

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP

Faculté des Sciences
Et Techniques

Ecole Inter – Etats
des Sciences et Médecine
Vétérinaires



Année 2004

N° 5

**Variation de la qualité nutritionnelle des principales matières premières utilisées en alimentation de la volaille au Sénégal :
Impact sur les performances zootechniques
chez le poulet de chair**

**MEMOIRE DE DIPLOME D'ETUDES APPROFONDIES
DE PRODUCTIONS ANIMALES**

Présenté et soutenu publiquement
Le 30 juillet à 10 heures à l'EISMV

Par
Alpha Mamadou SOW
Né le 05 février 1966 à Saint-Louis, SENEGAL

MEMBRES DU JURY

- Président** : **Monsieur François Adébayo ABIOLA**
Professeur à l'E.I.S.M.V.
- Membres** : **Monsieur Bhen Sikina TOGUEBAYE**
Professeur à l'U.C.A.D.
- : **Monsieur Malang SEYDI**
Professeur à l'E.I.S.M.V.
- Rapporteur** : **Monsieur Ayayo MISSOHO**
Professeur à l'E.I.S.M.V.
- Directeur de mémoire** : **Madame Maïmouna CISSE**
Docteur ès Physiologie animale, Chercheur à l'I.S.R.A.

REMERCIEMENTS

A mon épouse, Yaye Hindou, pour ton soutien constant et réconfortant. Ce travail est le fruit de ta patience et de ta générosité. Ta persévérance sera récompensée. Simplement mais du fond du cœur, que DIEU te bénisse ainsi que ta famille.

A ma sœur Maïmouna CISSE dont la disponibilité et l'affection constituent pour nous la meilleure source de motivation face à tous les obstacles. Je te dois, entre autres, d'avoir pu mener à terme ce travail. Ma sincère reconnaissance.

Au personnel du laboratoire d'alimentation qui nous a apporté son soutien durant ce travail.

Au FNRAA pour avoir initié et soutenu le projet de développement de l'aviculture péri-urbaine dont fait partie ce travail.

DEDICACES

Je dédie ce travail à :

Mon père, Bécaye SOW, in mémoriam

Ma mère, Fatou CISSE.

Ce travail est le fruit de vos privations pour notre éducation. Que DIEU vous accorde une longue vie pleine de quiétude.

A Serigne El Hadj Madior CISSE.

Vous êtes notre oncle et guide spirituel, notre reconnaissance infinie pour vos conseils et prières.

A ma belle-mère, Yaye Khady DIOP.

J'apprécie à sa juste valeur votre affection à mon égard et vos qualités humaines.

A mon épouse Yaye Hindou GUEYE.

Je voudrai te témoigner encore une fois ma gratitude sans limite.

Toute mon affection.

A ma sœur Maïmouna CISSE.

Pour m'avoir toujours soutenu et encouragé.

Sincères remerciements

A ma fille Aïssata Alpha SOW.

Que ce travail te serve d'exemple.

A mes frères et sœurs.

Pour toute l'affection que vous me témoignez

A mes belles-sœurs et beaux-frères.

Pour votre estime

A Aïda WANE et Mabouso THIAM

A mes oncles et tantes.

A mes cousines et cousins.

A mes neveux et nièces.

A tous mes amis

A NOS MAITRES ET JUGES

MONSIEUR FRANCOIS ABIOLA

Professeur à l'E.I.S.M.V de Dakar.

Vous avez accepté de présider ce jury malgré vos multiples occupations. Ceci est un grand honneur pour nous. Hommage respectueux.

MONSIEUR MALANG SEYDI

Professeur à l'E.I.S.M.V de Dakar.

Nous avons apprécié vos qualités humaines et intellectuelles, c'est un grand honneur, pour nous, que vous jugiez ce travail. Veuillez trouver ici, l'expression de notre gratitude.

MONSIEUR BHEN SIKINI TOGUEBAYE

Professeur à la Faculté des Sciences et Techniques de Dakar.

Vous nous faites honneur en acceptant de juger ce travail. Veuillez accepter l'expression de nos sentiments les meilleurs.

MONSIEUR AYAYO MISSOHOU

Professeur à l'E.I.S.M.V de Dakar.

Vous avez contribué à la qualité de ce travail. Nous avons apprécié votre rigueur scientifique et votre attachement au travail bien fait. Veuillez accepter nos sincères remerciements.

MADAME MAIMOUNA CISSE

Docteur vétérinaire, Docteur ès Physiologie Animale, Chercheur à l'I.S.R.A

Vous avez dirigé ce travail. Votre rigueur scientifique et vos qualités humaines et intellectuelles nous ont beaucoup marqué. Sincères reconnaissances.

SOMMAIRE

Pages

INTRODUCTION.....	1
PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	
1 - Composition chimique et valeur nutritive des principales matières premières.....	2
1. 1- Les sources d'énergie.....	2
1. 1. 1 - Le maïs.....	2
1. 1. 2 - Le sorgho.....	3
1. 1. 3 - Le mil.....	3
1. 1. 4 - La farine basse de riz.....	3
1. 1. 5 - Les issues de blé.....	4
1. 2 - Les sources de protéines.....	5
1. 2. 1 - Le tourteau d'arachide.....	5
1. 2. 2 - La farine de poisson	5
1. 3 - Les sources de minéraux.....	5
2 - Autres matières premières disponibles localement et utilisables.....	8
2. 1 - Le manioc.....	8
2. 2 - Le niébé.....	8
2. 3 - La patate douce.....	8
2. 4 - Le tourteau de sésame.....	9
3 - Les principaux facteurs anti-nutritionnels	9
3. 1 - Les mycotoxines.....	9
3. 1. 2 - L'aflatoxine.....	9
3. 1. 3 - Les trichotécènes.....	9
3. 1. 4 - L'onchratoxine A.....	9
3. 2 - Les tanins.....	10
2. 3 - Les facteurs anti-trypsiques.....	10
4 - Les besoins du poulet de chair	10
4. 1 - Besoins énergétiques.....	10
4. 2 - Besoins protéiques.....	10
4. 2. 1 - Besoins en protéines brutes.....	10
4. 2. 2 - Besoins en acides aminés essentiels.....	11
4. 3 - Besoins phosphocalciques	11

DEUXIEME PARTIE : ESSAIS ALIMENTAIRES

CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES.....	12
1 - Protocole expérimental.....	12
1. 1 - Animaux et schéma expérimental.....	12
1. 2 - Formulation des rations.....	13
1. 2. 1 - Le logiciel « PORFAL ».....	13
1. 2. 2 - Rations utilisées.....	14
1. 3 -Prélèvements et mesures.....	14
1. 3. 1 - Quantités ingérées.....	14
1. 3. 2 - Performances de croissance.....	14
1. 3. 3 - Evénements sanitaires et mortalités.....	14
1. 3. 4 - Echantillonnage	15
1. 3. 5 - Analyse chimique.....	15
CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSION.....	18
1 – Résultats.....	18
1. 1 - Composition chimique des matières premières utilisées.....	18
1. 1. 1 - Le maïs.....	18
1. 1. 2 - Le tourteau d'arachide.....	19
1. 1. 3 - La farine de poisson.....	19
1. 1. 3 – Le phosphate bicalcique.....	20
1. 2 - Composition chimique des aliments.....	21
1. 3 - Consommation alimentaire et indice de consommation.....	22
1. 4 - Performances de croissance.....	22
1. 5 - Mortalités et problèmes pathologiques.....	23
2 - Discussion.....	23
2. 1 - Qualités nutritionnelles des matières premières.....	23
2. 1. 1 - Le maïs.....	23
2. 1. 2 - Le tourteau d'arachide.....	23
2. 1. 3 - La farine de poisson.....	24
2. 1. 4 - Les sources de minéraux.....	24
2. 2 - Qualités nutritionnelles des aliments et performances zootechniques..	24
CONCLUSION	27
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	28

SIGLES ET ABREVIATIONS

Ca : Calcium

CB : Cellulose brute

CNA : Centre National d'Aviculture

EM : Energie métabolisable

ENA : Extractif non azoté

FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nation

HB : Humidité brute (à 60°C)

IEMVT : Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux

IN.C : Insoluble chlorhydrique

INRA : Institut National de Recherches Agricoles

MAT : Matière azotée totale

MG : Matières grasses

MM : Matière minérale

MS : Matière sèche

P : Phosphore

ppm : parties par millions

SONACOS : Société Nationale de Commercialisation des Oléagineux du
Sénégal

LISTE DES ILLUSTRATIONS

A – LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau I : Composition chimique du maïs et du sorgho (Vias, 1995).....	4
Tableau II : Composition chimique (en % MS) et teneur en énergie (en Kcal/kg MS) du tourteau d'arachide.....	6
Tableau III : Composition chimique (en % MS) et teneur en énergie (en Kcal/kg MS) de la farine de poisson.....	7
Tableau IV(a) : Apports alimentaires recommandés pour l'énergie et les protéines (I.E.M.V.T, 1991).....	11
Tableau IV(b) : Apports alimentaires recommandés pour le poulet de chair (Larbier et Leclercq, 1992).....	11
Tableau V : Plan de prophylaxie.....	13
Tableau VI : Composition des rations formulées en p.100.	17
Tableau VII : Composition chimique (en % MS) et teneur en énergie (en Kcal/kg MS) des échantillons de maïs.....	18
Tableau VIII : Composition chimique (en % MS) et teneur en énergie (en Kcal/kg MS) des échantillons de tourteau d'arachide.....	19
Tableau IX : Composition chimique (en % MS) et teneur en énergie (en Kcal/kg MS) des échantillons de farine de poisson.....	20
Tableau X : Composition chimique (en % MS) et teneur en énergie (en Kcal/kg MS) des échantillons de phosphate bicalcique.....	20
Tableau XI : Composition chimique (en % MS) et teneur en énergie (en Kcal/kg MS) des rations « démarrage »	21
Tableau XII : Composition chimique (en % MS) et teneur en énergie (en Kcal/kg MS) des rations « finition ».....	22
Tableau XIII : Quantités ingérées et performances zootechniques des Poulets.....	26

B – LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Evolution de la consommation journalière moyenne

Figure 2 : Evolution pondérale au cours du test des rations

INTRODUCTION

Au Sénégal les projections démographiques indiquent un accroissement global de la population de 45,3% entre 2000 et 2015. Cela se traduira par une augmentation des besoins en protéines d'origine animale, notamment en viande. La sous-alimentation et la malnutrition d'une majorité de la population sénégalaise justifient la nécessité de promouvoir la production de protéines d'origine animale. Une stratégie d'intensification se met progressivement en place, fondée sur la valorisation des sous-produits locaux.

