

FERMENTATION MICROBIENNE DE PRODUITS VEGETAUX  
DESTINES A L'ALIMENTATION DU BETAIL AU SENEGAL

1 - ETUDE BACTERIOLOGIQUE ET BIOCHIMIQUE

Par J. BLANCOU

avec la collaboration technique de A.NDOYE et A.NIANG

INTRODUCTION

La fermentation microbienne des produits d'origine végétale est un des phénomènes biologiques les plus anciennement connus, et exploitée des fins diverses, par l'homme.

Certaines de ces fermentations, lorsqu'elles surviennent "in vivo" dans l'appareil digestif des herbivores, conduisent à des réactions métaboliques également bien connues, et qui constituent la base physiologique de leur nutrition.

Mais, curieusement, si l'un et l'autre de ces aspects de la fermentation végétale ont été chacun bien explorés, leurs inter-relations n'ont pas encore fait l'objet d'une recherche spéciale.

L'attention a été attirée récemment sur ce sujet par Mac Culloughs et coll. (4) qui écrivent, en conclusion d'une étude sur les ensilages "...The data demonstrate a series of interactions between fermentation in the silo, rumen fermentation, silage digestibility and animal performances".

Le but de notre travail a donc été d'étudier, sur le plan bactériologique et biochimique, l'évolution de la fermentation "in vitro" des principaux aliments d'origine végétale consommés par les ruminants (au Sénégal) et tenter d'en déduire les conséquences sur leur valeur nutritive "in vivo".

La seconde partie de l'étude sera consacrée aux conséquences de la pré-fermentation "in vitro" des aliments sur leur digestibilité et sur les performances des ruminants qui les consomment.

## MATERIEL ET METHODES

### \* Produits végétaux utilisés

Les cinq principaux produits d'origine végétale utilisés, ou susceptibles d'être utilisés, pour alimenter le bétail sénégalais sont :

- le pâturage naturel graminéen (de composition variable selon les régions et les saisons)
- la fane d'arachide (partie végétative du plant, subsistant après la récolte des graines)
- la paille de riz ou de mil (résidu du battage des épis)
- la coque d'arachide (résidu du décorticage industriel des graines).

### \* Méthodes de fermentation

La fermentation est assurée soit par la population bactérienne d'origine naturellement fixée sur le produit, soit par addition d'une microflore supplémentaire d'origine ruminale (provenant d'un même ruminant donneur, un zébu "Gobra" nourri à la fane d'arachide et muni d'une fistule permanente).

La fermentation ne se produit que lors de la réhydratation du produit étudié par de l'eau contenant 6,5 p. 1000 de chlorure de sodium, selon les proportions suivantes :

produit à fermenter (fragmenté) ..... 20 gr. bruts (1)  
 eau salée 6,5 p. 1000 ( $\pm 10\%$  d'inoculum bactérien) Q.s.p. 200 gr. (2).

(1) Le taux de matières sèches moyen du produit est déterminé sur le même échantillon pour permettre de rapporter ultérieurement les résultats au poids sec.

(2) Cet inoculum, constitué par la phase liquide du cm-tenu ruminal, contient en moyenne  $10^8$  à  $10^9$  bactéries aéro-anaérobies vivantes par gramme. Il est indispensable si le produit à fermenter a été stérilisé (par chauffage, traitement chimique etc...).

Ce mélange, bien homogénéisé, est placé dans un ballon stérile de 500 ml., fermé hermétiquement (avec évacuation possible des gaz formés) puis étuvé 48 heures à 37°. La fermentation qui se produit est donc aéro-anaérobie.

\* Méthode d'analyse des produits de fermentation

Après les 48 heures d'incubation toute la fraction liquide contenue dans le ballon est récupérée par essorage et filtration sur gaz puis soumise aussitôt aux analyses suivantes :

- Biochimiques : ces techniques, classiques, ont été décrites antérieurement (2)
  - mesure du pH au pH mètre électrique
  - dosage de l'ammoniac par la méthode de Conway (les résultats sont indiqués en milligrammes par litre)
  - dosage des acides acétiques, propioniques et butyriques par chromatographie en phase gazeuse (les résultats sont indiqués en grammes par litre).
- Bactériologiques : Numération des bactéries aéro-anaérobies strictes par dilution logarithmique de la suspension et culture en gélose nutritive additionnée de 5 p.100 d'extrait de rumen stérile (3) sur :
  - deux boîtes de Pétri incubées à 37° en aérobie
  - deux boîtes de Pétri incubées à 37° en atmosphère de CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub> (jarre type "Gas-Pak").

