

## La paille de riz dans l'alimentation animale au Sénégal

### II. Biochimie du rumen - Embouche intensive - Conclusions

par H. CALVET, R. BOUDERGUES, D. FRIOT, J. VALENZA,  
S. DIALLO, J. CHAMBON (\*)

#### RESUME

Dans une première partie les auteurs étudient les résultats des analyses bromatologiques des digestibilités *in vivo* et de bilans minéraux effectués à partir de la paille de riz.

La deuxième partie intéresse la production des nutriments obtenus au niveau du rumen avec des rations à base de paille de riz, les résultats d'expérimentation d'embouche intensive avec des rations comportant ce fourrage.

Les conclusions générales de ce travail sont que la paille de riz correctement supplémentée en azote et en sels minéraux peut constituer de 30 à 70 p. 100 de l'apport énergétique de rations d'embouche capables de produire de 400 à 800 g de croît journalier. A ce titre les 150 000 tonnes de paille de riz disponibles au Sénégal pourraient contribuer dans une large mesure à la préparation bouchère de plus de 100 000 têtes de bétail.

#### IV. PAILLE DE RIZ ET BIOCHIMIE DU RUMEN

L'expérience montre qu'il est possible de présumer de la valeur d'une ration à partir des « états biochimiques » que son administration induit au niveau du rumen. Cet organe constitue, en effet, la première étape dans la dégradation et l'utilisation des aliments, étape très importante dans la nutrition du ruminant en général, mais qui le devient encore davantage chez le bovin tropical où la ration a presque toujours un contenu essentiellement cellulosique.

Les critères retenus pour dégager une appréciation sur la valeur et l'efficacité comparée des rations sont alors : le taux des acides gras volatils totaux et les taux de leurs trois fractions les plus importantes : acétique, butyrique, pro-

pionique; le taux de l'ammoniac produit, le taux de matières sèches du jus de rumen, et le taux d'azote total.

Parallèlement aux prélèvements dans le rumen, a été effectuée une prise de sang qui permet de doser l'urée sanguine.

Des expérimentations de ce type portant sur des rations différentes ont déjà fait l'objet de plusieurs séries de travaux dont les résultats ont été publiés dans la Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays tropicaux (4). Dans ces articles, ont été exposées en détail, les méthodes de dosages utilisées, dont nous ne donnerons ici qu'un bref résumé.

Ces expérimentations sont poursuivies sur deux types d'animaux équipés de fistules permanentes du rumen : deux zébus de race Gobra pesant 336 et 417 kg et deux taurins de race N'Dama de 290 kg.

Ces animaux sont maintenus dans des loges individuelles et reçoivent en deux fois et à des

(\*) Laboratoire national de l'Elevage, B.P. 2057, Dakar-Hann, République du Sénégal.

horaires précis (9 h et 14 h 30) les rations à tester.

Les prélèvements de liquide de rumen, sur lesquels sont effectués les divers dosages, sont obtenus par aspiration à travers une crépine filtrante placée chaque fois dans la même région de l'organe. Chaque série de recherches correspond à un type de ration à laquelle les animaux sont adaptés pendant 15 jours avant la période des prélèvements. Deux méthodes sont alors mises en œuvre. La première comporte des prélèvements biquotidiens, suivant des horaires liés à la distribution des repas (le matin avant la première distribution, l'après-midi 2 heures après la deuxième), et pendant 5 jours non consécutifs.

Dans la seconde méthode, les prélèvements sont étalés sur 24 heures et effectués avec un intervalle de 1 h 30.

Dans le premier cas, on obtient des données moyennes pour un aliment, dans la seconde, on étudie les fluctuations dans la production d'un nutriment au cours d'un nyctémère.

Le taux des acides gras volatils moyens constitue un premier critère lié à la valeur énergétique de l'aliment.

La proportion des acides acétique, butyrique et propionique fournit des indications sur sa digestibilité et sur son efficacité présumée pour assurer une production. On s'accorde en effet (2) sur le fait que des concentrations élevées en acide acétique allant de pair avec des teneurs faibles en acide butyrique et propionique témoignent d'une faible digestibilité. De telles rations peuvent à peine assurer l'entretien de l'animal. Inversement, de fortes proportions d'acide butyrique et propionique résultent d'une bonne digestibilité et permettent d'assurer une production élevée.

Les autres résultats, ammoniac, azote total, urémie sont en rapport avec le métabolisme azoté et témoignent alors de l'importance des synthèses microbiennes au niveau du rumen. De l'intensité de ce phénomène, dépend en grande partie l'économie de la ration.

Cinq séries d'expérimentations avec cinq rations différentes ayant pour facteur constant la distribution de paille de riz et un supplément minéral (granulés de phosphate bicalcique) ont été successivement réalisées, avec entre chacune, un intervalle minimal de 15 jours pour

l'adaptation des animaux à chaque nouveau régime. La composition de chacun des régimes pour les zébus et les Ndama est la suivante :

*Régime n° 1 :*

Paille de riz seule. Zébus seulement.

<i>Régime n° 2 :</i>	Zébus (kg)	Ndama (kg)
Paille . . . . .	10	8
Tourteau d'arachide . . . . .	0,870	0,670

*Régime n° 3 :*

Paille . . . . .	10	8
Tourteau d'arachide . . . . .	0,870	0,670
Mélasse . . . . .	2	2

*Régime n° 4 :*

Paille . . . . .	10	8
Tourteau d'arachide . . . . .	0,870	0,670
Mélasse . . . . .	4	4

*Régime n° 5 :*

Paille . . . . .	10	8
Tourteau d'arachide . . . . .	0,440	0,330
Mélasse . . . . .	4	4
Urée . . . . .	0,110	0,082

Dans cette dernière ration, la moitié des matières azotées totales est apportée sous forme de tourteau, l'autre moitié par de l'urée à 42 p. 100 d'N.

Les résultats de ces expériences vont être abordés successivement.

#### IV. 1. Expérimentations discontinues

La ration R1 correspondant à l'administration de paille de riz seule n'a été expérimentée que sur des zébus.

Les résultats moyens obtenus à partir des deux prélèvements journaliers pendant cinq jours non consécutifs pour chaque espèce font l'objet des tableaux I, II, III.

Nous donnons seulement ici, pour chaque régime, les moyennes des deux séries de prélèvements obtenus avec les zébus et les N'Dama.

Une analyse de la variance tendant à décomposer la variation totale en ses divers facteurs a été effectuée. Ces divers facteurs sont en l'occurrence :

TABLEAU N°I.- Expériences discontinues - Résultats moyens - Zébus.

