

ECOLE INTER ETATS DES SCIENCES ET MEDECINE VETERINAIRES

ANNEE : 1989

N° 30



ECOLE INTER-ETATS
DES SCIENCES ET MEDECINE
VETERINAIRES DE DAKAR
RUE D'ESTERHUI

**ANALYSE BROMATOLOGIQUE DU TOURTEAU DE SAFOU
EN VUE DE SON UTILISATION EN ALIMENTATION ANIMALE :
RESULTATS PRELIMINAIRES.**

THESE

Pour Obtenir le Grade de **DOCTEUR VETERINAIRE**

(**DIPLOME D'ETAT**)

présentée et soutenue publiquement
devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar.

le 18 Juillet 1989

par

Jeannin Patrick NDAMBA

né le 20 Décembre 1959 à Brazzaville (Congo)

PRESIDENT DU JURY : M. Doudou BA , Professeur à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de DAKAR .

RAPPORTEUR : M. Alassane SERE , Professeur à l'E.I.S.M.V

MEMBRES : M. Thomas SILOU , Docteur ès - Sciences, Professeur à la Faculté des Sciences de Brazzaville

M. Pap' El Hassan DIOP , Professeur Agrégé à l'EISMV.

DIRECTEURS DE THESE :

M. Roberto PARIGI - BINI , Professeur à l'Institut de Zootechnie de l'Université de Padoue (ITALIE)

M. COULIBALY Mamadou , Docteur Vétérinaire, Directeur du Laboratoire Central de Nutrition Animale d'Abidjan.

LISTE DU PERSONNEL ENSEIGNANT
=====

I - PERSONNEL A PLEIN TEMPS

1 - ANATOMIE - HISTOLOGIE - EMBRIOLOGIE

Kondi M.AGBA	Maître de Conférence Agrégé
Jean-Marie Vianney AKAYEZU	Assistant
Pathé DIOP	Moniteur

2 - CHIRURGIE - REPRODUCTION

Papa El Hassan DIOP	Maître de Conférence Agrégé
Franck ALLAIRE	Assistant
Moumouni QUATTARA	Moniteur

3 - ECONOMIE - GESTION

Cheikh LY	Assistant
-----------	-----------

4 - HYGIENE ET INDUSTRIE DES DENREES ALIMENTAIRES
D'ORIGINE ANIMALE (HIDAOA)

Malang SEYDI	Maître de Conférences Agrégé
Serge LAPLANCHE	Assistant
Saidou DJIMRAO	Moniteur

5 - MICROBIOLOGIE-IMMUNOLOGIE-PATHOLOGIE
INFECTIEUSE

Justin Ayayi AKAKPO	Professeur
Madame Rianatou ALAMBEDJI	Assistante
Pierre BORNAREL	Assistant de recherches
Julien KOULDIATI	Moniteur

6 - PARASITOLOGIE - MALADIE PARASITAIRE-ZOOLOGIE

Louis Joseph PANGUI	Maître de Conférences Agrégé
Jean BELOT	Maître Assistant
Salifou SAHIDOU	Moniteur

7 - PATHOLOGIE MEDICALE-ANATOMIE PATHOLOGIQUE ET CLINIQUE AMBULANTE

Théodore ALOGNINOUIWA	Maître de Conférences Agrégé
Roger PARENT	Maître Assistant
Jean PARANT	Maître Assistant
Jacques GODFROID	Assistant
Yalacé Y. KABORET	Assistant
Ayao MISSOHOU	Moniteur

8 - PHARMACIE-TOXICOLOGIE

François A. ABIOLA	Maître de Conférences Agrégé
Lassina OUATARA	Moniteur

9 - PSYCOLOGIE-THERAPEUTIQUE-PHARMACODYNAMIE

Alassane SERE	Professeur
Moussa ASSANE	Maître Assistant
Mohamadou M. LAWANI	Moniteur

10 - PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES ET MEDICALES

Germain Jérôme SAWADGO	Maître de Conférences Agrégé
Samuel MINOULGOU	Moniteur

11 - ZOOTECHNIE - ALIMENTATION

Kodjo Pierre ABASSA	Chargé d'Enseignement
Moussa FALL	Moniteur

- CERTIFICAT PREPARATOIRE AUX ETUDES VETERINAIRES (CPEV)

Lucien BALMA	Moniteur
--------------	----------

II - PERSONNEL VACATAIRE

- BIOPHYSIQUE

René NDOYE	Professeur Faculté de Médecine et de Pharmacie Université Ch. A. DIOP
Madame Jaqueline PIQUET	Chargée d'enseignement Faculté de Médecine et de Pharmacie Université Ch. A. DIOP
Alain LECOMTE	Maître Assistant Faculté de Médecine et de Pharmacie Université Ch. A. DIOP
Madame Sylvie GASSAMA	Maître Assistante Faculté de Médecine et de Pharmacie Université Ch. A. DIOP