Les colonies sont dénombrées après 72 heures, à la loupe, sur les boîtes ensemencées avec les dilutions permettant un dénombrement correct.

## RESULTATS

Les résultats sont figurés sous forme d'un tableau général (1) indiquant pour chaque produit, les valeurs des différentes analyses selon que la fermentation a eu lieu spontanément (en présence de la seule microflore attachée au substrat), ou après addition d'une microflore exogène. Le taux de matières sèches du produit est également indiqué, ce qui permet de rapporter les résultats de l'analyse au poids sec.

En ce qui concerne le pâturage naturel, dont la composition évolue au cours de l'année \*, les analyses ont été faites mensuellement. Toutes les valeurs indiqués sont les moyennes de plusieurs observations (huit au minimum) et suivies de l'indication de leur intervalle de confiance au seuil 0.05 (tableau 2).

Dans les deux tableaux, l'analyse statistique indique une différence significative ou hautement significative entre les valeurs trouvées pour les différents produits (tableau 1) ou les différentes périodes (tableau 2).

---

\* Remarque : C'est pourquoi toutes nos analyses ont été effectuées sur des échantillons prélevés sur la même parcelle de pâturage naturel (dunes de la région des Niayes, dans la presqu'île du Cap-Vert), Sur cette parcelle dominaient les graminées du genre "Andropogon" "Cenchrus" "Digitaria" "Dactyloctenium".

TA. **TABEAU 1: ANALYSE DE LA FERMENTATION DE LA COQUE ET DE LA FANE D'ARACHIDE ET DE LA PAILLE DE RIZ ET DE MIL**

Produit	Fermentation	pH	Acide acétique	Acide propionique	Acide butyrique	Acides gras volatils totaux	N H <sub>2</sub>	Aéro-anaérobies x 10 <sup>7</sup>	Anaérobies stricts x 10 <sup>7</sup>
Fane d'arachide (M.S. = 890,3)	S	4,90 ± 0,10	1,0 ± 0,14	0,454 ± 0,12	0,233 ± 0,13	1,703 ± 0,10	115,6 ± 13,1	25 ± 8,3	18 ± 7,3
	A	4,67 ± 0,16	1,38 ± 0,17	1,07 ± 0,20	0,282 ± 0,13	2,75 ± 0,32	104,0 ± 16,3	11 ± 3,3	17 ± 4,5
Paille de riz (M.S. = 912,3)	S	5,72 ± 0,22	1,35 ± 0,26	0,27 ± 0,1	0,187 ± 0,01	1,820 ± 0,36	289,2 ± 52,6	28 ± 9,5	21 ± 12,3
	A	6,70 ± 0,18	0,28 ± 0,08	0,12 ± 0,09	0,05 ± 0,04	0,40 ± 0,22	140,9 ± 21,2	18 ± 21,2	22 ± 11,8
Paille de mil (M.S. = 910,2)	S	5,47 ± 0,17	0,29 ± 0,05	0,05 ± 0,02	0,05 ± 0,02	0,400 ± 0,08	29,8 ± 6,8	11 ± 5,9	9 ± 5,3
	A	5,16 ± 0,04	0,39 ± 0,015	0,20 ± 0,08	0,13 ± 0,00	0,72 ± 0,20	32,0 ± 15,4	9 ± 4,8	9 ± 4,6
Coque d'arachide (M.S. = 913,4)	S	4,51 ± 0,60	0,244 ± 0,07	0,079 ± 0,04	0,180 ± 0,05	0,483 ± 0,07	89,0 ± 8,8	9 ± 2,1	7 ± 3,2
	A	5,32 ± 0,32	0,38 ± 0,13	0,215 ± 0,15	0,095 ± 0,1	0,69 ± 0,37	55,6 ± 28,6	6 ± 3,3	8 ± 4,1

S = Fermentation spontanée

A = Fermentation après addition de 10 % d'inoculum à l'eau de réhydratation

MS = Taux moyen de matières sèches.