Régimes	R1	R2	R3	R4	R5
Matières sèches g/l	18,06 ± 0,57	18,75 ± 0,68	19,38 ± 0,93	19,98 ± 1,57	21,25 ± 0,98
pH	-	6,69 ± 0,10	6,03 ± 0,36	7,02 ± 0,15	6,54 ± 0,11
A.G.V. totaux g/l	3,79 ± 0,22	5,65 ± 0,18	5,45 ± 0,34	5,03 ± 0,45	6,53 ± 0,34
Acide g/l acétique p.100	3,02 ± 0,26 79,92	3,83 ± 0,13 67,7 ± 0,62	3,50 ± 0,14 65,0 ± 1,94	3,17 ± 0,28 63,22 ± 2,12	3,25 ± 0,14 63,35 ± 1,55
Acide g/l propionique p.100	0,6 ± 0,03 15,83	1,14 ± 0,14 21,13 ± 0,31	1,14 ± 0,14 20,83 ± 1,38	1,09 ± 0,14 21,47 ± 1,48	1,12 ± 0,09 21,82 ± 1,02
Acide g/l butyrique p.100	0,15 ± 0,04 3,95	0,63 ± 0,03 11,1 ± 0,4	0,79 ± 0,07 14,5 ± 0,4	0,77 ± 0,08 15,3 ± 0,8	0,75 ± 0,07 14,8 ± 0,6
NH3 mg/l	64,01 ± 13,64	74,15 ± 13,84	traces	25,76 ± 9,26	82,6 ± 17,90
N total g/l	-	0,520 ± 0,035	0,490 ± 0,056	0,480 ± 0,095	0,580 ± 0,054
Urémie g/l	0,210 ± 0,034	0,360 ± 0,034	0,180 ± 0,028	0,190 ± 0,015	0,310 ± 0,029

TABLEAU N°II.- Expériences discontinues - Résultats moyens - Ndama

Régimes	R1	R2	R3	R4	R5
Matières sèches g/l		19,34 ± 0,34	19,47 ± 0,94	20,40 ± 0,98	21,25 ± 0,98
pH		6,4 ± 0,07	6,6 ± 0,2	6,62 ± 0,13	6,54 ± 0,11
A.G.V. totaux g/l		7,17 ± 0,27	6,78 ± 0,38	6,52 ± 0,38	6,53 ± 0,34
Acide g/l acétique p.100		4,90 ± 0,17 68,41 ± 0,79	4,21 ± 0,17 62,76 ± 1,53	3,99 ± 0,26 61,19 ± 1,95	4,16 ± 0,15 63,83 ± 1,33
Acide g/l propionique p.100		1,45 ± 0,06 20,38 ± 0,39	1,47 ± 0,12 21,57 ± 0,87	1,46 ± 0,10 22,47 ± 1,03	1,44 ± 0,10 21,98 ± 0,70
Acide g/l butyrique p.100		0,81 ± 0,06 11,2 ± 0,6	1,07 ± 0,11 15,7 ± 0,8	1,06 ± 0,09 16,3 ± 1,0	0,93 ± 0,10 14,1 ± 0,8
NH3 mg/l		124,34 ± 26,34	traces	32,86 ± 11,99	82,6 ± 17,9
N total g/l		0,574 ± 0,032	0,499 ± 0,081	0,428 ± 0,05	0,583 ± 0,054
Urémie g/l		0,481 ± 0,05	0,201 ± 0,023	0,216 ± 19,69	0,311 ± 0,029

TABLEAU N°III.- Expériences discontinues - Valeurs de F.

		Matières sèches	pH	A.G.V. totaux	Acide acétique	Acide propionique	Acide butyrique	NH3	N total	Urémie
Variation liée à l'espèce		0,52	118 <sup>++</sup>	41,7 <sup>++</sup>	115 <sup>++</sup>	243 <sup>++</sup>	65 <sup>++</sup>	8,88 <sup>++</sup>	0,77	45 <sup>++</sup>
Variation liée aux régimes	Zébu	3,04	12,0 <sup>++</sup>	3,25	3,25	86 <sup>++</sup>	13,6 <sup>++</sup>	26,02 <sup>++</sup>	5,85 <sup>+</sup>	57 <sup>++</sup>
	Ndama	4,12	3,17	0,18	5,92 <sup>+</sup>	0,075	5,43 <sup>+</sup>	49,42 <sup>++</sup>		137 <sup>++</sup>
Variation liée aux individus	Zébu	0,48	1,16	0,07	0,22	0,015	0,02	0,02	9,62 <sup>++</sup>	7,08 <sup>+</sup>
	Ndama	0,10	0	0,03	0,92	2,60	0,89	4,57 <sup>+</sup>		17 <sup>++</sup>
Variation liée aux jours	Zébu	0,35	4,19 <sup>+</sup>	1,15	1,33	1,21	0,07	1,18	1	3,7
	Ndama	0,13	1,08	1,64	1,59	1,21	0,89	1,49		4 <sup>+</sup>
Variation liée aux heures	Zébu	2,72	31,7 <sup>++</sup>	12,11 <sup>++</sup>	6,66 <sup>+</sup>	81,51 <sup>++</sup>	19,12 <sup>++</sup>	0,107	0	0,12
	Ndama	11,88 <sup>++</sup>	25,6 <sup>++</sup>	8,74 <sup>++</sup>	2,70	37,87 <sup>++</sup>	22,9 <sup>++</sup>	0,966		125 <sup>++</sup>

- La variation liée à l'espèce (zébus-taurins).
- La variation liée aux régimes (5 régimes chez les zébus, 4 chez les N'Dama).
- La variation liée aux jours (5 jours non consécutifs).
- Les variations individuelles entre les quatre animaux d'expérience.
- Les variations liées aux heures de prélèvement (le premier est fait à jeun à 8 h 30, le 2<sup>e</sup> à 15 h 30, soit 2 heures après la 2<sup>e</sup> administration d'aliment).

Les valeurs de F obtenues à l'issue de ces diverses comparaisons font l'objet du tableau n° III.

On constate que les variations liées à l'espèce sont très importantes. Les valeurs de F sont hautement significatives pour le pH, les A.G.V. totaux, l'acidité acétique, propionique, butyrique et pour l'urémie.

Les données obtenues chez les N'Dama sont supérieures à celles des zébus pour ce qui est des A.G.V. totaux, des acides acétique, propionique et butyrique.

Le pH et l'urémie sont en revanche plus élevés chez les zébus que chez les N'Dama.

Les variations individuelles sont faibles, elles n'existent que pour l'N total et l'urémie. Il en est de même pour les variations liées aux jours.

Les variations liées aux horaires de prélèvement sont très importantes. Comme le montreront les courbes présentées par la suite, l'activité du rumen au cours des 24 heures est très irrégulière, le maximum se situant en général vers la fin de l'après-midi et la première partie de la nuit.

Puisqu'il n'existe pratiquement pas de variations individuelles, ni de variations liées aux jours, la comparaison des cinq régimes peut être effectuée légitimement au cours des expérimentations suivantes, portant sur un zébu et un N'Dama et utilisant 16 prélèvements effectués au cours des 24 heures, ce qui est de nature à donner une bien meilleure approximation de la valeur de chacun des régimes.

#### IV. 2. Expérimentations continues

Elles ont été conduites sur un zébu et un N'Dama durant 24 heures et comportent 16 prélèvements étalés de 8 h 30 à 7 h le

lendemain. Les résultats moyens des 16 mesures sont présentés dans les tableaux n°s IV et V.

Pour illustrer ces résultats et mieux faire ressortir l'allure périodique de la production des divers nutriments, nous présentons, à titre d'exemple, les courbes obtenues chez le zébu avec le régime 3 (graphiques n°s 1-2).

On constate, d'abord, de très fortes oscillations dans la production des A.G.V. Celle-ci s'élève après l'administration des repas mais la période essentielle survient beaucoup plus tardivement et se maintient à un haut niveau de 16 h à 1 h du matin. Dans la dernière partie de la nuit, la production d'acide gras baisse et devient très faible jusqu'à 7 h du matin. Cette période correspond probablement au sommeil des animaux et est précédée par une phase d'active rumination.

Le pH varie en fonction inverse des A.G.V. Si on calcule la corrélation entre les moyennes du pH et les moyennes des A.G.V. pour les deux animaux et les cinq régimes, on obtient un coefficient de corrélation hautement significatif ( $r = 0,74$ ).

La production de NH<sub>3</sub> est également rythmée par l'administration des repas, surtout par la formation des A.G.V. Les périodes de production intensive des A.G.V. correspondent aux parties basses de la courbe de NH<sub>3</sub>. Dans ces conditions, en effet, en raison de l'énergie disponible les bactéries captent NH<sub>3</sub> pour effectuer leur multiplication.