A cet égard, le développement des espèces à cycle court constitue une solution réaliste. Cependant, selon Ly (2001), la part des viandes blanches devra augmenter à plus de 30%.

Au delà de l'ambition de la satisfaction des besoins en protéines des populations, il s'agit de s'inscrire dans une logique de compétitivité dont l'un des piliers est incontestablement la maîtrise des coûts de production.

Dans la spéculation « chair », ces coûts élevés sont liés à l'alimentation qui représente jusqu'à plus de 70% des charges. La maîtrise de l'alimentation tant du point de vue qualitatif que quantitatif demeure une exigence pour l'essor de la filière (Cissé et al. 1997 ; Cissé et al. 2003). Les matières premières utilisables sont en nombre limité et de qualité peu maîtrisée.

Ce travail qui s'inscrit dans le « projet de développement de l'aviculture péri-urbaine » soutenu par le Fonds National de la Recherche Agricole et Agroalimentaire (FNRAA), a été conduit dans l'objectif de tester chez le poulet de chair, des rations de même formule alimentaire avec les mêmes matières premières d'origine différente afin de mettre en évidence leur variabilité et les possibilités de substitution.

Le travail comprend deux parties :

- Une première partie relative à la synthèse bibliographique : y sont passés en revue la qualité nutritionnelle des matières utilisées en alimentation des volailles et d'autres utilisables et les besoins du poulet de chair.
- Une deuxième partie consacrée aux essais alimentaires où sont présentés les résultats des analyses des matières premières et des aliments et les performances zootechniques obtenus chez le poulet de chair.

PREMIERE PARTIE :
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

QUALITE NUTRITIONNELLE DES PRINCIPALES MATIERES PREMIERES UTILISEES DANS L'ALIMENTATION DES VOLAILLES AU SENEGAL

1 - Connaissance des principales matières premières

La composition chimique des principales matières utilisées dans la fabrication des aliments pour volailles présente de grandes variations de qualité liées à leur origine, leur condition de production, de récolte, de traitement, de stockage, d'utilisation, etc...

1. 1- Les sources d'énergie

1. 1. 1 - Le maïs

Le maïs est la plus énergétique des céréales (teneur en amidon élevée, environ 72,5% de MS) et constitue la base des rations pour volailles, de l'ordre de 67,5% en démarrage et 70% en finition (Vias, 1995). Cependant, sa teneur en protéines est faible, de l'ordre de 8% de MS (Smith, 1992) et on note un déficit en lysine et en tryptophane (Vias, 1995) et un excès en leucine et méthionine (Larbier et Leclercq, 1992).

Le maïs contient peu de cellulose (2,7% de MS) (Fernando, 1969), une teneur appréciable de matière grasse (4,8% de MS) (FAO, 1993).

Comme les autres céréales, le maïs est pauvre en sodium (0,01% de MS) et en calcium (0,01% de MS) (Larbier et Leclercq, 1992). Selon ces mêmes auteurs, le phosphore disponible est estimé à 0,06% de MS.

Il est riche en pigments xanthophylles (17 mg/kg MS) particulièrement disponibles et très efficaces pour la coloration du jaune de l'œuf et de la peau des oiseaux génétiquement aptes à fixer ces pigments. Selon Nir (2003), le maïs constitue la céréale la plus communément utilisée chez la volaille et on peut distinguer cinq catégories de maïs :

- La catégorie 1 : contient uniquement des grains entiers de taille uniforme mais aussi de première qualité. Il ne doit y avoir aucun grain desséché, moisi ou ramolli. La teneur en eau ne doit pas dépasser 14%. Ce maïs sert principalement à la nutrition humaine.
- La catégorie 2 : assez similaire à la première mais elle peut comporter un petit pourcentage de grains cassés (jusqu'à 5%), et sa teneur maximum en eau est de 15 %. Cette catégorie sert principalement à l'alimentation des volailles.
- La catégorie 3 : elle peut contenir 17,5% d'eau et quelques grains ramollis, desséchés ou brûlés ainsi qu'un faible pourcentage de matières étrangères.
- Les catégories 4 et 5 : le numéro 4 peut contenir jusqu'à 20% d'eau et le numéro 5 jusqu'à 23 %. Ces deux types de maïs peuvent contenir des teneurs importantes en substances ramollies, desséchées, brûlées ou autres.

Cette catégorisation du maïs en fonction de la teneur en eau est très importante dans le contrôle de sa qualité. En effet, la valeur nutritive des céréales dépend principalement de leur teneur en matière sèche. Il est impossible de les stocker dans des silos clos avec plus de 14% d'humidité sans qu'elles ne chauffent (Nir, 2003).

1. 1. 2 - Le sorgho

Le sorgho a une composition chimique et une valeur nutritionnelle proches de celles du maïs. Il a une forte teneur en amidon (70,8% de MS) et une proportion appréciable de matière grasse (3,3% de MS). Cependant sa valeur énergétique varie en fonction de sa teneur en tanins. Selon Fuoll et al. cités par Gualtieri et Rapaccini (1990), lorsque la teneur en tanins du sorgho passe de 0,2 à 0,02%, son énergie métabolisable augmente de 2617 à 3516 kcal/kg.

Le sorgho est cependant plus riche en protéines que le maïs. Sa teneur est de 11,4% de MS (FAO, 1990).

La digestibilité du sorgho dépend de sa teneur en tanins (Gualtieri, 1990). Les tanins sont des facteurs antinutritionnels chez les volailles dont la présence dans le sorgho limite son incorporation à 35% dans la ration pour la variété rouge. Toutefois, selon Anselme (1987), le sorgho « pauvre » en tanins qu'on rencontre en Afrique ne présente pas d'inconvénients et peut être incorporé à des proportions d'environ 70% dans la ration des volailles.

1. 1. 3 - Le mil

Le mil (ou millet, petit mil, etc..) a une valeur énergétique quasi identique à celle du sorgho et du maïs. Sa valeur énergétique est de 3457 kcal/kg de MS contre 3345 kcal/kg de MS pour le maïs (Yo et al., 1994). Cependant, la présence de tanins dans le grain de mil réduit la digestibilité de l'amidon.

Selon les travaux du même auteur, les tanins isolés du grain de mil inhibent l'amylase salivaire et réduisent en conséquence la digestibilité de l'amidon. Cependant, certains travaux ont montré que le mélange mil-maïs ou mil-sorgho donne de meilleures performances que l'une ou l'autre de ces deux céréales employées seules (Cissé et al., 2003).

1. 1. 4 - La farine basse de riz

Elle a une bonne teneur en matière azotée (10 à 13%) et une teneur très élevée en matière grasse (10 à 17%) (Dieng, 2001). En raison de la richesse de la farine basse de riz en fibres (14% MS), le même auteur recommande de limiter son incorporation à 30% dans la ration.

1. 1. 5 - Les issues de blé

Au Sénégal le blé est importé et destiné exclusivement à l'alimentation humaine. Seuls les sous-produits de sa transformation sont utilisés dans l'alimentation animale. Le son de blé a une teneur moyenne en protéines (19% MS), une teneur élevée en phosphore (1,49% MS) et faible en calcium (0,16% MS) selon Larbier Leclercq, (1992).

Tableau I : Composition chimique du maïs et des sorghos (Vias, 1995).

	Maïs jaune ¹	Sorgho blanc ²	Sorgho rouge ²
Humidité (% MB)	10,05	9,79	8,89
Matière sèche (% MB)	89,95	90,21	91,11
Protéines brutes (% MS)	10,25	11,67	7,54
Cendres brutes (% MS)	2,08	1,88	2,42
Calcium (% MS)	0,008	0,04	0,03
Phosphore (% MS)	0,18	0,21	0,10
EM (Kcal/kg MS)	3300	3180	3180

1 : Importé

2 : Origine Sénégal

MB : Matière brute

MS : Matière sèche

1. 2 - Les sources de protéines

1. 2. 1 - Le tourteau d'arachide

Le tourteau d'arachide correspond à la pâte d'arachide restant après l'extraction de l'huile. Il peut contenir une toxine, l'aflatoxine. La détoxification du tourteau permet d'obtenir le tourteau détoxifié.

Le tourteau d'arachide industriel résulte d'une pression hydraulique continue de l'extraction à l'aide d'un solvant (hexane). Le taux protéique du tourteau d'arachide varie de 45 à 54% MS (tableau II). Cependant, la teneur en acides aminés essentiels est moins équilibrée qu'elle ne l'est dans les autres tourteaux : absence de lysine, d'acides aminés soufrés et de tryptophane.

La valeur nutritionnelle du tourteau d'arachide est liée à sa teneur en cellulose brute. Avec 12,6% de cellulose, la digestibilité totale est réduite à 76,0%.

1. 2. 2 - La farine de poisson

La farine de poisson constitue un excellent apport de matières azotées (60% MS). Elle est riche en minéraux et en matières azotées et présente un profil équilibré en acides aminés. La teneur en énergie métabolisable est de 3200 kcal/kg MS. Contrairement aux matières premières d'origine végétale, la farine de poisson est riche en lysine (5,47 à 5,89% MS) et en acides aminés soufrés (2,74 à 2,95% MS) d'où son importance dans les aliments de volaille (Larbier et Leclercq, 1992). Le calcium et le phosphore sont également bien représentés avec un pourcentage respectif de 5 et 10% MS.

1. 3 – Les sources de minéraux

Le calcium et le phosphore sont les minéraux les plus importants en alimentation des volailles. Cela justifie leur incorporation dans les rations alimentaires. Dans les céréales et les légumineuses, le phosphore est présent sous forme de sels d'acide phytique (45 à 75% du phosphore total) non assimilables par la volaille (Sauveur, 1989). Généralement, la supplémentation calcique s'effectue par apport de poudre d'os calcinée, de coquille broyée, de carbonate de calcium ou d'extraits de gisements naturels de calcaire dans la ration alimentaire.

