dans l'essai 3 (tabl. 7), les écarts entre les quantités de matière sèche de paille ingérées selon les compléments sont trop importants, en faveur du maïs-grain, pour que les quantités de MODI soient plus élevées en présence de fourrage qu'en présence de maïs-grain. Cependant, à même niveau d'ingestion (traitements B contre C et F contre G) il n'y a plus de différence selon les compléments. Dans cet essai encore, ce sont les rations avec concentré qui apportent toujours le plus de MOD aux moutons.

TABLEAU 6

Valeur de la paille seule dans les rations de l'essai 2.
Feeding value of the straw in the rations of trial 2.

Complément Supplement	Digestibilité (%) Digestibility (%)			Quantité de matière sèche ingérée g/kg P _{0.75} DM intake g/kg W ^{0.75}	Pourcentage de concentré dans la ration Proportion of concentrate	Quantité de matière organique digestible ingérée g/kg P _{0.75} DOM intake g/kg W ^{0.75}
	Matière organique Organic matter	Matières azotées totales Crude protein	Cellulose brute Crude fibre			
Mais + T. soja Maize + Soyabean oil-meal	42,4	1,6	52,0	52,9 ^{ab}	20,0	21,2
Mais + T. soja + urée Maize + Soyabean oil-meal + urea	31,5	— 35,2	36,5	38,4 ^b	43,4	11,4
Fourrage vert Green forage	43,2	— 9,6	53,6	33,1 ^c	43,9	13,5

TABLEAU 7

Valeur de la paille seule dans les rations de l'essai 3.

	Complément <i>Supplement</i>	Niveau d'alimentation <i>Feeding level</i>	Traite- ment <i>Treatment</i>	Digestibilité (%)		
				Matière organique <i>Organic matter</i>	Matières azotées totales <i>Crude pro:ein</i>	Cellulose brute <i>Crude fibre</i>
Paille non traitée <i>Non treated straw</i>	+ concentré + <i>concentrate</i>	ad libitum <i>ad libitum</i>	A	40,9 ^d	24,4	44,8
		limité <i>restricted</i>	B	46,1 ^{cd}	26,1	50,9
	+ ensilage d'herbe + <i>grass silage</i>	ad libitum <i>ad libitum</i>	C	48,4 ^{bc}	39,9	55,4
		limité <i>restricted</i>	D	49,0 ^{cd}	37,9	55,3
Paille traitée <i>Treated straw</i>	+ concentré + <i>concentrate</i>	ad libitum <i>ad libitum</i>	E	51,1 ^b	— 1,3	61,0
		limité <i>restricted</i>	F	57,9 ^{ab}	16,8	66,9
	+ ensilage d'herbe + <i>grass silage</i>	ad libitum <i>ad libitum</i>	G	59,2 ^a	31,7	64,0
		limité <i>restricted</i>	H	63,3 ^a	39,0	68,8

Discussion et conclusion

La nature de l'aliment énergétique qui est distribué en complément avec une paille traitée ou non à la soude intervient donc sur l'importance des effets de cet aliment au niveau de l'ingestibilité et la digestibilité de la paille. Ces effets sont en effet variables selon la teneur en azote et en glucides du complément ainsi que selon sa valeur d'encombrement.

C'est essentiellement l'effet de la nature du complément sur la digestibilité de la paille qui nous intéressait dans les essais présentés. L'effet de la teneur en azote ayant déjà été étudié par plusieurs auteurs (ANDREWS *et al.*, 1972 ; LYONS, CAFFREY & O'CONNELL, 1970 ; FORBES, IRWIN & RAVEN, 1969 ; RAVEN, FORBES & IRWIN, 1969) nous avons préféré examiner l'effet du type de glucide du complément. Les résultats

Feeding value of the straw in the rations of trial 3.

Digestibility (%)		Quantité de matière sèche ingérée g/kg P ^{0,75} DM intake g/kg W ^{0,75}	Pourcentage de concentré dans la ration Proportion of concentrate	Quantité de matière organique digestible ingérée g/kg P ^{0,75} DOM intake g/kg W ^{0,75}
« Hémicelluloses » « Hemicelluloses »	« Cellulose » « Cellulose »			
51,3	56,6	35,8 ^{ab}	33,5	14,0
55,2	60,3	22,8	34,7	9,7
62,7	62,7	21,4 ^c	39,4	9,6
56,7	63,1	15,9	35,1	7,4
67,9	64,6	42,4 ^a	36,3	18,0
77,8	70,9	31,5	34,5	16,1
95,6	64,8	31,4 ^b	35,3	16,4
101,1	75,4	22,7	35,3	12,6

que nous avons obtenus montrent que ce dernier peut faire varier la digestibilité des pailles dans des proportions considérables et cela pour deux raisons principales.