La courbe de NH<sub>3</sub> est parallèle à celle de l'urémie. La corrélation effectuée comme précédemment donne pour r une valeur hautement significative (0,89).

Le taux des matières sèches augmente avec le repas mais il est également influencé par la production des nutriments.

Il existe, en effet, une corrélation significative entre les taux moyens de matières sèches et le taux moyen des A.G.V. ( $r = 0,71$ ).

Afin de comparer systématiquement les régimes entre eux, des analyses de variances groupe par groupe, ont été effectuées. Les valeurs de F sont présentées dans le tableau n° VI (p. 354).

Chacune de ces comparaisons présente un intérêt particulier.

TABLEAU N°IV.- Expériences continues - Résultats moyens - Zébus

Régimes	R1	R2	R3	R4	R5
Matières sèches g/l	16,5 ± 0,46	18,57 ± 0,48	23,9 ± 1,13	22,50 ± 1,13	19,42 ± 1,07
pH	6,7 ± 0,07	6,51 ± 0,12	6,8 ± 0,20	6,8 ± 0,11	6,69 ± 0,07
A.G.V. totaux g/l	5,27 ± 0,10	5,80 ± 0,15	6,12 ± 0,22	5,52 ± 0,34	5,78 ± 0,25
Acide acétique g/l p.100	3,61 ± 0,08 72,3 ± 0,36	3,94 ± 0,18 68,86 ± 0,38	3,90 ± 0,11 63,7 ± 1,25	3,55 ± 0,20 64,52 ± 1,0	3,70 ± 0,11 64,03 ± 1,52
Acide propionique g/l p.100	0,94 ± 0,02 17,89 ± 0,22	1,18 ± 0,02 20,4 ± 0,2	1,35 ± 0,07 22,1 ± 0,7	1,22 ± 0,09 22,07 ± 0,56	1,26 ± 0,11 21,33 ± 0,92
Acide butyrique g/l p.100	0,51 ± 0,009 9,80 ± 0,27	0,62 ± 0,01 10,7 ± 0,3	0,87 ± 0,06 14,2 ± 0,74	0,74 ± 0,05 13,4 ± 0,75	0,86 ± 0,08 14,62 ± 0,76
NH3 mg/l	traces	79,3 ± 21,1	35,3 ± 14,4	37,12 ± 14	53,81 ± 28,24
N total g/l	0,305 ± 0,011	0,564 ± 0,016	0,641 ± 0,08	0,605 ± 0,132	0,395 ± 0,042
Urémie g/l	0,103 ± 0,003	0,409 ± 0,019	0,198 ± 0,019	0,208 ± 0,014	0,308 ± 0,027

TABLEAU N°V.- Expériences continues - Résultats moyens - Ndama.

Régimes	R1	R2	R3	R4	R5
Matières sèches g/l	18,78 ± 0,60	19,07 ± 0,52	22,34 ± 1,92	23,23 ± 1,7	23,5 ± 1,33
pH	6,5 ± 0,04	6,48 ± 0,09	6,34 ± 0,12	6,12 ± 0,11	6,4 ± 0,04
A.G.V. totaux g/l	5,44 ± 0,11	6,66 ± 0,13	6,94 ± 0,19	6,93 ± 0,23	7,12 ± 0,13
Acide acétique g/l p.100	3,85 ± 0,08 70,77 ± 0,46	4,51 ± 0,10 67,7 ± 0,41	4,38 ± 0,15 63,2 ± 1,5	4,38 ± 0,15 63,2 ± 1,6	4,55 ± 0,11 64,0 ± 1,59
Acide propionique g/l p.100	1,07 ± 0,02 19,66 ± 0,25	1,40 ± 0,02 20,96 ± 0,19	1,53 ± 0,06 22,1 ± 0,63	1,48 ± 0,06 21,27 ± 0,46	1,50 ± 0,05 20,92 ± 0,60
Acide butyrique g/l p.100	0,52 ± 0,01 9,55 ± 0,28	0,75 ± 0,01 11,2 ± 0,26	1,02 ± 0,07 14,1 ± 1,3	1,07 ± 0,10 15,4 ± 1,23	1,07 ± 0,08 15,06 ± 1,09
NH3 mg/l	traces	142 ± 22,0	82,2 ± 20,2	37,87 ± 5,58	102,01 ± 23,69
N total g/l	0,473 ± 0,029	0,603 ± 0,014	0,700 ± 0,08	0,646 ± 0,120	0,517 ± 0,044
Urémie g/l	0,137 ± 0,006	0,537 ± 0,031	0,251 ± 0,02	0,217 ± 0,028	0,337 ± 0,011

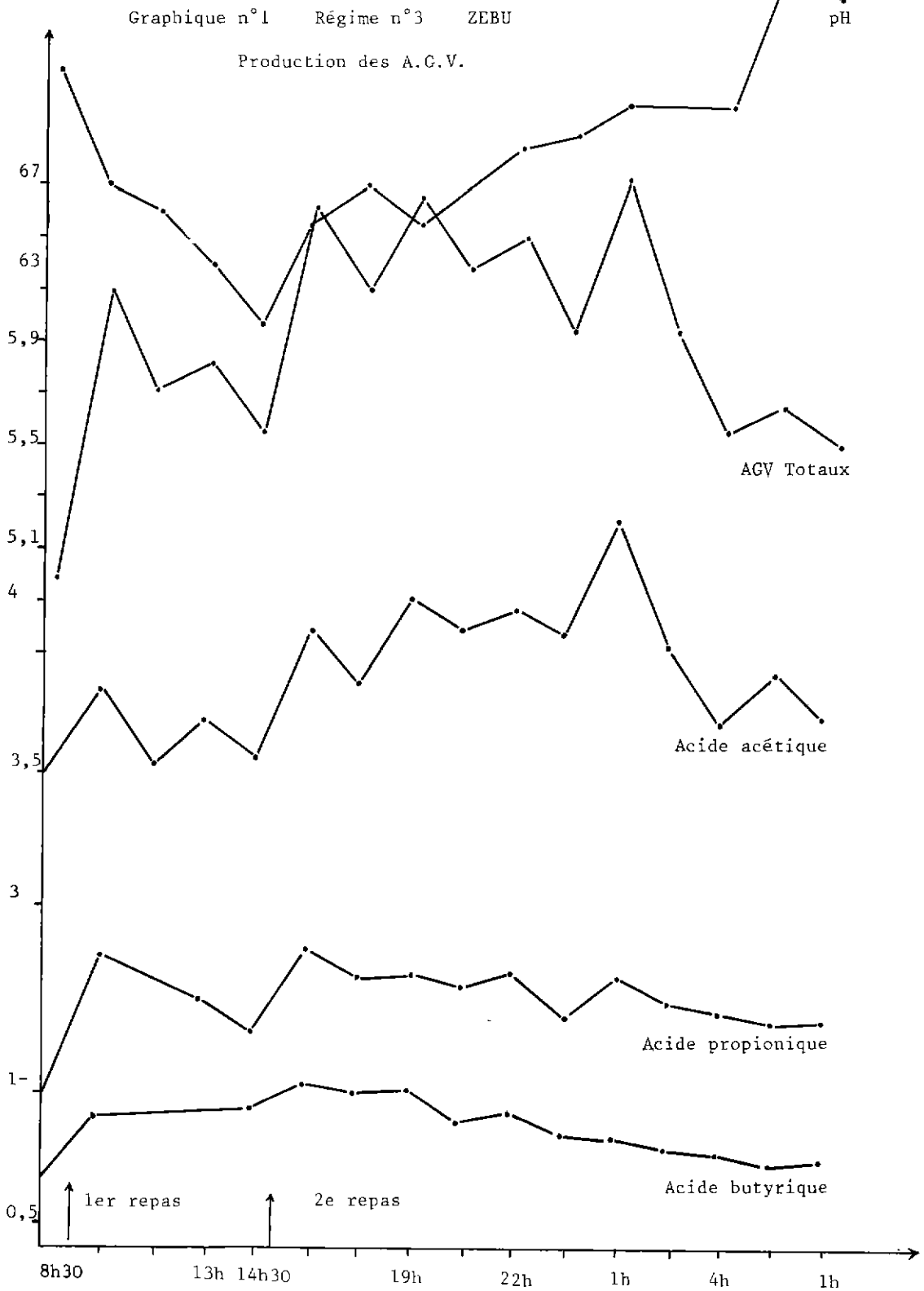
Celle des régimes 1 et 2 vise à saisir l'influence sur la paille de riz de la supplémentation azotée.