Parmi les sources de phosphore, on peut citer le phosphate monocalcique, le phosphate bicalcique, le phosphate tricalcique, le phosphate de roche naturel et la poudre d'os. Leurs teneurs respectives en phosphore sont de 22,5 g/kg brut, 18,6 g/kg brut, 19,5 g/kg, 15 g/kg brut et 14,1 g/kg brut (Larbier et Leclercq, 1992 ; Buldgen, 1996).

Quant aux additifs alimentaires, il s'agit de produits naturels ou de synthèse introduits dans les aliments afin d'en améliorer l'efficacité nutritionnelle.

Souvent appelés « prémix » par les fabricants sénégalais, les additifs sont constitués de vitamines, d'acides aminés essentiels, d'oligo-éléments, de pigments, d'additifs technologiques, de facteurs de croissance, d'enzymes de synthèse et de substances médicamenteuses (antibiotiques, coccidiostatiques etc).

Tableau II : Composition chimique (en % MS) et valeur nutritive (en kcal /kg MS) du tourteau d'arachide.

Nature	Sources	MS	MG	MAT	CB	ENA	MM	Ca	P	Lys	Met	EM
Tourteau industriel (extraction avec solvant)	Nijimbere, 2003	91,49	0,85	47,49	12,71	-	7,86	-	-	-	-	2682
	Nir, 2003	90	-	45	-	-	-	0,16	0,56	1,26	0,45	2700
	Buldgen, 1996	-	-	47,2	-	-	-	-	-	1,49	1,34	2825
	Llorca A.,1995	-	1,95	51,71	10,8	-	6,15	0,11	0,59	-	-	2024
	Larbier et leclercq, 1992	91	1,54	54	12,1	-	5,93	0,18	0,66	1,87	0,54	2910
	INRA 1989,	91	1,4	49,2	9,10	25,0	5,40	0,16	0,60	1,70	0,49	2750
	Smith, 1987	-	1,70	52,0	5,0	-	-	0,16	0,8	-	-	-
Tourteau industriel expeller	Nir, 2003	92	-	54	-	-	-	0,20	0,63	1,54	0,54	2600
	INRA, 1988	94	7.6	53,9	7,1	-	6,30	0,18	0,66	1,70	0,49	-

**Tableau III: Composition chimique (en % MS) et valeur nutritive
(en kcal/kg MS) de la farine de poisson.**

Sources	MS	MG	MAT	MM	Ca	P	Lys	Met	EM
Nijimbere, 2003 (Farine industrielle)	94,34	9,91	58,38	24,82	-	-	-	-	3381
Nijimbere, 2003 (Farine artisanale)	94,15	14,41	26,83	46,79	-	-	-	-	2667
Llorca, 1995 (Farine industrielle)	92,0	9,34	69,46	18,71	5,26	3,19	5,05	1,83	3464
Larbier et Leclerc, 1992 (65 gras)	-	10,4	72,0	0,65	4,24	2,77	5,47	2,09	3515
Larbier et Leclerc, 1992 (72 maigre)	-	1,95	77,5	0,12	4,56	2,99	5,89	2,25	3185
INRA, 1989 (65 gras)	92,0	9,6	66,20	15,60	2,70	2,55	5,03	1,92	3255
INRA, 1989 (72 gras)	92,0	9,5	71,60	11,00	2,80	1,80	5,48	2,08	3180 à 3440
INRA, 1989 (65 maigre)	92,0	5,5	64,60	21,40	6,30	3,50	5,04	1,80	2905 à 3180
INRA, 1989 (72 maigre)	92,0	1,8	71,30	16,80	4,20	2,75	5,42	2,07	2930 à 3280
Mongodin et Tacher, 1979 (65 gras)	92,0	10,4	72,0	17,0	4,24	2,77	-	-	3515
Mongodin et Tacher, 1979 (65 maigre)	92,0	1,95	77,5	18,3	4,56	2,93	-	-	3185

2 - Autres matières premières disponibles localement et utilisables

Ce sont des produits souvent non valorisés comme intrants alimentaires en aviculture et qui présentent un intérêt certain. La principale contrainte à leur utilisation est liée à leur disponibilité et à leur coût d'acquisition.

2.1 - Le manioc

Le manioc a une teneur en protéines faible qui peut être corrigée (Guérin et al., 1990). Son amidon est très digestible chez la volaille (97%) (Larbier et Leclercq, 1992).

Sa teneur élevée en glucoside cyanogénétique, dont l'hydrolyse au cours de la digestion libère de l'acide cyanhydrique hautement toxique, constitue un facteur limitant à son utilisation. Avec les variétés amères de manioc, il faut accroître l'apport en méthionine qui est utilisée dans les réactions enzymatiques à l'origine d'une action détoxifiante vis à vis de l'acide cyanhydrique.

Selon Yo (1988), l'incorporation de la farine de manioc à des taux de 10 à 30% dans la ration des poulets de chair n'affecte ni le poids final ni le gain de poids des animaux.

2.2 - Le niébé

Les graines de niébé peuvent être utilisées sous certaines conditions. En effet, selon Pugliese (1989), le niébé contient des facteurs antinutritionnels dont la lysoxygénase qui est un inhibiteur trypsique qui serait totalement détruit à 121°C durant 10 à 30 minutes. Chung et al. (1981) ont montré que la cuisson sèche (toastage) dans un four à micro-ondes ne modifie pas les teneurs en protéines et en matières grasses, ni celles en vitamines A et C, et réduit de 92 à 97% le taux d'inhibiteur trypsique. Cependant, on note une baisse des teneurs en thiamine, en riboflavine et en minéraux.

La graine de niébé peut être utilisée comme source de protéines chez la volaille à condition de ne pas dépasser 15% de taux d'incorporation (Anselme, 1987).

2.3 - La patate douce

La patate douce est riche en amidon, ce qui permet d'en faire une bonne source d'énergie pour les volailles. Elle est cependant pauvre en protéines (Dieng, 2001). Selon le même auteur, le problème de l'empâtement du bec chez la volaille justifie la limitation du taux d'incorporation à 20 - 25%. Toutefois, cette contrainte peut être levée avec le procédé de granulation.

2. 2 - Le tourteau de sésame

Selon Anselme (1987), le tourteau de sésame contient en moyenne 10% de graisses, 30% de protéines et un taux de calcium plus élevé que celui du phosphore (2,1 à 3,5% MS de calcium et 1,1 à 1,7% MS de phosphore). Dieng (2001), rapporte qu'on pourrait substituer le tourteau de sésame au tourteau d'arachide à hauteur de 50% dans les rations pour volailles.

3 - Les principaux facteurs anti-nutritionnels

Les matières premières peuvent être sources d'une contamination chimique par des substances toxiques résultant de la présence de microorganismes ou renfermer (cas des produits végétaux) dans leur structure des composés organiques (lignine, tanins etc..) dotés de propriétés toxiques.

3. 1 - Les mycotoxines

Les mycotoxines englobent une grande famille de toxines dont les principaux effets sont la carcinogenèse, l'immuno-dépression et la mutagenèse (Nir, 2003).

3. 1. 2 - L'aflatoxine

L'aflatoxine constitue le principal facteur anti-nutritionnel du tourteau d'arachide. Elle provient de la présence de champignons du genre *Aspergillus flavus* qui se développent lors de stockage défectueux de graines d'arachide (Guérin, 1990).

3. 1. 3 - Les trichotécènes

Les trichotécènes sont des toxines secrétées par un champignon du genre *Fusarium* très répandu sur le maïs récolté en condition humide et conservé dans de mauvaises conditions (Le Bars, 1992). Selon le même auteur une dose de 0,5 à 1 ppm est suffisante pour faire apparaître une baisse de la production. La diminution de la production s'accompagne de troubles nerveux (Nir, 2003).

3. 1. 4 - L'onchratoxine A

L'onchratoxine A est généralement trouvée dans les céréales humides surtout le maïs et le blé. Elle est produite par des champignons du genre *Aspergillus* et *Penicilium*. Elle constitue la principale contrainte d'utilisation du maïs en alimentation avicole surtout en milieu tropical humide. La volaille est très sensible à cette toxine. Au-delà de 1 ppm, l'onchratoxine A entraîne des troubles

physiologiques avec une baisse de la concentration plasmatique en caroténoïdes, en calcium et en phosphore.

3. 2 - Les tanins

Les tanins sont des composés phénoliques de deux types : les tanins hydrosolubles et les tanins condensés. Les tanins hydrosolubles sont des molécules complexes qui donnent, par hydrolyse, une fraction glucidique et une fraction phénolique. Quant aux tanins condensés, ce sont des composés plus ou moins polymérisés, aussi appelés anthocyanidines parce qu'ils libèrent des anthocyanidines par hydrolyse acide. Les effets des tanins sont liés à leur capacité à précipiter les protéines et les enzymes digestives notamment les amylases, réduisant ainsi la digestibilité et la rétention azotée.

3. 3 - Les facteurs anti-trypsiques

De nombreuses espèces végétales, surtout les légumineuses (soja, niébé etc.), renferment des inhibiteurs de protéases généralement la trypsine (Carré, 1997). Elles se fixent sur les molécules de trypsine et réduisent fortement leur disponibilité. Les facteurs anti-trypsiques entraînent des effets biologiques chez la volaille dont la diminution de la vitesse de croissance. Au nombre de ces facteurs antinutritionnels des légumineuses, nous pouvons citer la vicine et la convicine, la concavaline A (protéine hémolytique) et la lypoxigénase du niébé.

4 - Les besoins du poulet de chair

4. 1 – Besoins énergétiques

Les recommandations varient en fonction des souches de volailles et du niveau énergétique. L'augmentation du niveau énergétique entraîne généralement une amélioration de l'indice de consommation. Cependant, selon CISSE et al. (1997), en zone tropicale où les températures sont élevées, les volailles ont des besoins énergétiques inférieurs. Les animaux limitent leur ingestion alimentaire et donc énergétique pour maintenir leur température corporelle à la normale.