TABLEAU N° 2 - ANALYSE DE LA FERMENTATION DU PATURAGE NATUREL SELON LES SAISONS

Mois	pH	Acides acétiques	Acides propioniques	Acides butyriques	acides gas volatil total	A G V p.1000 de M.S.	N H <sub>3</sub>	Aéro-anaérobies par ml x 10 <sup>7</sup>	Anaérobies stricts par ml x 10 <sup>7</sup>
Janvier (MS = 904)	5,28±0,20	0,55±0,22	0,105±0,08	0,08±0,08	0,72±0,6	0,79	73,6±52,3	0,645±0,413	0,577±0,43
Février (MS = 898)	5,40±0,31	0,50±0,11	0,104±0,027	0,09±0,0	0,69±0,5	0,76	86,4±39,8	0,65 ±0,28	0,72 ±0,5
Mars (MS = 912)	5,50±0,22	0,43±0,05	0,09 ±0,05	0,101±0,0	0,62±0,9	0,68	111,4±13,5	0,60 ±0,1	0,52 ±0,2
Avril (MS = 914)	5,58±0,81	0,43±0,16	0,09 ±0,05	0,08 ±0,01	0,60±0,	0,65	121,3±29,7	0,32 ±0,1	0,27 ±0,1
Mai (MS = 917)	5,71±0,96	0,41±0,3	0,09 ±0,05	0,08 ±0,08	0,58±0,8	0,63	93,9±97	0,29 ±0,14	0,23 ±0,09
Juin (MS = 917)	5,48±1,9	0,43±0,1	0,08 ±0,07	0,08 ±0,01	0,61±0,2	0,66	112,9±114,6	0,6 ±0,3	0,3 ±0,29
Juillet (MS = 165,1)	5,82±2,2	0,52±0,19	0,08 ±0,04	0,06 ±0,25	0,68±1,	4,11	178,6±101,6	6,5 ±1,9	2,75 ±0,95
Août (MS = 202,8)	5,20±1,09	0,58±0,19	0,135±0,13	0,20 ±0,17	0,95±0,9	4,68	106,7±60,6	2,7 ±2,8	1,35 ±1,2
Septembre (MS = 240,4)	4,86±0,42	0,38±0,14	0,092±0,12	0,28 ±0,05	0,69±0,2	2,02	87,95±20,6	3 ±2,9	3 ±2,5
Octobre (MS = 505,3)	5,43	0,26±0,1	0,10 ±0,07	0,16 ±0,04	0,57±0,4	1,13	36,45±20,92	2,1 ±0,8	2 ±2,1
Novembre (MS = 200,1)	5,17 ±0,33	0,75±0,23	0,41 ±0,10	0,011±0,04	1,05±0,5	1,25	122,7±65,7	1,9 ±1,7	1,4 ±1,3
Décembre (MS = 582,6)	5,26 ±0,14	0,54±0,27	0,10 ±0,06	0,07 ±0,02	0,70±0,7	0,79	95,65±28,8	2,2 ±2,1	1,9 ±0,9

## CONCLUSION - DISCUSSION

### 1. Choix du paramètre le mieux adapté à l'étude de la fermentation

Les critères de ce choix doivent raisonnablement être, pour chacun des paramètres étudiés :

- . un écart net des résultats entre deux produits différents ;
- . une fluctuation (intervalle de confiance) faible entre les résultats concernant un même produit.

L'examen des deux tableaux conduit alors à choisir le dosage des acides gras volatils plutôt que la variation du pH, le taux d'ammoniac ou le nombre des bactéries anaérobies.