- BOTANIQUE - AGRO - PEDOLOGIE

Antoine NONGONIERMA	Professeur IFAN-Institut Ch. A. DIOP Université Ch. A. DIOP
---------------------	---

- ECONOMIE GENERALE

Oumar BERTE	Maître-Assistant Faculté des Sciences Juridiques et Economiques Université Ch. A. DIOP
-------------	---

III - PERSONNEL EN MISSION (prévu pour 1988-1989)

- PARASITOLOGIE

L. KILANI	Professeur ENV Sidi THABET (TUNISIE)
S.GEERTS	Professeur Institut Médecine Vétérinaire Tropicale ANVERS (BELGIQUE)

- PATHOLOGIE PORCINE
ANATOMIE PATHOLOGIQUE

A. DEWAELE	Professeur Faculté Vétérinaire de CURGHEM Université de LIEGE. (BELGIQUE)
------------	---

- PHARMACODYNAMIE GENERALE ET SPECIALE

P.L. TOUTAIN	Professeur Ecole Nationale Vétérinaire TOULOUSE (FRANCE)
--------------	--

- MICROBIOLOGIE-IMMUNOLOGIE

Melle Nadia HADDAD	Maître de Conférence Agrégé E.N.V. Sidi THABET (TUNISIE)
--------------------	---

- PHARMACIE-TOXICOLOGIE

L. EI BAHRI	Maître de Conférences Agrégé E.N.V. Sidi THABET (TUNISIE)
-------------	--

Michel Adelin J.ANSAY	Professeur Faculté de Médecine Vétérinaires Université de LIEGE (BELGIQUE)
-----------------------	---

- ZOOTECHNIE-ALIMENTATION

R. WOLTER	Professeur ENV ALFORT (FRANCE)
R. PARIGI BINI	Professeur Faculté des Sciences Agraires Université de PADOUE (ITALIE)

R. GUZZINATI

Technicien de laboratoire
Faculté des Sciences
Agraires
Université de PADOUE
(ITALIE)

- INFORMATIQUE STATISTIQUE

Dr. G. GUIDETTE

Technicien de la Faculté des
Sciences Agraires
Université de PADOUE
(ITALIE)

- BIOCHIMIE

A. RICO

Professeur
ENV Toulouse (FRANCE)

J E D E D I E

C E T R A V A I L . . .

Au tout puissant,

A MON PERE,

il a plut à Dieu de te rappeler à lui au moment où
l'enfant que j'étais avait besoin de ton Autorité
et de ton Amour.

Cet instant solennel qui est une étape de nos
ambitions communes, tu l'as attendu en vain. J'en
souffrirai toute ma vie.

Paix éternelle

A la mémoire de ma Grand-mère paternelle

A mes mères Charlotte et Ligan.

Dans un véritable coude à coude, vous avez fait de
moi un homme. Je ne saurai vous rendre votre dû,
Puisse ce travail témoigner de toute mon affection
et ma gratitude.

A mes grands parents maternels.

A mes frères et soeurs

A mes Tantes, Oncles, Cousins, Cousines, nièces et
neveux.

A Josué et Bébène

Toute mon admiration

A Awa KAMARA

Le hasard de notre rencontre est devenu une
nécessité.

Merci pour ton amour et pour tout ce que je te
dois.

Puisse Dieu faire de nous des hommes sur qui
compter

**A Melle Béatrice Ketchemen et à tous les étudiants
Camerounais des années 1982 à 1984.**

Le souvenir des années passées ensemble est plus
que vivant.

A Madame Julienne Niabia

A Mr et Madame Kamara et à leurs enfants à Abidjan

Le mot merci est trop fragile pour traduire la
joie que j'ai éprouvée durant tout mon séjour dans
votre maison.

A Mr et Madame Makouta - Mboukou

A mes frères en Christ du C.B.E.

A Mario, Antoinette et Mey.

Gloire à Dieu au plus haut des cieux

Au Docteur Noel Bombo

A mes Amis de l'INSSSA

- Bonheur Joseph
- Christian John
- Alain Pensé Gamassa

La soif d'apprendre nous a éparpillé. Courage !

A tous les étudiants Congolais au Sénégal
(anciens et nouveaux)

A Edgard Matadi, pour ta contribution à la réalisation
de ce modeste travail.

Aux étudiants Congolais de l'école vétérinaire
A Abdel, Roger Backidi, Dominique Ibara, Jean Jacques
NDZEMBA, Ikolakoumou, Opye, Mafouta, Passy.

Aux enseignants, à tout le personnel de l'EISMV,

au-delà de toute divergence, notre but est unique:
L'AVENIR de l'EISMV.

A tout le personnel du LACENA
Au Docteur Kipré, A Mr Dji, A Nicole, JB., Faty, Dorcas
et Yvonne.

A tous ceux qui ont contribué à la finition de ce
document, particulièrement Aïda, Simone, Charlotte.