4. 2 – Besoins protéiques

4. 2. 1 – Besoins en protéines brutes

Les apports alimentaires recommandés sont présentés aux tableaux IV(a) et IV(b). Ils varient de 18 à 14% selon l'apport en énergie (IEMVT, 1991).

4. 2. 2 – Besoins en acides aminés essentiels

Les acides aminés essentiels sont ceux indispensables à la croissance et à l'entretien des animaux mais qu'ils ne peuvent synthétiser pour couvrir leurs besoins. Ils doivent être apportés par l'aliment. Les plus importants sont la lysine, la méthionine et la thréonine.

4. 3 – Besoins phospho-calciques

Le rapport phosphocalcique recommandé se situe à environ 1,45 au démarrage et entre 1,3 et 1,4 en période de finition selon Cissé et al., (1997).

Tableau IV(a) : Apports alimentaires recommandés pour l'énergie (kcal/kg) et les protéines (%) (I.E.M.V.T., 1991)

Souches	Légères			Mi-lourdes	
	3100 - 3200	3000 - 3100	3000	2800 - 2900	2700 - 2800
EM*					
Protéines (%)	18	16,5	15,5	14,5	14
Méthionine (%)	0,39	0,36	0,33	0,32	0,30
Méthionine + Cystéine (%)	0,71	0,65	0,60	0,57	0,54
Lysine (%)	0,79	0,72	0,66	0,61	0,57

* Energie métabolisable

Tableau IV(b) : Apports alimentaires recommandés pour le poulet de chair (Larbier et Leclerq, 1992)

Période (en semaines)	0 – 3	3 - abattage
Matière grasse (%)	5	5
Protéines brutes (%)	22	19
Cellulose brute (%)	5	5
Phosphore (%)	0,68	0,65
Calcium (%)	1	0,9
Concentration énergétique (kcal/kg)	3250	3250

DEUXIEME PARTIE :
ESSAIS ALIMENTAIRES

ETUDE COMPAREE DES PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES OBTENUES CHEZ LE POULET DE CHAIR AVEC DES RATIONS INCORPORANT DES MATIERES PREMIERES DE SOURCES DIFFERENTES

CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES

Les matières premières utilisées en alimentation aviaire au Sénégal sont en nombre très limité. Les principales sources sont le maïs importé, le tourteau de la SONACOS, la farine de poisson. Afin de mettre en évidence leur forte variabilité et l'impact sur les performances zootechniques, un essai a été réalisé avec la même formule alimentaire avec des substitutions de matières premières de sources différentes.

1 – PROTOCOLE EXPERIMENTAL

1. 1 – Animaux et schéma expérimental

L'essai a été conduit à Sangalkam, durant la période de novembre à décembre 2003.

Quatre cent (400) poussins d'un (1) jour de souche Ross 208 non sexés ont été répartis au hasard en 8 lots de 50 poussins. Les 6 premiers lots (RI à RVI) ont reçu chacun la même formule alimentaire avec des différences dans l'origine des matières premières. Les 7^{ème} et 8^{ème} lots (RVII et RVIII) ont reçu, de l'aliment Sentenac en poudre et en granulé, respectivement.

Les poussins ont été élevés sous éleveuse pendant les quinze premiers jours, puis en claustration au sol avec litière en copeaux de bois.

Des thermomètres ont été installés dans les poulaillers pour le suivi quotidien de la température ambiante à des heures fixes : 7h, 10h, 13h, et 16h.

Les animaux ont été également vaccinés contre les maladies de Newcastle et de Gumboro et protégés contre la coccidiose (tableau V).

Tableau V : Plan de prophylaxie

Age	Mesures sanitaires	Produits utilisés	Posologie
1 ^{er} jour	Vaccination contre la maladie de Newcastle	Pestos par trempage	1000 doses / 8,5l d'eau
1 ^{er} au 10 ^{ème} jour	Traitement antistress	Coliterravet	1 mesure / litre d'eau
12 ^{ème} jour	Vaccination contre la maladie de Gumboro	Tad par eau de boisson	1000 doses / 9,5 litres d'eau
16 ^{ème} jour	Traitement anticoccidien	Anticox	1g / 4l d'eau pendant 3 jours
21 ^{ème} jour	Rappel Newcastle	Pestos par eau de boisson	1000 doses / 8,5l d'eau
22 au 24 ^{ème} jour	Traitement antistress	Coliterravet	1 mesure / litre d'eau
26 ^{ème} jour	Rappel Gumboro	Tad	1000 doses / 9,5 litres d'eau
27 au 29 ^{ème} jour	Traitement anticoccidien	Anticox	1g / 4l d'eau pendant 3 jours
39 ^{ème} jour	Traitement anticoccidien	Anticox	1g / 4l d'eau pendant 3 jours

1. 2 – Formulation des rations

1. 2. 1 – Le logiciel « PORFAL »

La formulation des rations s'est faite avec le « PORFAL » conçu par l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) et commercialisé par l'ITP (Institut Technique du Porc) de France. Il s'agit d'un outil informatique de formulation alimentaire par programmation linéaire destiné aux mono-

gastriques. Il permet le calcul, par optimisation, de rations au moindre coût en intégrant les besoins des animaux, les caractéristiques des matières premières et leur contrainte d'utilisation.

Le logiciel offre la possibilité d'utiliser les tables de composition disponibles ou d'introduire des valeurs de son choix (résultats d'analyse, normes spécifiques, etc.).

1. 2. 2 - Rations utilisées

Le niveau d'ingestion pour le démarrage et la finition a été pris en compte lors de la fabrication des aliments:

- 1 kg d'aliment / sujet de 0 à 3 semaines,
- 3 kg d'aliment / sujet de 4 à 6 semaines.

Ainsi, pour chaque ration, 50 kilogrammes ont été préparés pour le démarrage et 150 kilogrammes pour la finition.

La préparation des aliments (broyage et mélange) a été effectuée au Centre National d'Aviculture de Mbao à l'aide d'un broyeur-mélangeur. Les différents intrants ont été broyés un à un et séparément, puis le mélange effectué après pesée selon les différentes proportions indiquées dans les formules alimentaires.

1. 3 - Prélèvements et mesures

1. 3. 1 - Quantités ingérées

Les quantités hebdomadaires ingérées ont été calculées, après pesée des quantités quotidiennes d'aliments distribués, et des refus à la fin de chaque semaine.

1. 3. 2 - Performances de croissance

Les poussins d'un jour ont été pesés à l'arrivée pour le calcul du poids moyen au démarrage. Ensuite, dans chaque lot, les sujets ont été pesés toutes les semaines, à partir de 8 heures du matin.

1. 3. 3 - Evénements sanitaires et mortalités

Tous les événements sanitaires survenus durant l'essai ont été régulièrement enregistrés: cas de paralysie, de mortalités, etc....

1. 3. 4 - Echantillonnage

Un échantillonnage a été effectué sur les matières premières et les aliments finis. Pour les matières premières, la collecte s'est faite auprès des fabricants (cas du tourteau d'arachide et de la farine de poisson) ou des distributeurs (cas du maïs et du phosphate bicalcique).

Les analyses ont été effectuées sur triple échantillonnage aussi bien pour les matières premières que les aliments finis.

1. 3. 5 - Analyse chimique

L'analyse des aliments a été effectuée au Laboratoire d'Alimentation–Nutrition de l'ISRA selon les méthodes conventionnelles (AOAC). Elle a porté sur la matière sèche (MS), les matières minérales (MM), les matières azotées totales (MAT), les matières grasses (MG), la cellulose brute (CB), le calcium (Ca) et le phosphore (P).

La teneur en MS des aliments a été déterminée par la perte de poids subie à la dessiccation à la chaleur. Un échantillon de 2 grammes d'aliment a été pesé et séché à l'étuve à 105°C pendant 24h.

Les MM ou cendres ont été obtenues après incinération de l'échantillon à 450°C pendant 24h. trois grammes d'échantillon ont été ensuite portés au four, en chauffant lentement afin d'avoir une carbonisation lente sans inflammation de la masse. Les cendres ont par la suite été refroidies à l'étuve à 103°C pendant 30 minutes, puis au dessiccateur avant d'être pesées.

Les MAT ou protéines brutes ont été déterminées par la méthode de Kjeldahl : un gramme d'échantillon a été minéralisé par de l'acide sulfurique concentré en présence d'un catalyseur (sélénium). Le minéralisat a été alcalinisé par une solution de soude à 40%. L'ammoniac libéré a été entraîné par distillation et recueilli dans un excès d'acide borique puis titré par de l'acide sulfurique 0,1N.

La CB a été dosée selon la méthode de Weende. Un gramme de l'échantillon a été pesé et soumis à deux attaques successives : acide (H_2SO_4 , 0,26N) et alcaline (KOH, 0,23N). Le résidu a été séché puis calciné. La perte de poids résultant de la calcination correspond à la cellulose brute de la prise d'essai.

La matière grasse a été dosée après extraction à l'éther éthylique. Cinq grammes de l'échantillon ont été pesés puis mis dans une cartouche de Kumagawa. L'extraction en deux phases a été faite avec 140 ml de solvant. Une première phase de 30 minutes pendant laquelle la cartouche a permis une pré-extraction de la matière grasse, et une seconde phase de 80 minutes pendant laquelle la

cartouche a surnagé. Le solvant a permis de récupérer la totalité de la MG. La matière grasse a été tarée après séchage du bêcher à l'étuve à 103°C pendant 1h.

L'extractif non azoté (ENA) a été calculé selon l'équation :

$$\text{ENA} = (\text{MO} - (\text{MAT} + \text{MG} + \text{CB}))$$

Le dosage du Ca et du P s'est effectué après une étape de minéralisation en phase sèche qui a été la même pour les deux éléments. Un gramme de l'échantillon finement broyé a été pesé et placé dans une capsule en silice, puis porté au four à 550°C pendant 6h. Les cendres blanches obtenues ont été attaquées par 5 ml d'HCl concentré. Après évaporation à sec, une deuxième attaque par 5 ml de H₂NO₃ a été réalisée. Après évaporation à sec de l'acide nitrique concentré, le substrat a été repris sous forme d'oxalate. Après séparation et lavage du précipité, l'acide oxalique formé en milieu sulfurique a été dosé par une solution titrée de permanganate de potassium.