Le dosage considéré sera de préférence celui obtenu après fermentation spontanée (ou mieux, fermentation du produit préalablement stérilisé, puis additionné de l'inoculum). On peut en effet constater que l'addition des 10 % d'inoculum à un produit non stérile conduit parfois à des résultats aberrants, ce qui avait déjà été constaté par H.A. BLADEN (1). Le résultat de ce dosage sera évidemment ramené au taux de matières sèches du produit.

### 2. Relation entre dosages des acides gras volatils et valeur nutritive des aliments

Il était logique d'espérer constater une relation entre la valeur nutritive d'un aliment pour le ruminant et la quantité d'acides gras volatils que peut dégager la fermentation "in vitro" du même aliment, puisqu'il s'agit d'un processus microbien assez semblable.

L'examen du tableau suivant confirme cette attente, puisqu'on constate une relation évidente entre la valeur (en U.F.) moyenne et le taux des acides gras volatils produits.

Produit étudié	Taux d'acides gras volatils*	Valeur U.F. x
Fane d'arachide	1,80 à 1,90	0,30 à 0,40
Coque d'arachide	0,413 à 0,553	0 à 0,08
Paille de riz	1,46 à 2,18	0,35 à 0,45
Paille de mil	0,32 à 0,48	0,05 à 0,15
Pâturages de saison sèche	0,60 à 0,70	0,10 à 0,20
Pâturage de saison des pluies	3,40 à 3,80	0,40 à 0,60

Valeur du coefficient de corrélation :  $r = 0,94$  (significatif à  $P.0,01$ )

### 3. Applications pratiques

Deux applications pratiques découlent des précédentes observations :

- Il pourrait devenir possible de déterminer rapidement la valeur U.F. comparée de différents aliments du bétail par simple titrage des acides gras volatils libérés par sa fermentation "in vitro". Ceci nécessiterait l'établissement des tables de détermination étudiées dans des conditions précises de fermentation.
- La charge bactérienne initiale jouant un rôle prépondérant dans la production d'acides gras volatils il doit être possible d'augmenter cette production par addition d'une microflore supplémentaire (au cours de la pré-fermentation de l'aliment) pour améliorer la digestibilité "in vivo" : c'est l'objet de la seconde partie de notre étude.

---

x : Les deux valeurs indiquées sont les valeurs extrêmes déterminées au cours de différentes analyses.



BIBLIOGRAPHIE

1. - BLADEN (H.A.), DOETSCH (R.N.) - Physiological activities of rumen mixed all suspensions. J. Agr. Appd.Chem. 1959 (7) : 791-794.
2. - CALVET (H.), BOUDERGUES (R.), REMESY (C.), ARCHAMBAULT DE VENCAY (J.) - Recherches sur le métabolisme du rumen chez les bovin.. tropicaux. - Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop. 1971, 24 (2) : 287-296.
3. - HUNGATE (R.E.) - The rumen and its microbes. - Ac. Press. N.Y. 1966,
4. - Mac CULLOUGH (M.E.), SISK (L.R.), SMART (W.G.) - Influence of fermentation in the silo on rumen fermentation, silage intake and digestibility. J. Dairy Sc. 1970, 53 (8) : 1042-1045.

### RESUME

L'étude de la fermentation microbienne "in vitro" des cinq principaux produits végétaux utilisables pour l'alimentation du bétail sénégalais a été réalisée par l'analyse de ses produits finaux (bactéries et leurs métabolites). La détermination du taux des acides gras volatils produits s'est avéré la meilleure technique d'étude, puisqu'elle est en corrélation hautement significative avec la valeur U.F. du produit fermenté : ceci peut permettre un test rapide de valeur nutritive des aliments destinés aux ruminants. Cette étude a démontré également l'importance de la charge microbienne initiale de l'aliment dont l'augmentation (par pré-fermentation de l'aliment) pourrait améliorer sa digestibilité.

### SUMMARY

Study of rumen fermentation "in vitro", on five vegetal products usually fed to senegalese cattle, was achieved by evaluation of microbial development and volatile fatty acid production. This last method seems better, highly correlated with U.F. amount, and could be used for rapid determination of nutritional value.

The data demonstrate importance of feed-attached microbial population, which could be developed (in pre-fermentation) to improve digestibility of vegetal products.