Merci pour votre dévouement

Au Congo, mon pays natal,

puisse ce travail contribuer à panser tes plaies.

Au Sénégal,

je porte en moi le souvenir d'un séjour fructueux
et inoubliable. Une partie de mon histoire est
rattachée à ce pays respectueux de la liberté et
de la dignité humaines.

A NOS MAITRES ET JUGES

Pr. Doudou BA

Pr. Alassane SERE

Pr. SILOU Thomas

Pr. Pap'EL Hassan DIOP

Hommage respectueux. Vous avez une mission difficile et exaltante : Formez des esprits.

A nos Directeurs de thèse

Professeur Roberto Parigi-Bini,

En dépit du temps très court dont vous disposiez lors de vos missions à l'école vétérinaire de Dakar, vous avez accepté de guider ce travail. Nous vous sommes très reconnaissants.

Docteur Coulibaly Mamadou

Sous-Directeur de la Nutrition animale de Côte d'Ivoire et Directeur du LACENA.

Admiration et gratitude.

"PAR DELIBERATION, LA FACULTE ET L'ECOLE ONT DECIDE QUE LES OPINIONS EMISES DANS LES DISSERTATIONS QUI LEUR SERONT PRESENTEES, DOIVENT ETRE CONSIDEREES COMME PROPRES A LEURS AUTEURS ET QU'ELLES N'ENTENDENT LEUR DONNER AUCUNE APPROBATION, NI IMPROBATION".

SOMMAIRE

o-o-o-o-o

Pages

INTRODUCTION.....	1
PREMIERE PARTIE : Généralités sur le Safoutier	
Chapitre I : Eléments de botanique et répartition géographique.....	3
I. Eléments de botanique.....	3
1 Terminologie.....	3
2 Caractères morphologiques.....	4
II. Répartition géographique.....	14
Chapitre II : Intérêt socio-économique.....	15
I. Intérêt social.....	15
II. Intérêt économique.....	20
DEUXIEME PARTIE : Considération générale sur les tourteaux	
Chapitre I : Résumé des techniques de préparation des tourteaux et utilisation en alimentation animale	22
I. Technique de préparation.....	22
1 Traitements préalables.....	22
2 Technique d'extraction.....	22
II Utilisation en alimentation animale.....	25
Chapitre II : Importance économique.....	30
TROISIEME PARTIE : Analyse bromatologique du tourteau de Safou	
Chapitre I : Matériel et Méthodes.....	35
I Préparation du tourteau de Safo.....	39
1 Traitement préliminaire.....	39
2 Extraction du tourteau.....	40
3 Rendement en huile.....	41
II Méthodes analytiques.....	41
1 Principes généraux de l'analyse Weende..	46
2 Analyses complémentaires.....	48
Chapitre II : Résultats et Discussion.....	53
I Analyse Weende.....	54
II. Analyses complémentaires.....	60
1 Equilibre aminoacide.....	60

2	Eléments minéraux.....	67
3	Parois végétales.....	70
Chapitre III : Valeur alimentaire du tourteau de Safou....		74
	I. Estimation de la valeur énergétique.....	74
	II. Formulation des rations à moindre coût (simulation sur ordinateur).....	79
CONCLUSION :		88
BIBLIOGRAPHIE :		91

I N T R O D U C T I O N

"Je porte ainsi en moi, sculptée depuis l'enfance une sorte de statue intérieure qui donne une continuité à ma vie, qui est la part la plus intime, le noyau dur de mon caractère... Cette statue, je l'ai modelée toute ma vie..."

F. JACOB.

"L'homme suit le projet. Sue le dessein. Puc l'intention."

F. JACOB

I N T R O D U C T I O N

Dans les sociétés humaines, les connaissances botaniques ont au delà de leur aspects gnoseologiques des fonctions des précises dans la satisfaction des besoins multiples. Très souvent chaque plante sert elle même à des usages variés pour des acteurs sociaux différents. La plante est ainsi l'objet d'une socialisation structurée dont un certain équilibre des facteurs en assurent la préservation. Les oléagineux sont une illustration parfaite de cette vérité. L'arachide, le palmier à l'huile, le coprah, le coton puis le soja, le tournesol, le colza et le lin ont au fil des années acquis un caractère plus ou moins stratégique. Soumis à la rigueur de l'analyse économique, leur production, leur commerce ont engendré des recettes fort intéressantes suite à la mobilisation de plusieurs facteurs (terre, main d'oeuvre, engrais, recherche etc..) A côté de ces oléagineux "majeurs", d'autre, d'importance sociale certaine n'ont pu dépasser le cadre de l'exploitation familiale.