Le dosage du phosphore s'est effectué par colorimétrie avec un spectrophotomètre à 430 nm.

Pour les matières premières, l'énergie métabolisable a été calculée selon la formule de Janssen (1988) :

- maïs :

$$\text{EM (kcal/kg MS)} = (15,15\text{MAT} + 35,75\text{MG} + 15,59\text{ENA}) / 0,418$$

- tourteau d'arachide :

$$\text{EM (kcal/kg MS)} = (12,42 + 25,20\text{MG} - 25,47\text{CB}) / 0,418$$

- farine de poisson :

$$\text{EM (kcal/kg MS)} = (1501 - 14,26\text{MM} + 17,61\text{MG}) / 0,418$$

Tableau VI : Composition rations formulées, en p. 100

	Aliment « démarrage »						Aliment « finition »					
	DI	DII	DIII	DIV	DV	DVI	FI	FII	FIII	FIV	FV	FVI
Maïs argentin	68,82	68,82	68,82	68,82		68,82	71,37	71,37	71,37	71,37		71,37
Maïs blanc local	-	-	-	-	68,82	-	-	-	-	-	71,37	-
Tourteau d'arachide non détoxifié « SONACOS »	18,35	-	-	-	18,35	18,35	15,29				15,29	15,29
Tourteau d'arachide détoxifié « SONACOS »	-	18,35	18,35	18,35	-	-	-	15,29	15,29	15,29		
Farine de poisson « Africazote »	7,14	7,14	7,14	-	7,14		7,14	7,14	7,14	-	7,14	-
Farine de poisson « Sénégal protéines »	-	-	-	7,14	-	7,14	-	-	-	7,14	-	7,14
Huile d'arachide « Niani » de la « SONACOS »	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04
Lysine ¹	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Méthionine ²	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
Phosphate bi calcique	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	-	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	-
Complément minéral et vitaminé ³	3,06	3,06	3,06	3,06	3,06	3,27	3,06	3,06	3,06	3,06	3,06	3,27
Sel marin	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

¹ : Monohydrochloride de L lysine, CJ Corp, Seoul, Korea

² : DL méthionine, RhodimetTM NP 99 (DLM 99 %)

³ : Commercialisé par le Complexe avicole de MBao

CHAPITRE II : RESULTATS - DISCUSSION

1 - Résultats

1. 1 – Composition chimique des principales matières premières

1. 1. 1 – Le maïs

L'étude comparative de la composition chimique des deux types de maïs analysés (le maïs argentin et le maïs local) montre une légère différence entre les valeurs bromatologiques.

Le maïs local a un taux d'humidité plus élevé (5,11% MS) que celui du maïs argentin (2,95% MS). Il présente une teneur plus élevée en protéines (9,93%) et en matières grasses (4,67% MS), et est aussi légèrement plus riche en cellulose brute (3,36% MS) et en insoluble chlorhydrique (0,10% MS) que le maïs argentin.

Les teneurs moyennes respectives en matières grasses et en protéines sont de 4,38% MS et 7,99% MS pour le maïs argentin. Le contenu en extractif non azoté du maïs argentin (76,60% MS) a été significativement ($p < 0,05$) supérieur à celui du maïs local.

L'énergie métabolisable du maïs argentin (3453 kcal/kg MS) a été supérieure à celle du maïs local (3383 kcal/kg MS).

La teneur en calcium du maïs local est supérieure à celle du maïs argentin.

Tableau VII : Composition chimique (en % MS) et valeur nutritive (en kcal /kg MS) des échantillons de maïs

Origine	HB	MS	MG	MAT	CB	ENA	MM	IN.C	Ca	P	Lys	Met	EM
Moy. (Argentin)	2,95	93,78	4,38	7,99	2,65	76,60	1,51	0,07	0,07	0,35	0,23	0,17	3453
Ecart-type	2,41	1,81	0,78	0,55	0,42	2,51	0,07	0,07	0,05	0,05	0,02	0,01	103
CV	81,69	1,93	17,80	6,88	14,05	3,28	4,64	100	71,43	14,29	8,70	5,88	2,98
Moy. (Local)	5,11	89,65	4,67	9,93	3,36	70,33	1,37	0,10	0,19	0,28	0,29	0,21	3383
Ecart-type	0,38	0,98	0,12	0,34	0,12	1,08	0,17	0,10	0,07	00	0,01	0,00	36
CV (en %)	7,43	1,09	2,57	3,42	3,57	1,54	12,40	100	36,84	00	3,45	0,00	1,06

CV = coefficient de variation

1. 1. 2 – Le tourteau d’arachide

L’humidité brute des échantillons de tourteau d’arachide (tableau VIII) a été faible, 4,05 et 4,14% du produit brut, respectivement pour le tourteau non détoxifié et le tourteau détoxifié.

Le tourteau d’arachide est caractérisé par une bonne teneur en protéines (47,45 et 50,12% MS) et une faible fraction de matières minérales (6,38 et 6,95% MS) ; le taux de cellulose brute n’est pas négligeable (13,21 et 13,68% MS) respectivement pour le tourteau non détoxifié et le tourteau détoxifié.

Le tourteau d’arachide est riche en protéines mais la lysine et méthionine sont faiblement représentées avec des concentrations respectives de 1,62% MS et 0,47% MS pour le tourteau non détoxifié, 1,71 et 0,50% MS pour le tourteau détoxifié. Il est nécessaire de tenir compte de ce déficit en cas d’utilisation du tourteau d’arachide comme seule source de protéines dans les formules alimentaires pour volailles.

La valeur énergétique moyenne (2170 kcal/kg MS) est identique pour les deux types de tourteau d’arachide. La détoxification n’a pas d’influence sur les paramètres analytiques du tourteau d’arachide.

Tableau VIII : Composition chimique (en % MS) et valeur nutritive (en kcal/kg MS) des échantillons de tourteau d’arachide

	HB	MS	MG	MAT	CB	ENA	MM	IN.C	Ca	P	Lys	Met	EM
Tourteau d’arachide non détoxifié													
Moyenne	4,05	94,82	1,63	47,45	13,21	26,21	6,38	1,47	0,24	0,74	1,62	0,47	2170
Ecart-type	2,88	0,96	0,37	3,64	0,51	3,07	0,35	0,23	0,06	0,07	1,13	0,04	127
CV (%)	71,11	1,01	22,70	7,67	3,86	11,71	5,49	15,64	25,00	9,46	69,7	8,51	5,85
Tourteau d’arachide détoxifié													
Moyenne	4,14	94,98	1,48	50,12	13,68	22,74	6,95	1,79	0,20	0,75	1,71	0,50	2170
Ecart-type	2,52	1,65	0,71	2,23	4,02	3,40	0,74	0,34	0,06	0,15	0,07	0,02	134
CV (%)	60,87	1,74	47,97	4,45	29,38	14,95	10,65	18,9	30,0	20,0	4,09	4,00	6,17

1. 1. 3 – La farine de poisson

L’humidité brute de la farine industrielle de poisson a été peu variable entre les deux fabriques : 3,40% pour le produit de « Africazote » et 3,90% pour celui de « Sénégal protéines ».

Le produit de « Africazote » a été significativement plus riche en matières grasses ($p < 0,05$) que celui de « Sénégal protéines » avec respectivement 8,06 et 4,98% MS.

En ce qui concerne la variabilité de la teneur en protéines, la farine de « Africazote » a été plus stable avec un coefficient de variation de 8,8 contre 18,06 % pour celui de « Sénégal protéines ». En effet, la farine de poisson est riche en lysine et en méthionine avec des teneurs moyennes respectives de 4,08% MS et 1,51% MS pour le produit « Africazote » et 4,41% MS et 1,65% MS pour « Sénégal protéines » (tableau IX).

Tableau IX : Composition chimique (en % MS) et valeur nutritive (kcal/Kg MS) des échantillons de farine industrielle de poisson

	HB	MS	MG	MAT	MM	IN.C	Ca	P	Lys	Met	EM
Farine « Africazote »											
Moyenne	3,40	96,00	8,06	54,10	25,34	1,37	7,04	4,39	4,08	1,51	3069
Ecart-type	1,20	1,66	2,66	4,80	1,90	0,64	0,69	0,30	0,30	1,13	126
CV (%)	35,29	1,73	33,00	8,8	7,50	46,72	9,80	6,83	7,35	74,83	4,10
Farine « Sénégal protéines »											
Moyenne	3,90	94,42	4,98	58,53	25,34	2,42	7,59	4,32	4,41	1,65	2936
Ecart-type	1,88	6,15	1,24	10,57	10,79	1,48	0,53	0,23	0,37	0,14	214
CV (%)	48,20	6,51	24,90	18,06	42,58	61,16	6,98	5,32	8,39	8,48	7,28

1. 1. 4 - Le phosphate bicalcique

L'analyse du phosphate bicalcique s'est effectuée sur un seul échantillon. Les résultats sont consignés dans le tableau X ci - après :

Tableau X : Composition chimique (en % MS) du phosphate bicalcique

Nature	HB	MS	MM	IN.C	Ca	P
Phosphate bicalcique						
Moyenne	1,83	98,13	92,80	2,16	25,52	17,69
Ecart-type	0,04	-	1,15	1,43	1,39	0,71
CV	2,18	-	1,24	66,20	5,44	4,01

1. 2 – Composition chimique des aliments

Pour l'aliment démarrage, les teneurs en protéines brutes et en énergie métabolisable (tableau XI) ont été inférieures aux recommandations dans toutes les rations.

Les taux de matière grasse ont été supérieurs aux recommandations (5%) dans les rations II, III, V et VI.

Le taux de cellulose brute n'a pas atteint la limite à ne pas dépasser de (5%) sauf pour les rations IV et VI qui ont titré respectivement 5,28 et 5,58% de cellulose brute. Le dépassement a été donc très léger.

Les teneurs en calcium et phosphore ne répondent pas aux recommandations, les rapports phosphocalciques ont dépassé les recommandations (1,45) dans toutes les rations.