Celle des régimes 2 et 3 montre les effets de l'adjonction de 15 p. 100 de mélasse.

Entre 3 et 4, le taux de mélasse passe de 15 à 30 p. 100.

Enfin, la comparaison 4 et 5 est effectuée pour rechercher les modifications apportées par l'adjonction de l'urée au régime précédent.

Nous étudierons successivement les divers éléments dosés au cours de ces expérimentations.



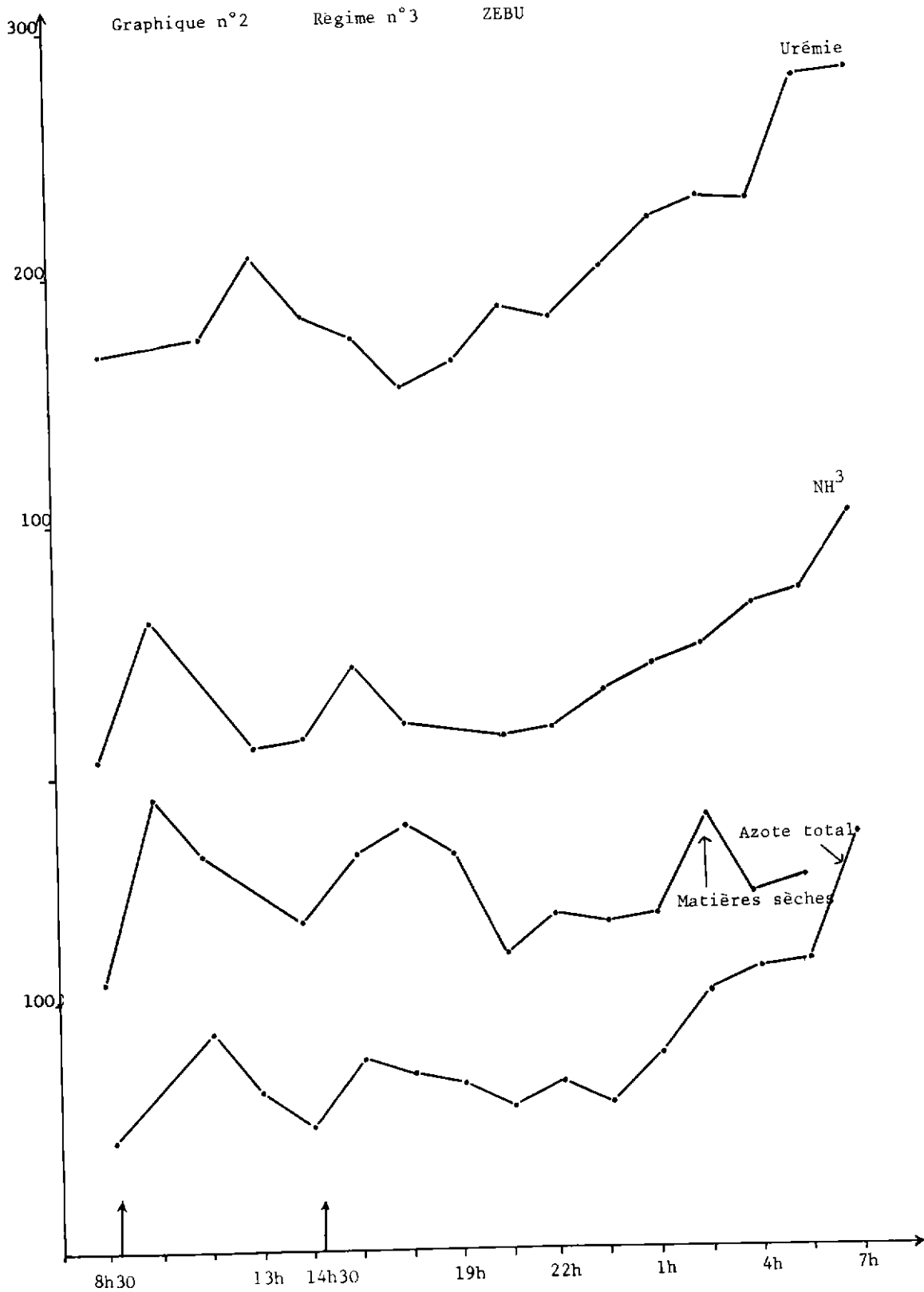


TABLEAU N°VI.- Comparaison des régimes - Expérimentations continues - Valeurs de F

Régimes		I ↔ II		II ↔ III		III ↔ IV		IV ↔ V	
Matières sèches	Nombre p. 100	32 42,89	32 0,58	31 58,33	32 16,15	30 0,77	31 0,10	31 8,41	31 0,07
pH	Nombre p. 100	32	32 0,58	32 8,89	32 3,55	32 0,19	32 8,16	32 1,88	32 22,82
A.G.V. totaux	Nombre p.100	32 34,05	32 221,32	32 6,32	32 6,39	31 12,99	31 0,00	31 3,48	30 2,30
Acide acétique	Nombre p. 100	32 1,80	32 100,90	32 0,87	32 2,26	31 8,45	31 0,00	31 1,79	30 3,69
Acide propionique	Nombre p. 100	32 130,97	32 360,25	32 19,88	32 16,75	31 5,80	31 3,40	31 0,31	30 0,09
Acide butyrique	Nombre p. 100	32 133,57	32 470,22	32 23,50	32 61,23	31 9,53	31 0,66	31 5,98	30 0,00
NH <sub>3</sub>	Nombre p. 100	-	-	32 13,38	32 18,30	32 0,03	32 20,33	32 1,65	32 32,33
N total	Nombre p. 100	32 765,14	32 59,47	32 2,09	32 5,00	32 0,46	32 0,52	32 0,18	32 4,61
Urémie	Nombre p. 100	32 1249,5	32 110,24	32 140,33	32 187,02	31 0,05	32 0,37	32 37,94	32 4,63
		Zébu	Ndama	Zébu	Ndama	Zébu	Ndama	Zébu	Ndama

#### IV. 2. 1. *Matières sèches*

Le taux des matières sèches du jus de rumen est lié d'une part à sa teneur en nutriments et d'autre part à l'état d'hydratation du rumen et donc à l'intensité de l'abreuvement.

Chez les zébus, ce taux augmenté du régime 1 au régime 2, et de R2 à R3 reste stationnaire de R3 au 4 et diminue de R4 à R5. Ces augmentations sont liées à une plus grande production des nutriments quand on passe du régime 1 au régime 3. La diminution du taux de M.S. avec le régime 5 pourrait correspondre à une augmentation de l'abreuvement consécutive à la présence de l'urée dans le régime.