Le safoutier oléagineux bivalent comme l'arachide et parmi ceux là. Cultivé de puis longtemps dans certains pays de l'Afrique tropicale humide, il donne lieu à des usage multiples :

- Ces fruits "safou" sont d'excellentes sources de matières grasses. En période de forte production ils sont à l'origine de transaction commerciale entre les zones rurales et urbaines.
 - Les tiges, les feuilles , les racines, douées de propriétés thérapeutiques, sont très utilisés en médecine traditionnelle.
- Malheureusement cette plante a suscité peu d'intérêt sur le plan scientifique.

Ainsi se justifient les recherches sur le safoutier en vue de sa valorisation en milieu rural.

La conservation par séchage et la transformation du safou en huile sont les objectifs spécifiques des recherches citées plus haut.

La production d'huile présente un double avantage : elle résoud le problème de la fragilité des fruits qui ont une altération très rapide après la cueillette.

- elle libère des tourteaux dont l'étude contribuerait à palier les carences en aliments du bétail en milieu paysan et à combler partiellement, le manque d'informations sur les produits et sous produits locaux utilisables en alimentation animale. Ceci suppose une analyse bromatologique complète vue de l'utilisation du tourteau de safou comme aliment de bétail. Tels sont les buts du présent travail.

Trois parties constituent le corps de cette étude :

- La première partie constituée de deux chapitres se consacrent à une revue bibliographique sur le safoutier.
- La deuxième partie aborde les généralités sur les tourteaux en alimentation animale et leur importance économique.
- Enfin l'analyse bromatologique proprement dite est abordé en trois chapitre qui exposent respectivement
 - le matériel et méthodes
 - les résultats et discussion
 - l'estimation de la valeur alimentaire.

PREMIERE PARTIE : GENERALITES SUR LE SAFOUTIER

**CHAPITRE I : ELEMENTS DE BOTANIQUE ET REPARTITION
GEOGRAPHIQUE**

CHAPITRE II : INTERET SOCIO-ECONOMIQUE DU SAFOUTIER

I/ - ELEMENTS DE BOTANIQUE

Le safoutier est un bel et grand arbre pouvant atteindre 20 mètres de haut. Selon divers auteurs (5),(6),(11) cet arbre au fût droit et au port étalé, spontané en forêt, est cultivé aux abords des villages depuis la période précoloniale. On le rencontre dans les pays bordant le golf de Guinée (6).

1. TERMINOLOGIE

Le safoutier qui appartient à la famille des BURCERACEES a été décrit pour la première fois sous l'appellation de *Pachylobus edulis* G.Don(6). Il existe cependant plusieurs synonymes à propos desquels Ucciani (37) signale une confusion. En effet, d'un auteur à l'autre l'appellation change souvent. Les synonymes ci-après sont rencontrés dans la littérature :

- *Canarium edule* (Hook)
- *Canarium saphu* (Engl.)
- *Pachylobus saphu* (Engl.)
- *Canarium mubago* (Fichalo)
- *Dacryodes edulis* (H.J.Lam.)

Pour le présent travail nous avons adopté la dernière synonymie. C'est elle qui, implicitement, est admise par toutes les équipes du "projet safou" de la faculté des sciences de l'Université de Brazzaville.

Les appellations en langues vernaculaires sont très nombreuses. Ceci témoigne non seulement de son aire de distribution très vaste mais aussi de l'importance accordée au safoutier par les populations des différentes régions.

La liste des noms vernaculaires ci-dessous en donne une illustration :

- atanga -----Gabon
- élémie africain-----Yoruba (Nigéria)
- baume de San Thome-----Sao thomé
- bush butter-----Cameroun-Nigéria
- onumé-----
- onumu-----Benin
- ube-----
- ube oyo-----
- prune-----Cameroun
- ubuyo
- ubwé
- ibé
- eben
- boshu
- bosau-----Douala
- sau-----Douala
- safou----- (Congo, Zaire, Cameroun)
- nasafou----- Cameroun
- nsafou ----- (Congo)

2. CARACTERES MORPHOLOGIQUES

2.1 Le Port

Le safoutier (*Dacryodes edulis*) est un arbre à feuilles persistantes, atteignant 18 à 20 mètres de haut en forêt. Lorsqu'il est cultivé, il atteint 12 m de haut et présente le port en globe du manguier avec des branches basses (6).

2.2 Le tronc

Il présente une écorce lisse blanc grisâtre se détachant en mince plaquette rose saumont. Il laisse exuder une résine brunâtre d'odeur de térébentine. Le bois est grisâtre à grain fin dure, souple, résistant et de très bonne qualité. (13)

2.3 Les feuilles

Les feuilles sont composées, imparipennées. Les folioles sont oblongues à étroitement oblongues (7 à 8 folioles), acuminiées, arrondies et assymétrique à la base. (voir figure 1) elles sont luisantes, brillantes et gaufrées (6), (11), (13). Les pétiolules présentent un renflement à leurs extrémités. (figure 1)