**Tableau XI : Composition chimique (% MS) et valeur nutritive des rations
« démarrage »**

Aliments	MS	MG	MA	CB	MM	Ca	P	EM*	Ca/P
Ration I	91,8	4,72	18,0	4,62	5,78	1,15	0,67	3242	1,72
Ration II	91,8	5,22	18,7	4,74	7,33	1,44	0,90	3194	1,60
Ration III	92,8	5,33	17,2	4,96	5,46	1,00	0,65	3297	1,54
Ration IV	91,7	4,85	18,2	5,28	7,74	1,70	0,86	3104	1,98
Ration V	92,7	5,76	21,2	4,90	6,67	1,61	0,80	3231	2,01
Ration VI	91,8	5,65	19,6	5,58	6,79	1,39	0,78	3162	1,78
Rations VII, VIII	90,5	3,62	19,7	4,22	7,40	1,92	0,78	3096	2,46

* kcal/kg MS

Pour l'aliment finition, l'énergie métabolisable est inférieure aux recommandations (Larbier et Leclercq, 1992). Les taux protéiques sont inférieurs aux recommandations pour les rations formulées alors qu'ils sont en dépassement dans l'aliment « Sentenac ».

Les teneurs en cellulose brute sont conformes aux apports recommandés (maximum de 5%) dans les rations III, VII et VIII.

En ce qui concerne le rapport phosphocalcique, les valeurs trouvées sont largement supérieures aux recommandations (1,3 - 1,4) pour les rations III, IV, VII et VIII. Elles sont proches des normes dans les autres rations.

**Tableau XII : Composition chimique (% MS) et valeur nutritive des rations
« finition»**

Aliments	MS	MG	MA	CB	MM	Ca	P	EM*	Ca/P
Ration I	91,7	3,52	17,3	5,65	6,38	0,95	0,77	3162	1,23
Ration II	89,7	4,92	17,6	5,84	7,93	1,34	1,1	3112	1,22
Ration III	93,0	3,15	17,1	4,28	6,84	1,71	0,89	3185	1,92
Ration IV	91,3	4,75	18,7	6,30	6,14	1,60	0,96	3148	1,66
Ration V	94,0	5,26	18,0	5,17	7,01	1,11	0,80	3125	1,98
Ration VI	90,8	4,25	16,0	8,08	8,78	1,38	0,98	3012	1,78
Ration VII	91,6	3,20	19,9	4,87	8,00	2,28	0,83	3037	2,75
Ration VIII	92,4	3,28	19,7	4,57	7,20	1,86	0,74	3130	2,51

* kcal/kg MS

1. 3 – Consommation alimentaire et indice de consommation

La consommation alimentaire a augmenté dans tous les lots avec l'âge des poulets. En début d'essai, la consommation moyenne par sujet a été pratiquement identique pour tous les lots. Sur la période totale de l'essai, le niveau d'ingestion du lot VIII (aliment Sentenac granulé) a été le plus élevé (figure 1), suivi du lot VII (aliment Sentenac en poudre). Le niveau de consommation le plus faible a été enregistré dans le lot VI. Les poulets du lot VIII ont également eu le meilleur indice de consommation (tableau XIII).

1. 4 – Performances de croissance

D'importantes variations ont été notées dans l'évolution pondérale des poulets (figure 2).

Sur la période totale de l'essai, le lot VIII a présenté la vitesse de croissance la plus élevée, et la démarcation a été très nette à partir de la deuxième semaine d'élevage.

La comparaison de l'évolution pondérale des lots alimentés avec les rations formulées (I à VI) montre que :

- durant la période de démarrage le lot III (ration avec du maïs importé, du tourteau détoxifié et la farine de poisson « Africazote ») a connu le plus fort gain de poids. Le lot VI (ration avec du maïs importé, du tourteau non détoxifié et la farine de poisson « Sénégal protéines ») a enregistré le plus faible gain de poids ;

- durant la période de finition le lot V (maïs local, tourteau non détoxifié et farine de poisson « Africazote ») a présenté le plus fort gain et le lot VI est resté avec le plus faible poids vif.

1. 5 – Mortalités et problèmes pathologiques

Sur la période totale de l'essai, un taux de mortalité de 5,6% a été enregistré, dont 3,5% en démarrage et 2,1% en finition. Le lot VII a accusé la plus forte mortalité avec 11 cas au total. Des cas de paralysie ont été enregistrés dans tous les lots sauf le lot VII. Les lots VI et IV ont eu le plus grand nombre de sujets atteints soit respectivement 16 et 6 cas (tableau XIII).

2 - Discussion

2. 1 – Qualité nutritionnelle des matières premières

2. 1. 1 – Le maïs

Comparées aux résultats de la bibliographie, les valeurs énergétiques obtenues (3383 kcal/kg MS pour le maïs local, et 3453 kcal/kg MS pour le maïs argentin) sont très proches de celles publiées par certains auteurs dont Nir (2003) (3350 kcal/kg MS), Larbier et Leclercq (1992) (3350 à 3430 kcal/kg MS) et Buldgen (1996) (3300 kcal/kg MS).

Le maïs local a une teneur en énergie métabolisable comparable à celle évoquée par Nir (2003). Par contre, le maïs argentin a des teneurs assez proches des valeurs indiquées par Larbier et Leclercq (1992) (3300 kcal/kg).

En ce qui concerne la cellulose brute, les teneurs obtenues pour le maïs local (3,36% MS) sont assez similaires à celles rapportées par Nijimbère (2003) (3,46% MS). Le maïs importé renferme moins de cellulose brute avec une teneur moyenne de 2,65% MS presque identique à celle du maïs importé analysé par Nijimbère (2003) (2,62% MS).

La fraction minérale (1,37 et 1,51% MS) des deux types de maïs étudiés est assez similaire aux valeurs (1,35 à 1,50% MS) publiées par les auteurs (Larbier et Leclercq 1992, INRA 1989, Mongodin et Taccher 1979). Par contre, Nijimbère (2003), obtient des teneurs en matières minérales supérieures aux résultats (3,15% MS pour le maïs local et 2,62% MS pour le maïs local sélectionné).

2. 1. 2 – Le tourteau d'arachide

Les teneurs en protéines (47,45 et 50,12% MS) obtenues pour le tourteau d'arachide industriel sont similaires à celles rapportées par Nijimbère (2003), Llorca (1995), INRA (1989) et Mongodin et Tacher (1979) qui sont

respectivement de l'ordre de 47,49% MS, 51,71% MS, 49,2% MS et 49,8% MS. Ces teneurs sont néanmoins inférieures à celles de Larbier et Leclercq (1992), Smith (1987) comprises entre 52,0 et 54,0 %MS. Le tourteau produit par les huileries du Sénégal est plus riche en cellulose brute (13,21 et 13,68% MS) comparé aux tourteaux d'extraction retrouvés dans la littérature (INRA, 1989 ; Smith, 1987) qui titrent des teneurs en cellulose brute de l'ordre de 5,0 à 10,0% MS.

2. 1. 3 – La farine de poisson

On a noté une grande variabilité de la qualité du produit qui ne correspond pas à celle des tables des pays développés consultées (Larbier et Leclercq, 1992 ; INRA, 1989).

Comparée aux données bibliographiques, la farine de « Africazote » offre un taux de matières grasses (8,06% MS) comparable à la valeur rapportée par Nijimbère (2003) (9,91% MS) sur la farine de poisson industrielle. Par contre, les teneurs en protéines de « Africazote » (54,10% MS) et de « Sénégal protéines » (58,53% MS) sont inférieures à celles de la farine de poisson industrielle communément rapportées dans la littérature (tableau III).

2. 1. 4 – Les sources de minéraux

La teneur en calcium du phosphate bicalcique est proche de celle de Larbier et Leclercq (1992) qui est de 26,26% MS. le phosphate bicalcique présente une bonne bio-disponibilité pour le phosphore (90%).

2. 2 – Qualité nutritionnelle des aliments et performances zootechniques

Sur la durée totale d'élevage, les poulets recevant l'aliment « Sentenac » ont eu les meilleurs indices de consommation (IC) respectivement de 2,41 et 2,54 et les gains de poids les plus élevés. Il s'agit de l'aliment du commerce utilisé comme aliment de référence. Ces résultats sont dus à la maîtrise technique de la préparation et à la qualité des matières premières.

A l'opposé, les poulets du lot VI ont eu l'IC le plus élevé (4,74) et le plus faible niveau de consommation sur la période totale de l'élevage, la tendance a été surtout nette pendant la période de finition.

La comparaison entre lots donne les indications suivantes :

- entre les rations I et II : elles diffèrent selon la nature du tourteau d'arachide. L'aliment II, renfermant le tourteau détoxifié, est plus riche en protéines brutes mais moins énergétique.

Sur la période totale de l'essai, le niveau d'ingestion est plus élevé pour le lot II (3029,6 vs 2952,6 g.) qui a eu aussi le meilleur IC.

- Entre les rations III et IV : Elles diffèrent de par l'origine de la farine de poisson.

L'aliment IV qui contient la farine de poisson « Sénégal protéines » est plus riche en protéines et est moins énergétique que la ration III.

Sur la période totale d'élevage, le niveau d'ingestion et le gain de poids les plus faibles ont été enregistrés avec la ration IV dont le taux de CB est en dépassement par rapport aux recommandations.

- Entre les rations I et V : Elles diffèrent selon l'origine du maïs. Leurs teneurs en énergie métabolisable sont quasi identiques. La teneur en protéine est plus élevée dans la ration avec le maïs local (ration V).

Sur la période totale d'élevage le lot alimenté avec la ration V a enregistré le niveau d'ingestion le plus élevé et le meilleur IC. Toutefois au démarrage où les taux de CB sont conformes aux recommandations on note le même IC (2,3).

Lors de la finition on note un dépassement du taux de CB surtout avec la ration I, le niveau d'ingestion du lot V devient supérieur à celui du lot I. Le lot V présente aussi un meilleur IC.

L'analyse ci-après montre l'impact des variations de la qualité des matières premières sur les performances zootechniques. Elle a mis en évidence l'influence de la teneur en énergie sur le niveau de consommation et le rôle des protéines notamment celui des acides aminés. Le taux de CB explique en partie ces différences car la CB dans les aliments limite leur utilisation digestive.

Les problèmes de paralysie enregistrés peuvent s'expliquer par les déséquilibres phosphocalciques. Pour l'ensemble des rations on a noté un excès en calcium, le phosphore disponible n'a pas été dosé. Or le calcium est d'autant moins absorbé que sa concentration dans l'aliment est élevée et celle du phosphore est faible.