Chez les N'Dama, une augmentation significative du taux de matière sèche n'existe que dans la comparaison entre R2 et R3.

Les N'Dama semblent donc mieux régler que les zébus le taux d'hydratation de leur rumen, en adaptant le niveau de leur abreuvement à la richesse en nutriment produit dans cet organe.

Dans les comparaisons faites précédemment, nous avons vu que l'urémie des zébus est plus élevée que celle des N'Dama; ce fait peut corroborer l'hypothèse précédente. En effet, les N'Dama s'abreuvent davantage que les zébus lors d'un régime riche ont une diurèse plus

importante qui leur permet de maintenir le niveau de l'urémie à un taux inférieur.

#### IV. 2. 2. *pH*

Le pH du jus de rumen est le résultat de la production des A.G.V. qui font tendre le milieu vers l'acidité, du dégagement d'NH<sub>3</sub> qui conduit au contraire vers la basicité et de l'effet tampon de la salive qui a tendance à diminuer les fluctuations.

Du fait de l'intrication de ces trois éléments, l'interprétation des variations est très difficile.

Dans le cadre de cinq expériences, les zébus présentent des variations significatives entre les régimes R1 et R2 - R2 et R3 et les N'Dama, par contre, des variations au niveau de R3-R4 et R4-R5.

#### IV. 2. 3. *A.G.V. totaux*

L'adjonction de 8 p. 100 de tourteau à la ration paille de riz augmente de façon très significative la production des A.G.V. dans le rumen.

Cette augmentation est approximativement de 9 p. 100 chez les zébus et de 18 p. 100 chez les N'Dama. Ce fait souligne une fois de plus que le facteur limitant de la paille de riz



est l'azote. Le tourteau apporte certes une petite quantité d'énergie à la ration mais il permet surtout la multiplication et l'activation de la flore bactérienne qui, dans ces conditions, parvient à une meilleure dégradation de la cellulose, source essentielle des A.G.V.

La supplémentation azotée a également un effet sur la proportion des divers acides.

La proportion d'acide acétique diminue et celle des acides propionique et butyrique augmente de façon sensible.

Diminution d'acide acétique et augmentation de la fraction des acides propionique et butyrique donnent une nouvelle vocation à la ration qui prend le caractère d'une ration de production.

Dans ce domaine encore, les N'Dama accusent une supériorité sur les zébus. Chez les premiers, en passant du régime 1 à 2, le taux des acides A.G.V. totaux augmente de 18 p. 100, le taux de l'acide propionique de 23 p. 100, celui du butyrique de 30 p. 100. Chez les zébus, on obtient respectivement pour chacun de ces éléments, les pourcentages d'augmentation suivants : 9,13 p. 100, 20,8 p. 100 et 17 p. 100.

L'adjonction de mélasse dans le régime 3 va avoir une nouvelle influence sur la production des A.G.V.

Les pourcentages d'augmentation des différents éléments est pour chaque espèce :

*A.G.V. totaux :*

Zébus . . . . .	3,5 p. 100
N'Dama . . . . .	4 p. 100

*Acide acétique :*

Pas d'augmentation significative.

*Acide propionique :*

Zébus . . . . .	12,5 p. 100
N'Dama . . . . .	14,3 p. 100

*Acide butyrique :*

Zébus . . . . .	28,7 p. 100
N'Dama . . . . .	26,4 p. 100

Le mélassage de la paille de riz supplémentée par du tourteau se traduit donc par un nouveau et net enrichissement de la ration. L'acidité acétique reste identique, mais la fraction noble des A.G.V. (propionique + butyrique) augmente. Ce changement est surtout sensible pour

l'acide butyrique. La mélasse favorise, dans le cadre de cette ration, la production d'acide butyrique.

L'augmentation de la proportion de mélasse (du simple au double) dans le régime 4 est loin de produire une amélioration proportionnelle.

En effet, cette nouvelle supplémentation est sans effet pour le N'Dama et, chez le zébu, elle se traduit par une diminution des A.G.V. totaux avec, en compensation, une légère augmentation de la fraction acétique et propionique.

Dans ce dernier régime, la mélasse se trouve en quantité excédentaire. Les bactéries du rumen l'utilisent mais c'est au détriment de l'activité cellulolytique, ceci constitue donc un procédé anti-économique, car la cellulose constitue l'élément bon marché de la ration.

Le régime 5 diffère du 4 par la présence de l'urée. L'effet de cette adjonction se manifeste surtout chez le zébu et se traduit par une légère augmentation du taux des A.G.V. totaux et de l'acide butyrique.

L'urée, chez le zébu, semble donc exercer une stimulation sur l'activité cellulolytique de la flore bactérienne amenant une amélioration énergétique de la ration.

#### IV. 2. 4. *Ammoniac*

Dans le régime 1, l'ammoniac n'existe qu'à l'état de trace aussi bien chez le zébu que chez le N'Dama. L'apport de tourteau dans le régime 2 ramène son taux moyen à 79 g/l chez le zébu et 142 g/l chez le N'Dama avec de très grandes fluctuations au cours des 24 heures (21 et 22 g/l).

Le taux d' $\text{NH}_3$  du rumen s'élève immédiatement après le repas. L'activité des bactéries est donc d'abord protéolytique, leurs fonctions cellulolytiques se faisant avec un certain décalage et paraissant d'autant plus efficace que le taux d' $\text{NH}_3$  est plus élevé.

C'est le taux de  $\text{NH}_3$ , très faible dans le régime 1, et normal dans le régime 2, qui semble responsable en grande partie de la différence d'énergie libérée.

L'adjonction de mélasse dans le régime 3 fait baisser le taux de  $\text{NH}_3$  et, dans le régime 5, l'urée le relève à nouveau en augmentant encore les fluctuations au cours de 24 heures.

#### IV. 2. 5. *N total*

L'azote total du jus de rumen est la somme de l'azote alimentaire de l'azote bactérien et de l'ammoniac.

Son taux augmente de façon très significative en passant de R1 à R2. Il subit au cours de 24 heures des fluctuations de faible amplitude.

#### IV. 2. 6. *L'urémie*

Le niveau de l'urée sanguine dépend de l'importance du taux d' $\text{NH}_3$  dans le rumen et du taux des synthèses bactériennes effectuées à partir de l' $\text{NH}_3$  et des A.G.V.

Les fluctuations de l'urémie au cours des 24 heures sont importantes et suivent en général celles de l'ammoniac.

Ces divers résultats sont illustrés dans les graphiques n<sup>os</sup> 3 et 4 qui montrent le niveau moyen de chaque élément pour chacun des régimes.

En définitive, quelles conclusions peut-on tirer de ces expériences, en ce qui concerne l'utilisation de la paille de riz dans l'alimentation animale au Sénégal.

Il a été souligné maintes fois au cours des différents chapitres de ce travail que la paille de riz, fourrage dépourvu d'azote digestible, déséquilibré au point de vue minéral, ne pouvait constituer un aliment valable que lorsqu'il était supplémenté. Les expérimentations qui viennent d'être décrites avaient pour but de tester les effets sur la valeur alimentaire de la paille, présumée à partir des taux de nutriments produits au niveau du rumen, de l'adjonction de tourteau, de mélasse et d'urée.

Les graphiques précédents illustrent de façon significative les améliorations successives obtenues et résumées comme suit. 8 p. 100 de tourteau ajoutés à la ration produisent une augmentation nette du taux des A.G.V. totaux. La valeur énergétique de la ration augmente donc de façon significative et cette augmentation porte surtout sur les acides nobles (butyriques et propioniques) alors que l'acidité acétique reste inchangée.