2.4 Les fruits

Les fruits sont des drupes oblongues. Roses à l'état immature, ils deviennent bleu-violet à maturité. On rencontre parfois des fruits mauves ou jaunes tachetés de mauve. (6), (11), (13), (26) , (37). La pulpe plus ou moins fibreuse se ramolit très rapidement après la cueillette. Le noyau dont les cotylédons sont subdivisés en plusieurs parties est contenu dans une enveloppe qui est en contact avec l'endocarpe (figure 2)

La figure 3 présente les différents types fruits rencontrés au Congo mais également au Gabon, au Zaïre, au Cameroun, en Côte d'Ivoire, etc... (22)

Le poids des fruits est variables suivant le type, de 20 à 150g (5), (11), (13), (22), (26), (37) . Les tableaux et 1



Figure 1 : *Dacryodes edulis*

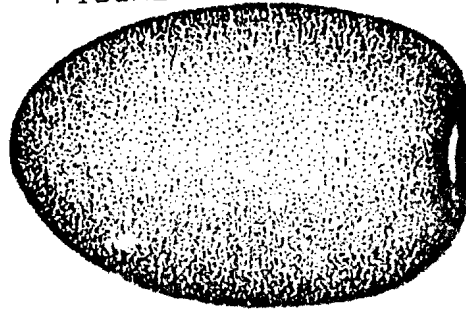
Source : (2)

et 2 présentent les mesures de poids et de tailles réalisées en Côte d'Ivoire par Bourdeau (11) et au Congo par Silou Kiakouama et coll. (34). Nous avons pour notre travail effectué des pesées portant sur 20 fruits provenant d'un même arbre dans la ville d'Abidjan. Les valeurs trouvées vont de 29,30g (plus petite valeur) à 49,38g (plus grande valeur) avec un poids moyen de 37,88g. Ces mesures sont en parfaite harmonie avec celle des auteurs ci-dessus cités. D'autre part, Silou et Kiakouama (34), du rapport noyau/fruit entier. Il varie de 0 (fruit immature) à une valeur positive constante (pour les fruits murs).

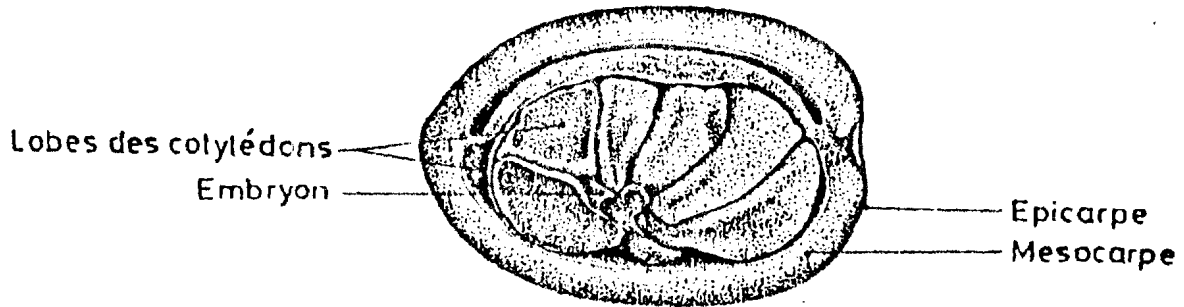
Figure 2 :