Tableau XIII : Performances zootechniques des poulets

	RI	RII	RIII	RIV	RV	RVI	RVII	RVIII
Période de démarrage								
Quantités ingérées, g	804,86	793,31	834,26	803,95	814,38	744,59	934,50	891,45
Poids vif à 21 jours, g	403,80	421,11	453,10	376,21	407,22	276,94	635,30	634,92
GMQ, g/animal	17,20	18,03	19,55	15,89	17,37	11,16	28,23	28,21
IC	2,23	2,10	2,03	2,41	2,23	3,18	1,58	1,50
Nombre de sujets morts	1	3	4	1	2	0	7	3
Période de finition								
Quantités ingérées, g	2147,74	2236,29	2258,9	1463,21	2314,76	2085,58	2738,94	2900,73
Poids vif à 42 jours, g	1009,50	1042,01	956,34	748,66	1076,66	639,04	1489,48	1618,61
GMQ, g/animal	28,84	29,57	23,96	17,74	31,86	17,24	40,68	46,84
IC	3,55	3,60	4,49	3,93	3,46	5,76	3,21	2,95
Nombre de sujets morts	2	1	1	0	0	2	4	3
Période totale								
Quantités ingérées, g	2952,60	3029,60	3093,16	2267,16	3129,14	2830,17	3674,44	3792,18
GMQ, g/animal	23,02	23,80	21,76	16,81	24,61	14,20	34,45	37,53
IC	3,05	3,03	3,38	3,21	3,03	4,74	2,54	2,41
Nombre de paralysies	6	12	6	15	3	16	0	3
Mortalités	3	4	5	1	2	2	11	6

CONCLUSION

Le développement de la filière avicole au Sénégal passera nécessairement par une maîtrise de l'alimentation qui représente la charge la plus élevée soit 60 à 80 % des coûts de production des poulets.

La conduite de ces essais s'était fixée comme objectif de mettre en évidence l'effet de la variabilité des matières premières liée à leur origine et l'impact sur les performances zootechniques des poulets de chair.

L'analyse chimique met en évidence une grande variabilité de la composition et de la valeur nutritive de la plupart des matières premières utilisées lors de la formulation.

Le maïs local renferme plus de protéines (9,93% MS vs 7,99% MS) et de matières grasses (4,67% MS vs 4,38% MS) que le maïs argentin importé qui est plus riche en extractif non azoté d'où son énergie métabolisable plus élevée (3453 vs 3383 kcal/kg MS).

Le tourteau d'arachide industriel SONACOS constitue une source de protéines intéressante qui renferme néanmoins des taux élevés de cellulose brute (13,68%). Aussi, son taux d'incorporation dans les aliments pour volailles doit être bien raisonné pour limiter l'apport de cellulose brute qui diminue son niveau énergétique et la digestibilité de ses protéines.

La farine de poisson industrielle donne des teneurs en protéines et un profil aminé intéressants en alimentation des volailles. Il a été noté une variation, par rapport aux données bibliographiques, liée à la nature des produits de base et à la technique de fabrication.

Les rations formulées, avec les mêmes matières premières mais d'origine différente, ont montré des variations importantes tant du point de vue de la composition chimique que des résultats zootechniques obtenus. Ceci justifie toutes les précautions à prendre lorsqu'il s'agit de procéder à des substitutions.

Au total, ce travail apporte un éclairage sur la qualité nutritionnelle des principales matières premières utilisées en alimentation des volailles au Sénégal et les limites dans leur interchangeabilité du fait des variations importantes de leur composition chimique.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANSELME B., 1987. Aliments composés pour volaille au Sénégal : situation actuelle à son amélioration par une meilleure valorisation des ressources locales. Thèse : Méd. Vét. : Toulouse ; 103.

BULDEN A. ; PARENT R. ; STEYARERT P. et Le Grand D., 1996. Aviculture semi-industrielle : guide pratique. – Gembloux : les presses agronomiques de Gembloux. - 122 p.

CARRE B., 1997. Les qualités des graines de légumineuses en nutrition aviaire. (27 – 32) in : 2^{ème} journée de la recherche avicole, Tours, France, 8-10 avril.

CISSE M. ; CARDINALE E. ; LY C. ; GUEYE F. et DIENG A., 2003. Constraints of periurban poultry production in Senegal. AITVM, July International Congress, Kuala – Lunpur, Malaysia.

CISSE M.; LY I.; ARBELOT B. et N'DOYE ND., 1997. Caractéristiques analytiques des aliments de volaille commercialisés au Sénégal. Rev. Méd. Vét., 148 : 883 - 892.

DIENG A., 2001. Intérêt d'un référentiel sur la composition des matières premières. Séminaire atelier de lancement du projet de développement intégré de l'aviculture périurbaine. Octobre, Dakar.

FAO, 1993. Le maïs dans la nutrition humaine. – Rome : FAO. – 12p. – (Collection FAO alimentation et nutrition ; 25).

FERNANDO R., 1969. Alimentation du poulet de chair et de la poule pondeuse. – Paris : Ed. Vigot et frères. - 197p.

GUALTIERI M. et RAPACCIONI S., 1990. Sorghum grain in poultry feeding. World's poultry science, 10 : 246 – 252.

GUERIN H. ; MAIGNAN G. et RASAMBAIARIVO J. H., 1990. L'alimentation du bétail à Madagascar, les ressources en matières premières, leur utilisation par l'élevage, action à mener pour le développement durable des productions animales. Vol. II : Antananarivo : Ministère de la production animale. - 324 p.

LARBIER M. et LECLERQ B., 1992. Nutrition et alimentation des volailles. – Paris : INRA. - 355 p.

LLORCA A., 1995. Les issues du riz, les sons de mil et de maïs, les tourteaux d'arachides et les farines de poissons du SENEGAL. Mémoire : DESS Productions animales en régions chaudes : IEMVT/INA/ENVA.

LY C., 2001. Les enjeux d'une politique avicole pour le Sénégal. Séminaire atelier de lancement du projet de développement intégré de l'aviculture périurbaine. Octobre, Dakar.

MONGODIN B. et TACHER G., 1979. Les sous-produits agro-industriels utilisés dans l'alimentation animale au Sénégal. – Maisons-Alfort : IEMVT – Rapport n° 28..

NIJIMBERE A., 2003. Variabilité de la composition chimique et de la valeur alimentaire des matières premières et aliment utilisés et potentiellement utilisables en aviculture dans la zone des Niayes au Sénégal. Mémoire ingénieur : Productions animales : ENSA (Thiès).

NIR, 2003. Cours international sur la production avicole intensive. Alimentation et nutrition des volailles. - 124 p.

PUGLIESE P.L., 1989. Les graines de légumineuses d'origine tropicale en alimentation animale. – Maisons-Alfort : IEMVT. – (Etudes et synthèses).

SAUVEUR B., 1989. Phosphore phytique et phytases dans l'alimentation des volailles. INRA Prod. Anim., 2 : 343 - 351.

SMITH A. J., 1992. L'élevage de la volaille. Paris : Ed. Maisonneuve & Larose. - 110 p.

VIAS G., 1995. Contribution à l'étude comparée de la valeur nutritive du maïs (zea mays) et des sorghos (Sorghum vulgare) dans la ration des poulets de chair en zone tropicale sèche. Thèse : Méd. Vét. : Dakar, 57.

YO T.; PICARD M.; GUERIN H. et DAUVILLIERS P., 1994. Free choice (whole cereals grain + pelleted complementary feed) of broilers under hot climate. Revue Elev. Méd. Vét. Pays tropicaux, 47 : 319 – 327.

Yo T., 1988. Le manioc dans l'alimentation des poulets de chair. Effets sur la croissance et le coût de la ration. Abidjan : IDESSA. - 9p.