La première raison est l'action directe du complément sur l'activité cellulolytique dans le rumen. De ce point de vue les fourrages très digestibles (ensilage d'herbe, fourrage vert) sont évidemment supérieurs aux concentrés à base de céréales. Ces deux types de compléments n'ont pas été comparés directement dans la littérature mais MAENG, MOWAT & BILANSKI, 1971 ; TERRY, SPOONER & OSBOURN (1975) et WILKINSON & GONZALES-SANTILLANA (1978) ont montré que les pailles traitées à la soude et complémentées par des ensilages d'herbe sont bien digérées. A l'inverse il est bien connu que l'amidon des céréales déprime l'activité cellulolytique du jus de rumen. HENNING *et al.* (1980) indiquent en effet que l'amidon et ses produits de décomposition inhiberaient directement l'activité cellulolytique des cellulases et hémicellulases du rumen. A l'inverse les pulpes de betteraves doivent permettre une

bonne activité cellulolytique dans le rumen puisqu'en leur présence les pailles sont relativement bien digérées. Cela rejoint les observations de KRISTENSEN *et al.* (1978) ainsi que celles de MC CULLOUGH & SISK (1969) mais avec une ration à base d'ensilage d'herbe.

La seconde raison est le niveau d'ingestion de la ration. Lorsque ce niveau d'ingestion est réduit par une forte valeur d'encombrement de l'aliment complémentaire la digestibilité des pailles augmente. Cela provient vraisemblablement d'un ralentissement de la vitesse de transit qui permet aux parois végétales d'être digérées plus complètement. Cela est d'autant plus important à considérer que la digestion des parois végétales des pailles est très lente. De plus les compléments les plus encombrants sont en général, comme dans nos essais, aussi ceux qui permettent une bonne activité cellulolytique dans le rumen. Ils ne nous est donc pas possible de chiffrer la part qui revient à ces deux phénomènes. On constate cependant que lorsqu'on réduit, en limitant les quantités offertes, l'ingestion de paille et de concentré riche en amidon, la digestibilité de la paille augmente fortement, bien qu'elle demeure inférieure à celle observée en présence de compléments permettant une bonne activité cellulolytique.

Par ailleurs on constate que le niveau d'ingestion des pailles varie avec la nature des compléments en sens inverse de la valeur d'encombrement de ces derniers. Nous n'avons pas analysé les facteurs déterminant cette valeur d'encombrement, mais ils doivent être recherchés au niveau de la vitesse de digestion propre du complément et de son action positive ou négative sur la vitesse de digestion de la paille. La valeur d'encombrement des compléments a été faible pour les concentrés à base de céréales, moyenne pour les différents ensilages très digestibles utilisés et forte pour l'ensilage d'herbe à brins moyens dans l'essai 3. Ceci est conforme aux données de JARRIGE (1979).

En conclusion, lorsqu'on recherchera la meilleure utilisation digestive des pailles, par exemple pour compenser leur coût parfois élevé, il sera nécessaire, beaucoup plus qu'avec les fourrages classiques, de tenir compte de la nature des glucides apportés dans le complément. Cependant, lorsque cela est possible, un moyen efficace de réduire l'effet dépressif sur la digestibilité des pailles des compléments riches en amidon, est de limiter les quantités d'aliments distribués aux animaux.

Accepté pour publication en mai 1982.

Summary

Study of the feeding value of sodium hydroxide treated or untreated cereal straws.

II - Influence of the nature of the energy supplement

The feeding value of sodium hydroxide-treated or untreated cereal straws is modified by the nature of the energy supplement fed to the animals. To measure this variation, 3 trials were carried out on sheep.

In the first one, a treated straw was given with :

- grass silage ;
- beet-pulp silage ;
- maize silage ;
- maize-grain (Fig 1).

In the second trial, an untreated wheat-straw was given with maize-grain or a highly digestible green forage. In the third one, straw both before and after treatment was given along with a maize-based concentrate or grass silage (Fig. 2).

Digestibilities of all supplements are given in Table 1. The composition of the straws and these supplements are reported in Tables 2, 3 and 4.

The straw intake was higher with maize-grain (Tabl. 5, 6 and 7). It decreased when the « fill value » of the supplements increased.

Inversely, straw digestibility decreased when sheep were fed maize-grain. The restriction of straw limited the effects of concentrate type on digestibility (Tabl. 5 and 7).

In two trials (1 and 3) we measured the different cell-wall constituents (VAN SOEST method) to get a better understanding of the mechanism governing the studied effects. The calculated digestibilities of « hemicelluloses » and « cellulose » VAN SOEST are given in Tables 5 and 7.