DACRYODES EDULIS (G. DON) H.J. LAM. FAM. DES BURSERACEAE

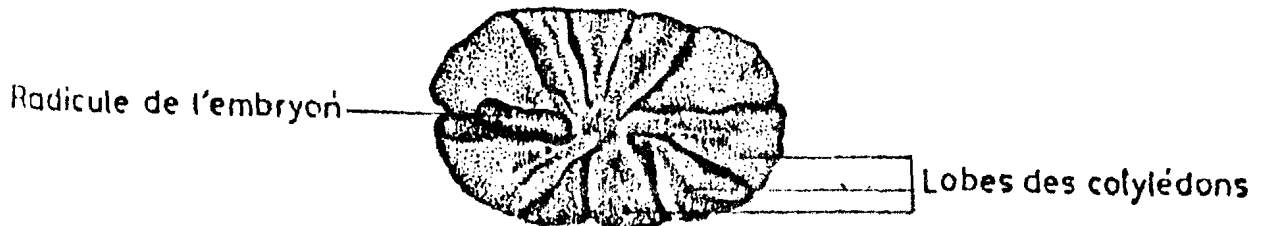
FIGURE 2



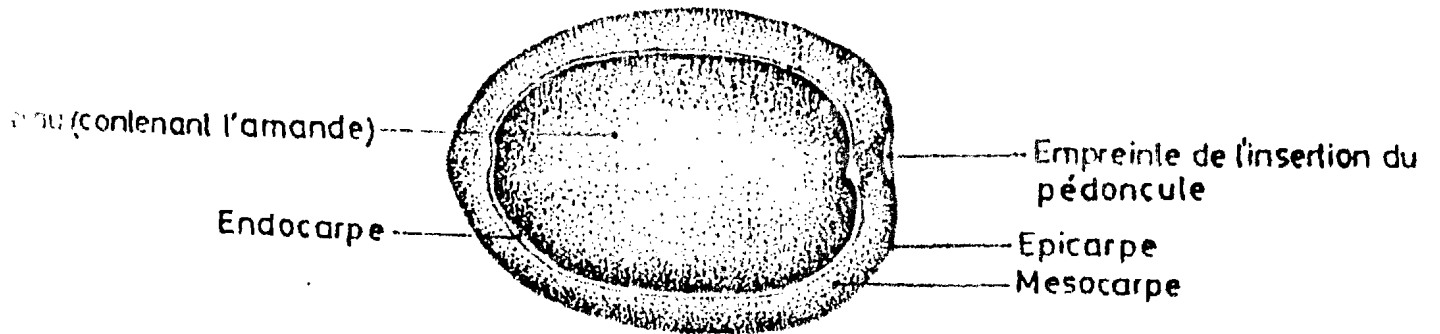
FRUIT ENTIER (ASPECT GÉNÉRAL)



COUPE LONGITUDINALE DU FRUIT



AMANDE ISOLÉE



COUPE DU FRUIT (NOYAU NON SECTIONNÉ)

Ce rapport trouve son intérêt dans la définition de l'état de maturité et de l'évolution quantitative des liquides dans le safou (34). La formation des lipides se fait suivant une courbe sigmoïde caractérisant trois stades (figure 4).

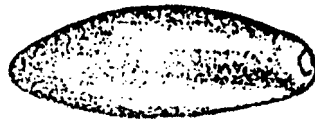
Stade.....	fruit.....	lente.....	noyau
(durée 60 j)	rose	progression des huiles	absent

Stade 2	apparition progressive de (durée 15 jrs) la couleur bleu violet	augmentation brusque des huiles 80p100 des lipides)	mise en place du noyau

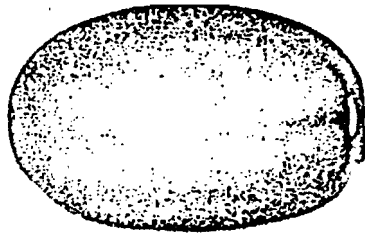
stade 3	Couleur bleu fruit totalement mûr	la teneur en huile forme un patin	noyau complè- formé

D'autre part, l'analyse des acides gras montre qu'au cours de la maturation du fruit les taux d'acide palmitique et oléique augmente alors que celui de l'acide linoléique diminue. Cette évolution se poursuit jusqu'à l'apparition du profil caractéristique de l'huile de safou :

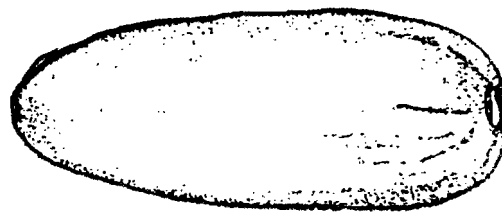
p 100 C16:0 > p 100 C18:1 > p 100 C 18:2 (35)



Echantillon KIANI



Echantillon LEKANA



Echantillon LAGUE

Fig: 3 Représentation des différentes formes des échantillons de safou

Source : (34)

CARACTERISTIQUES DE QUELQUES SAFOU DU CONGO

	LOCALITES (g)	Longueur (cm)			Largeur (cm)			Poids P
		Lm - Lm	L	Lm - Lm	l	Pm - Pm		
P	LEKANA 1	9,5 - 11,5	10,5	6,1 - 3,0	7,0	62,4 - 104,7	79,54	
L	LEKANA 2	10,2 - 12,0	11,3	6,1 - 7,0	6,5	67,9 - 104,5	97,00	
A	LEKANA 3	9,5 - 11,4	10,5	6,9 - 9,1	7,1	71,3 - 104,7	95,9	
I	LEKANA 4	0,2 - 11,9	11,0	7,1 - 9,2	7,5	81,5 - 94,5	99,0	
E	DJAMBALA 1	9,2 - 11,0	10,0	5,5 - 7,3	6,5	49,6 - 93,8	68,6	
D	DJAMBALA 2	3,3 - 10,0	9,3	5,3 - 6,7	5,9	43,2 - 66,0	55,5	
U	LAGUE 1	7,7 - 9,2	9,5	5,7 - 7,6	6,6	42,9 - 69,5	57,9	
X	LAGUE 2	10,6 - 13,6	12,2	6,9 - 9,3	9,4	96,1 - 173,9	127,8	
P	MPASSA 1	6,5 - 9,9	7,5	4,9 - 6,5	5,5	24,2 - 42,9	31,9	
O	MPASSA 2	7,1 - 9,2	7,7	5,2 - 6,4	5,7	2,6 - 51,3	39,4	
D	KIANI	7,0 - 9,3	7,5	3,9 - 4,7	4,2	1,5 - 29,1	22,6	
L	BRAZZAVILLE		3,9		5,1		53,1	
B	MBEMBE 1	7,2 - 3,6	7,8	4,5 - 5,6	5,0	24,2 - 37,1	31,4	
O								
U								
L								
H								
Z								
A	MBEMBE 2	7,1 - 9,0	7,9	5,0 - 9,2	5,6	20,9 - 44,6	32,4	

Chaque échantillon est constitué de 25 fruits venant d'un même arbre.