15 p. 100 de mélasse ajoutés au complexe paille de riz + tourteau améliorant encore très nettement la ration, puisque l'augmentation des

A.G.V. totaux est liée à l'acidité propionique et surtout butyrique alors que l'acidité acétique a tendance à baisser.

30 p. 100 de mélasse produisent au contraire un effet défavorable, se traduisant par une diminution générale des éléments énergétiques. Il est probable que, dans ce dernier cas, le facteur limitant est l'ammoniac. Peut-être, ce nouveau taux de mélasse se serait avéré fructueux si parallèlement le taux d'azote de la ration avait été augmenté.

Enfin, la présence de l'urée dans le régime 5, alors que le taux d'N de la ration reste inchangé se traduit par un relèvement général des éléments énergétiques qui portent surtout sur l'acidité acétique et témoignent ainsi de la valeur de ce produit introduit en petite proportion, comme élément activateur des qualités cellulolytiques de la flore bactérienne.

En définitive, il semble qu'une ration à base de paille de riz supplémentée par du tourteau, de l'urée et de la mélasse, soit susceptible de donner de bons résultats économiques. C'est ce que nous essayerons de montrer dans le chapitre suivant.

## V. PAILLE DE RIZ ET EMBOUCHE

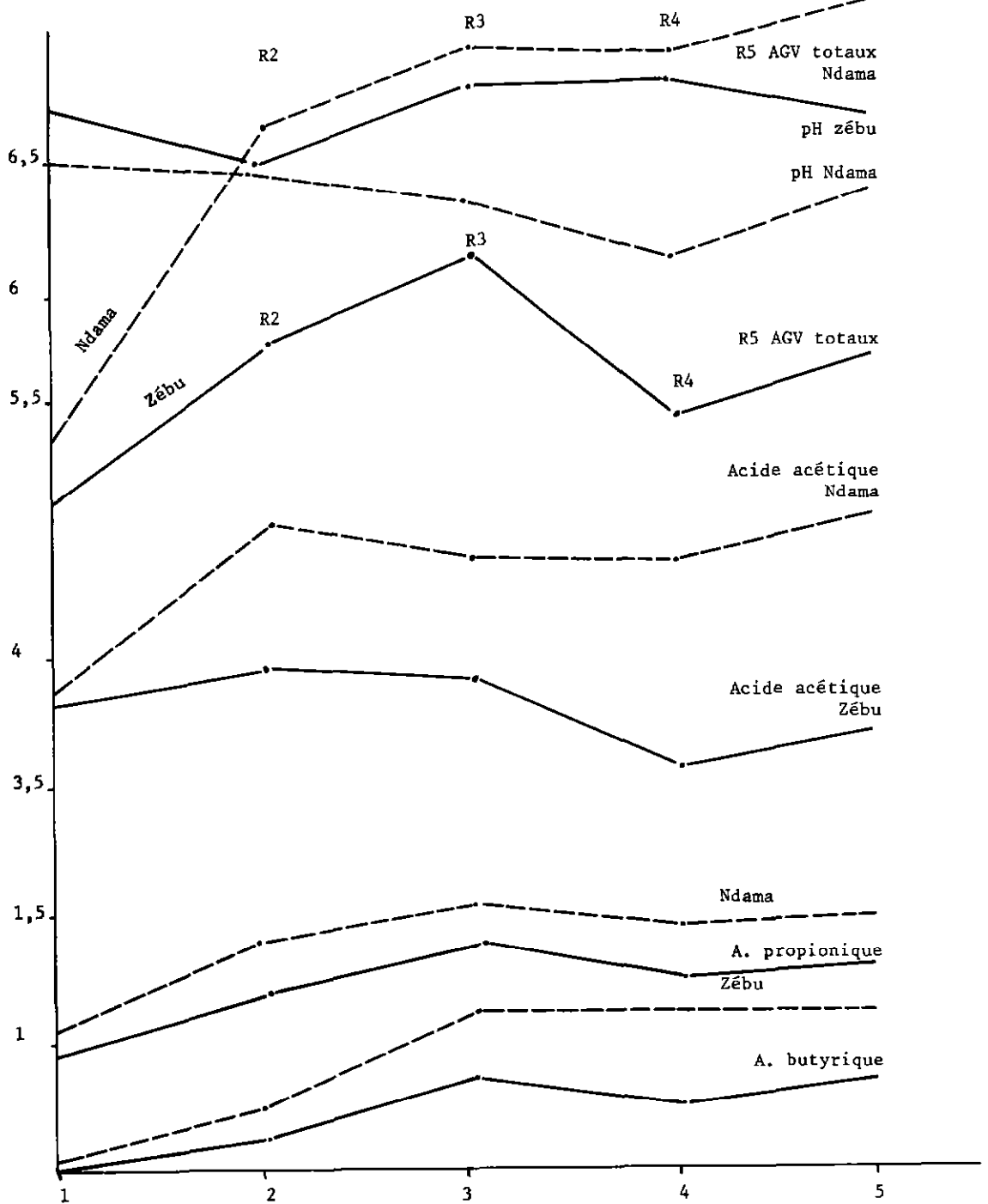
La paille de riz a été utilisée comme fourrage dans la dernière série d'expérimentations concernant l'embouche intensive des bovins tropicaux réalisée par le Laboratoire national de l'Élevage et de Recherches vétérinaires de Dakar.

Cinq lots de taurillons Zébu gobra âgés de 3 à 5 ans et un lot de bouvillons de même race et de même âge ont été utilisés pour cet essai poursuivi durant 4 mois.

Le rationnement comporte deux modalités essentielles correspondant à la nature des suppléments distribués dans chaque lot. Dans les 4 premiers lots, les animaux reçoivent la paille de riz *ad libitum* et un concentré rationné dont la quantité augmente chaque mois et passe de 4 kg par animal et par jour en début d'expérience à 5,5 kg en fin d'essai.