The importance of the nature of carbohydrates in the straw-supplements on the cellulolytic activity of rumen juice as well as the importance of the « fill value » of these supplements are emphasized. When this « fill value » increased the straw intake decreases and digestion is more complete.

Références bibliographiques

- ANDREWS R.P., ESCUDER-VOLONTE J., CURRAN M.K., HOLMES W., 1972. The influence of supplements of energy and protein on the intake and performance of cattle fed on cereal straws. *Anim. Prod.*, **15**, 167-176.
- DULPHY J.P., GOMEZ CABRERA A., 1977. Utilisation des pailles traitées à la soude par les bovins. *Bull. tech. C.R.Z.V.*, I.N.R.A. Theix, **30**, 23-34.
- DULPHY J.P., BRETON J., BIENAIME A., LOUYOT J.M., 1982. Etude de la valeur alimentaire des pailles de céréales traitées ou non à la soude. I. - Influence du traitement à la soude. *Ann. Zootech.*, **31**, 195-214.
- FORBES T.J., IRWIN J.H.D., RAVEN A.M., 1969. The use of coarsely chopped barley straw in high concentrate diets for beef cattle. *J. agric. Sci.*, **73**, 347-354.
- GØERING H.K., VAN SOEST P.J., 1970. Forage fiber analyses (Apparatus, reagents, procedures, and some applications). *Agriculture Handbook* n° 379, U.S. Department of Agriculture.
- HENNING P.A., VAN DER LINDEN Y., MATTHEYSE M.E., NANHAMS W.K., SCHWARTZ H.M., 1980. Factors affecting the intake and digestion of roughage by sheep fed maize straw supplemented with maize grain. *J. agric. Sci. Camb.*, **94**, 565-573.
- I.N.R.A., 1978. *Alimentation des Ruminants*. Ed. I.N.R.A. Publications (Route de Saint-Cyr), 78000 Versailles, 597 p.
- JARRIGE R., 1979. Le système des unités d'encombrement pour les bovins. *Bull. tech. C.R.Z.V.*, I.N.R.A. Theix, **38**, 57-79.
- JOUANY J.P., 1975. Etude des traitements permettant d'améliorer la valeur alimentaire des fourrages pauvres. *Bull. tech. C.R.Z.V.*, I.N.R.A. Theix, **21**, 5-15.
- KRISTENSEN V.F., ANDERSEN P.E., STIGSEN P., THOMSEN K.V., ANDERSEN H.R., SØRENSEN M., ALI C.S., MASON V.C., REXEN F., ISRAELSEN M. and WOLSTRUP J., 1978. Sodium hydroxyde-treated straw as feed for cattle and sheep. In : *Beretning fra-statens husdyrbrugs forsøg*, n° 464, 218 p.
- LYONS T., CAFFREY P.J., O'CONNELL W.J., 1970. The effect of energy, protein and vitamin supplementation on the performance and voluntary intake of barley straw by cattle. *Anim. Prod.*, **12**, 232-234.
- MAENG W.J., MOWAT D.N., BILANSKI W.K., 1971. Digestibility of sodium hydroxyde treated straw fed alone or in combination with alfalfa silage. *Can. J. anim. Sci.*, **51**, 743-747.

- MC CULLOUGH M.E., SISK R., 1969. Influence of three ratios of silage and grain and corn versus beet pulp on voluntary intake by dairy heifers. *J. Dairy Sci.*, **52**, 1020-1024.
- RAVEN A.M., FORBES T.J., IRWIN H.H.D., 1969. The utilization by beef cattle of concentrate diets containing different levels of milled barley straw and protein. *J. agric. Sci.*, **73**, 355-363.
- SYRJALA L., 1972. Effect of different sucrose, starch and cellulose supplements on the utilization of grass silages by ruminants. *Ann. Agric. fenn.*, **11**, 199-276.
- TERRY R.A., SPOONER Mc, OSBOURN D.F., 1975. The feeding value of mixtures of alkali-treated straw and grass silage. *J. agric. Sci. Camb.*, **84**, 373-376.
- WILKINSON J.M., GONZALES SANTILLANA R., 1978. Ensiled alkali-treated straw. II. - The nutritive value for young beef cattle of mixtures of ensiled or frozen alkali-treated straw and rye-grass silage. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **3**, 133-142.
- XANDE A., 1978 a. Valeur alimentaire des pailles de céréales chez le mouton. I. - Influence de la complémentation azotée et énergétique sur l'ingestion et l'utilisation digestive d'une paille d'orge. *Ann. Zootech.*, **27**, 583-599.
- XANDE A., 1978 b. Valeur alimentaire des pailles de céréales chez le mouton. II. - Influence de l'espèce, de la variété et du séjour sur le sol avant ramassage sur la valeur alimentaire des pailles de céréales. *Ann. Zootech.*, **27**, 601-616.