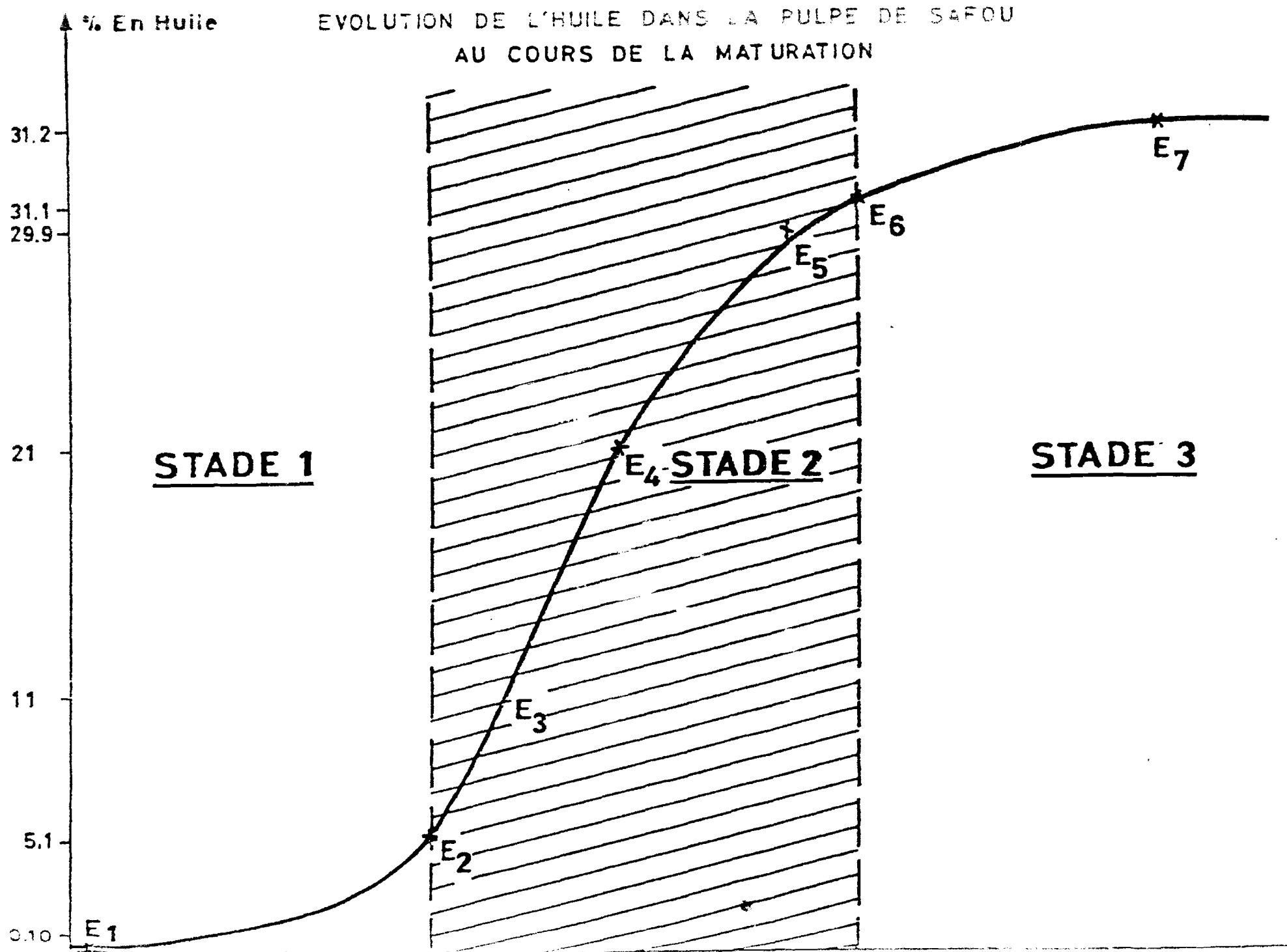
Xm = valeur minimale
 Xm = valeur maximale
 X = valeur moyenne
 x = L, l, P.