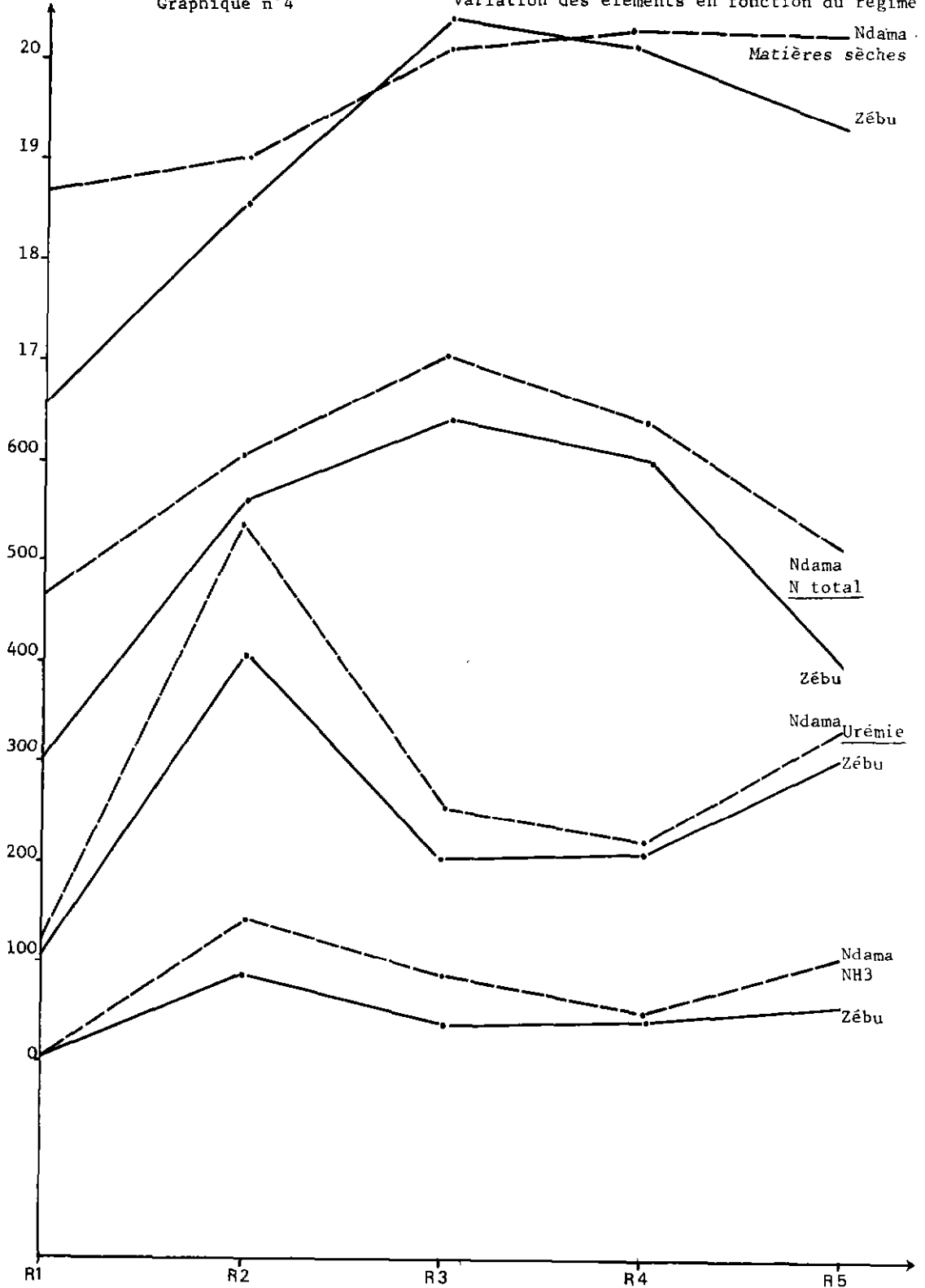
Ces concentrés sont de deux types et leur composition correspond aux formules suivantes :

Graphique N°3.- Variation des taux d'A.G.V. moyens en fonction des régimes



Graphique n°4

Variation des éléments en fonction du régime



*Concentré n° 1*

Mélasse . . . . .	10
Farine de sorgho . . . . .	60
Gros son de blé . . . . .	10
Remoulage de blé . . . . .	8
Tourteau d'arachide . . . . .	5
Urée . . . . .	2
Complément minéral et vitaminé . . . . .	5

*Concentré n° 2*

Mélasse . . . . .	10
Farine de riz . . . . .	45
Son de maïs . . . . .	35
Perlurée . . . . .	4,5
Tourteau d'arachide . . . . .	0,5
Concentré minéral vitaminé . . . . .	5

La valeur de ces mélanges est estimée pour le concentré n° 1 à 0,8 U.F. et 115 MAD par kg; pour le n° 2 à 0,9 U.F. et 125 MAD dont 67 apportées par l'urée.

Dans le deuxième groupe, le supplément est uniquement de nature protéique et minérale. Le lot 5 reçoit en effet 1 kg par jour et par animal de tourteau additionné de 250 g de

granulés au phosphate bicalcique. Dans le lot 6, le supplément est constitué par un mélange de tourteau et d'urée (60 p. 100 de tourteau, 15 p. 100 d'urée à 42 p. 100 de N et 25 p. 100 de C.M.V.).

Dans ces deux derniers lots et durant le dernier mois de l'essai, la paille de riz a été mélassée au taux de 15 p. 100. Les performances dans les divers lots font l'objet du tableau VII :

Il est possible, en fonction des performances obtenues, des quantités consommées et du poids moyen des animaux, d'attribuer dans chaque lot une valeur fourragère à la paille de riz utilisée.

Pour ce faire, on utilise les normes suivant lesquelles il faut fournir 2,3 U.F. pour assurer l'entretien d'un bovin de 250 kg de poids vif et un supplément de 3,5 U.F. pour produire un kg de viande. En effet, par différence entre l'énergie totale utilisée au cours de l'essai et l'énergie apportée par le concentré, on obtient celle qui ressort de la fourniture de la paille.

Le résultat de ces calculs fait l'objet du tableau n° VIII.

TABLEAU N°VII.- Performances obtenues dans les divers lots

	Durée	Poids début	Poids fin	Gain	Gain/jour
Lot 1	111 J	271,5 ± 20	349 ± 27,5	77,5 ± 11,0	698 g
Lot 2	111 J	271,5 ± 12,5	337,1 ± 16,7	65,5 ± 9,4	590 g
Lot 3	111 J	271,9 ± 25,7	354 ± 31,6	82,1 ± 10,3	739 g
Lot 4	111 J	271,7 ± 11,7	346,4 ± 17,8	74,7 ± 11,8	672 g
Lot 5	83 J	270 ± 15,5	303,5 ± 21,6	33,5	403 g
Lot 6	83 J	284,6 ± 14,2	316,1 ± 18,6	31,5	380 g

TABL.N°VIII.-Valeur énergétique qu'il est possible d'attribuer à la paille de riz dans chaque lot.

N° lot	Q de paille consommée kg	Q de concentré consommé kg	UF apportées par le concentré	Totalité des UF utilisées	UF apportées par la paille	Valeurs fourragère de la paille (U.F.)	P.100 de l'énergie apportée par la paille
1	538	527	474,3	587,6	113,3	0,21	19
2	583	506	404,8	538,94	134,14	0,23	24
3	619	512	409,6	605,85	196,25	0,31	32
4	573	509	458,1	576,69	118,59	0,20	20
5	607	97,9	78,32	336,37	258,05	0,42	76
6	637	49,8	29,88	339,25	309,37	0,48	90

On constate que dans les 4 premiers lots dans lesquels la ration comporte de la paille de riz et un concentré, la valeur énergétique de la paille paraît faible (0,20 à 0,31 U.F./kg).

Par contre, dans les deux derniers, où le supplément est essentiellement de nature protéique, la paille de riz prend une valeur nettement plus élevée, comparable à celle résultant de diverses digestibilités. Il semble que, dans le premier cas, les bactéries du rumen utilisent de préférence l'amidon disponible dans les concentrés et négligent la paille. Dans le deuxième, l'énergie provient essentiellement de la cellulose de la paille et le fourrage se trouve alors valorisé de façon optimale. Du point de vue économique, ce dernier processus semblerait donc le plus rationnel si toutefois le niveau des performances était suffisant, ce qui dans cet essai d'embouche intensive ne s'est pas vérifié. Dans le but d'améliorer les résultats pendant le dernier mois de l'expérience, la paille de riz a été mélassée (mélange à la fourche de 15 p. 100 de mélasse). Malgré la trop courte durée de ce traitement, le gain de poids a été nettement amélioré. Dans le lot 6, comportant une ration à base de paille mélassée, de tourteau et d'urée, le gain de poids moyen journalier s'est élevé à 550 g par jour.

Il semble donc que cette dernière formule (mélassage de la paille et supplémentation protéique contenant de l'urée) soit, sous réserve d'une expérimentation plus longue, à préconiser pour obtenir une embouche à résultats moyens mais à prix de revient économique.