ANNEXES

Figure 1 : EVOLUTION DE LA CONSOMMATION JOURNALIERE MOYENNE PAR ANIMAL AU COURS DE L' ESSAI ALIMENTAIRE

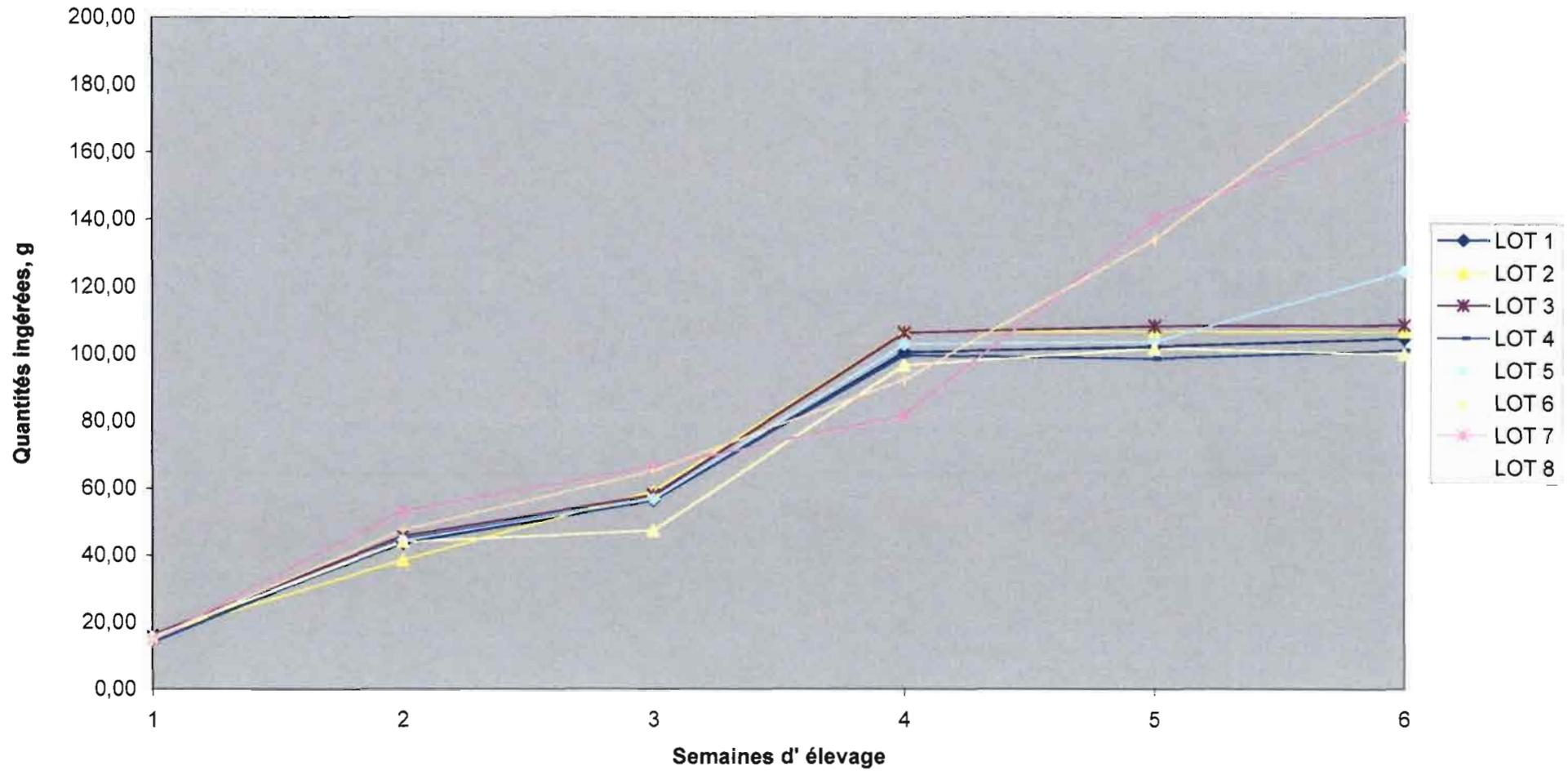
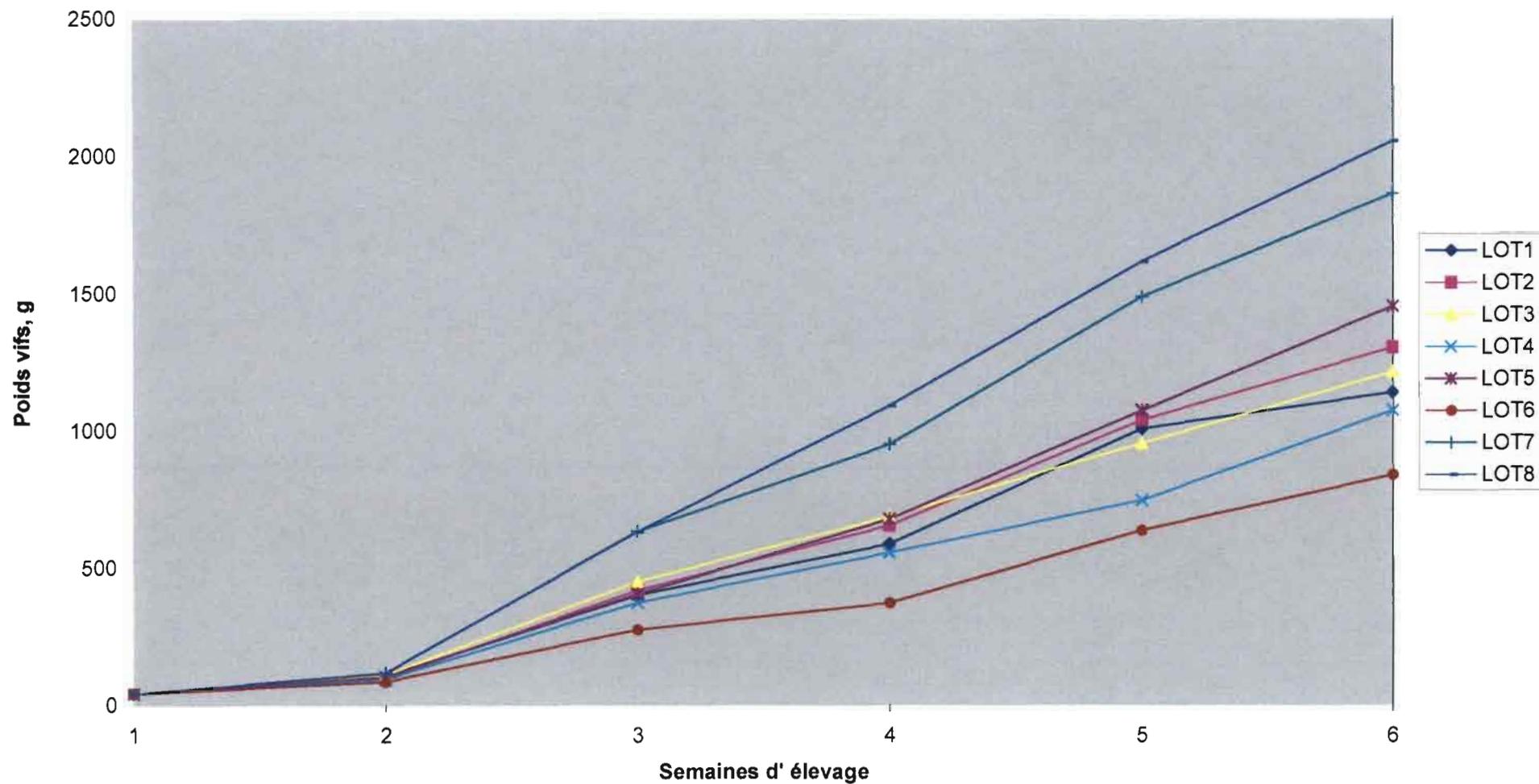


Figure 2 : EVOLUTION PONDERALE DES POULETS AU COURS DU TEST DES RATIONS ALIMENTAIRES



Variation de la qualité nutritionnelle des principales matières premières utilisées en alimentation de la volaille au Sénégal :
Impact sur les performances zootechniques chez le poulet de chair

RESUME

Cette étude s'est fixée comme objectif d'étudier les variations de la qualité nutritionnelle des principales matières premières en alimentation aviaire et leur impact sur les performances zootechniques du poulet de chair

400 poussins répartis en 8 lots et alimentés, deux fois par jour, avec de l'aliment démarrage de 0 à 21 jours d'âge et l'aliment croissance et finition de 21 jours à 45 jours d'âge. Les lots 1 à 6 ont reçu les aliments formulés et les lots 7 et 8 l'aliment « Sentenac » utilisé comme aliment de référence.

L'analyse chimique a donné les résultats ci-après : Comparé au maïs argentin importé, le maïs local est plus riche en protéines (9,93 vs 7,99%) et matière grasse (4,67 vs 4,38%). La teneur en énergie est plus élevée dans le maïs importé (3453 vs 3383 kcal/kg).

Le tourteau d'arachide renferme un taux élevé de cellulose (13,21%). Le tourteau traité contient plus de protéines que le non détoxifié (50,12 vs 47,45%) alors qu'ils ont un niveau énergétique est identique (2170 kcal/kg).

La farine de poisson « Africazote » a été moins riche que celle de « Sénégal protéines » en protéines (54,10 vs 58,53%) et plus riche en énergie (3069 vs 2936%).

Les gains de poids les plus élevés (1576,12 et 1446,99 g) ont été obtenus avec l'aliment « Sentenac », suivi de la ration V (1034,17 g) intégrant le maïs local, le tourteau d'arachide détoxifié et la farine de poisson « Africazote ». Le plus faible gain de poids (596,55 g) a été obtenu avec la ration VI constituée de maïs importé, de tourteau d'arachide détoxifié et de farine de poisson « Sénégal protéines ».

Les animaux régulent leur consommation selon le niveau énergétique de la ration. Ils ont tendance à l'augmenter quand le taux énergétique est faible. D'autre part, la productivité est dépendante du taux protéique et des acides aminés.

L'étude a mis en évidence la nécessité d'utiliser les valeurs chimiques correctes des ingrédients lors de la formulation des rations. Ceci implique un contrôle des principales matières premières entrant dans les rations des volailles.

Mots-clés : matières premières, variations de qualité, poulets de chair, performances de croissance, indice de consommation.

Alpha Mamadou Sow
e-mail : alpha_sow@caramail.com Phone : 633 33 37

Nutritive value variation of major raw materials used in poultry feed in Senegal:
Impact on live weight performance of broiled chickens

SUMMARY

This experiment was conducted to investigate the nutritional variation of raw materials used to feed chickens and to assess live weight performance of broiled chickens.

400 chicks were allocated to eight groups. The program for using the feeds as twice included starter feed from one day until 21 days of age; grower feed from 21 days until the birds are 45 days of age. Groups 7 to 8 were fed with "Sentenac" diet (reference ration) and the rest with formulated diet.

Chemical analysis of raw materials indicate results as follows:

Compared to imported corn the local one gave more crude proteins (9,93 vs. 7,99%) and fat (4,67 vs. 4,38%). However energy is higher in the imported corn (3453 vs. 3383 kcal/kg).

Peanut cake has a high level in fibre (13,21%). Crude proteins content is higher in treated peanut cake than untreated (50,12 vs. 47,45%); the energy concentration (2170 kcal/kg) is equivalent for the two types of peanut.

Fish meal: crude protein was 58,53 and 54,10% respectively for "Senegal proteins" and "Africazote". Energy concentration is higher in "Africazote" fish meal (3069 vs. 2936 kcal/kg).

The highest weight gains at 42 days (1576,12 et 1446,99 g) are due to the commercial feed "sentenac"; followed by the ration Vth (1034,17 g) including local corn, treated peanut cake and "Africazote" fish meal. The smallest weight gain (596,55 g) is obtained with the diet VIth: imported corn, treated peanut cake and "Senegal proteins" fish meal.

Chickens regulate their feed consumption according to diet energy contents. There is, however, a tendency to increase consumption when dietary concentrations are low. The productivity is also dependant on its daily intake of proteins and amino acids.

It's essential to formulate feeds using correct nutrient values for each ingredient. This implies that a monitoring and control program must be used for all major raw materials going into the diet.

Key words: raw materials, nutritive value variation, broiled chickens, live weight Performance, feed conversion ratio.

Alpha Mamadou Sow
e-mail : alpha_sow@caramail.com Phone : 633 33 37