Comme le montre cette série d'expérimentations, la paille de riz constitue donc un fourrage utilisable en embouche intensive. Dans cette technique, elle intervient en constituant un élément de lest bon marché, mais également en procurant, sous réserve d'une supplémentation convenable, une part plus ou moins importante de l'énergie indispensable à l'engraissement des animaux. Suivant la nature des objectifs poursuivis, deux formules peuvent être utilisées :

1. Paille de riz additionnée d'un concentré, ce qui permet d'obtenir un gain de poids journalier très raisonnable (600 à 700 g) et conduit donc à une embouche relativement courte. La contrepartie étant une utilisation médiocre de la paille et le danger conséquent d'une ration d'un prix de revient élevé.

2. Paille de riz mélassée + un supplément azoté (contenant de l'urée), formule qui permet d'obtenir un gain de 400 à 500 g par jour qui implique une durée d'embouche plus longue, mais qui donne à la ration un caractère réellement économique.

## CONCLUSIONS GENERALES

La paille de riz constitue donc pour le Sénégal une ressource fourragère, non négligeable, à l'heure actuelle très partiellement exploitée. Au Laboratoire national de l'Élevage de Dakar, de nombreux travaux ont eu pour objet d'obtenir une connaissance complète de la valeur de ce fourrage et de déterminer les modalités de son utilisation en alimentation animale. Un certain nombre de conclusions ressortent de ces travaux.

1. La paille de riz, en dépit de son aspect physique qui semble témoigner d'une grande homogénéité, présente dans sa composition des variations relativement importantes. Ces variations semblent s'organiser en fonction des années de récolte.

2. Les tables hollandaises sous-évaluent la valeur de ce fourrage.

3. Les coefficients de digestibilité obtenus à l'issue des expérimentations de digestibilité *in vivo* offrent d'autant plus de certitude que le nombre d'animaux mis en expérience est plus grand. Ce fait souligne l'important volume d'analyses qu'exige ce type d'expérimentation et le caractère long et coûteux de ces recherches. Deux modalités ont été utilisées pour étudier la digestibilité de la paille de riz.

Des digestibilités unitaires au cours desquelles la paille de riz a été distribuée, et des digestibilités différentielles dans lesquelles la ration comportait la paille de riz *ad libitum* et 500 g de tourteau d'arachide. Contrairement à ce qu'on pouvait escompter en raison du caractère très déséquilibré de la ration, lorsque la paille de riz constitue le seul élément, les résultats obtenus dans l'un et l'autre cas sont comparables. Il n'en est pas de même lorsqu'on ajoute un excès de tourteau, qui entraîne une diminution des coefficients de digestibilité, ou bien lorsqu'on adjoint un supplément minéral ( $\text{PO}_4 \text{HNa}_2$ ), fait qui se traduit par une augmentation des mêmes coefficients. La valeur d'un élément de la ration dépend des autres consti-

tuants de cette ration qui sont de nature à en augmenter ou à en diminuer la valeur biologique. Ces conclusions obligent à une grande prudence dans l'interprétation des digestibilités différentielles.

4. Les bilans azotés et minéraux gravement négatifs lors d'une alimentation exclusive à la paille de riz rendent impérative une supplémentation minérale et azotée.

5. Les digestibilités *in vitro* effectuées suivant la méthode de Tisserand et Zelter sous-estiment la digestibilité de la cellulose et de la matière sèche de ce fourrage.

6. Si la paille de riz ne constitue pas un fourrage « complet » à l'égal du foin de luzerne

ou même de la fane d'arachide, supplémenté, il est possible d'obtenir de cet aliment une fois correctement des résultats intéressants. Il peut alors constituer non seulement un élément de lest à bon marché, mais encore couvrir, suivant la nature des suppléments adjoints de 30 à 70 p. 100 des besoins énergétiques des animaux.

Le discrédit dont est frappé actuellement ce fourrage dans l'optique des éleveurs qui l'ont jusqu'ici mal utilisé doit donc être combattu. Les 150 000 tonnes actuellement disponibles au Sénégal correspondent à plus de 60 millions d'unités fourragères qui, convenablement utilisées, pourraient assurer l'engraissement de plus de 100 000 animaux.

## SUMMARY

### Rice straw as a food for cattle in Senegal.

#### II. Rumen biochemistry - Intensive fattening - Conclusions

In the first part of this work results of chemical analysis, *in vivo* and *in vitro* digestibilities, nitrogen and mineral balances are pointed out.

The second part deals with nutriment production in rumen, and intensive fattening experiments performed with rations made of rice straw.

The general results were that rice straw with a convenient supplementation including nitrogen and mineral may represent in following rations from 30 to 70 p. 100 of total necessary energy, and so produce weigh gains of 400 g to 800 g a day. The economical results of these researchs are emphasized.

## RESUMEN

### La paja de arroz en la alimentación animal en Senegal.

#### II. Bioquímica de la panza. Engorde intensivo. Conclusiones

Los autores estudian los resultados de los análisis bromatológicos de las digestibilidades *in vivo* y de balances minerales efectuados a partir de la paja de arroz.

Después se trata de la producción de nutrimentos obtenidos de la panza al utilizar raciones con paja de arroz y de los resultados de experimentación de engorde intensivo con raciones conteniendo este forraje.

En conclusión, se nota que la paja de arroz con adición correcta de nitrógeno y de sales minerales puede constituir 30 a 70 p. 100 de la aportación energética de raciones de engorde capaces de producir de 400 a 800 g de aumento de peso diario. Por eso, las 150 000 toneladas de paja de arroz disponibles en Senegal podrían contribuir a la preparación de más de 100 000 cabezas de ganado.

## BIBLIOGRAPHIE

1. ALBIN (R. C.), CLANTON (D. C.). Factors contributing to the variation in urinary creatinine and creatinine-nitrogen ratios in beef cattle. *J. anim. Sci.*, 1966, **25**: 107-111.
2. BLAXTER (K. L.). The energy metabolism of ruminants. London, Hutchinson, 1962.
3. BOUDET (G.), RIVIERE (R.). Emploi pratique des analyses fourragères pour l'appréciation des pâturages tropicaux, 1967 (n° 8/AGRO). *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1968, **21** (2): 227-266.
4. CALVET (H.), BOUDERGUES (R.), REMESY (C.), ARCHAMBAULT DE VENCAY (J.). Recherches sur le métabolisme du rumen chez les bovins tropicaux. I. Matériel, méthodes et étude

- de trois fourrages utilisés au Sénégal. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1971, **24** (2): 287-298.
5. CALVET (H.), VALENZA (J.), ORUE (J.), CHAMBON (J.). Engraissement intensif du zébu Peulh sénégalais (Gobra). IV. Embouche en région rizicole. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1972, **25** (1): 85-96.
  6. CHATEJEE INDUTHUSHANE et SACHINDRA NATH SACKAR. The value of Boro rice straw as a cattle feed. *Indian vet. Sci.*, 1947, **17**: 89-93.
  7. PANDITTESEKERE (D.G.). Paddy straw as a feed for cattle. *Trop. Agric.*, 1952, **108** (3): 166-185.
  8. TISSERAND (J.L.) et ZELTER (S.Z.). Essai de normalisation d'une technique de mesure de la digestion des fourrages *in vitro* (Rumen artificiel). *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, 1965, **5** (1): 101-111.
  9. VALENZA (J.), BOUDERGUES (R.) et PAGOT (J.). Note sur la digestibilité de quelques foins et pailles de la République du Sénégal. Communication Congrès mondial d'alimentation animale, Madrid, 8 oct. 1966, pp. 613-619.
  10. WHITE (T.W.), REYNOLDS (W.L.). Various sources and levels of roughage in steer rations. *J. anim. Sci.*, 1969, **28** (5): 705-710.