TYPE		Pds moyen en g	Pds max en g	Pds mini en g	L.m cm	Diamè. cm	Puïpe cm	Pds noyau	Pds pulpe
50	I	71	100	60	8,7	4,0	0,6	14	57
50	II	67	115	35	8,6	4,1	0,7	4	63
50	III	19	40	10	4,5	2,9	0,5	1	18
50	IV	32	40	25	4,9	3,1	0,5	10	22

Tableau 1 : Caractères de quelques types de safou de cote d'Ivoire
(d'après BOURDEAU 1971)

Tableau n° 3 : Rapport Noyau / Fruit

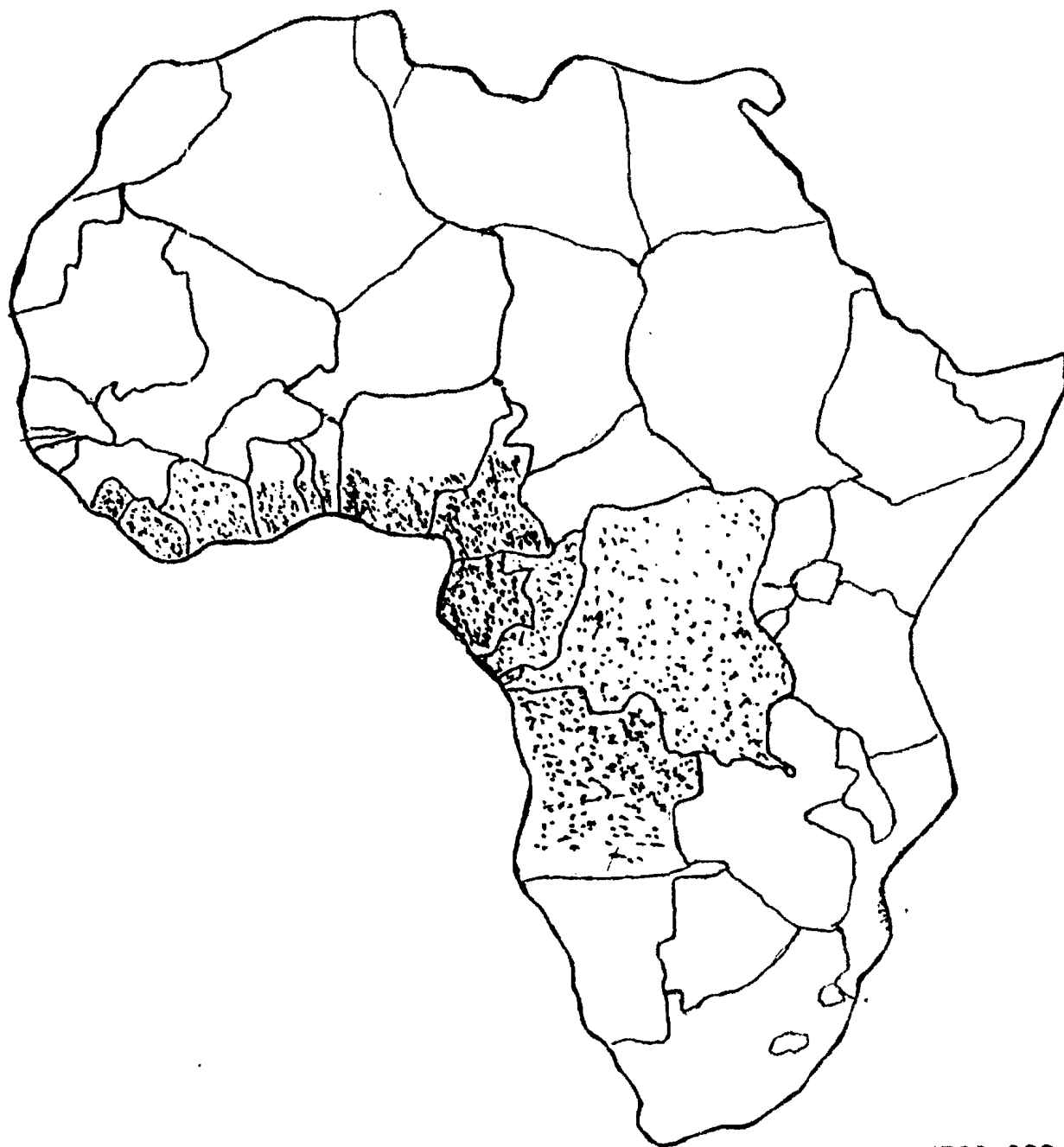
POIDS					POIDS		
FRUIT	FRUIT	NOYAU	RAPPORT	N°	FRUIT	NOYAU	RAPPORT
1	57,30	19,78	0,35	1	38,97	15,77	0,40
2	50,41	18,80	0,37	2	41,42	15,51	0,37
3	57,46	17,35	0,30	3	40,02	15,80	0,395
4	49,65	15,77	0,32	4	37,79	13,94	0,37
5	41,91	14,85	0,35	5	37,81	14,23	0,38
6	55,55	18,70	0,34	6	41,07	14,02	0,34
7	41,55	14,33	0,35	7	38,83	13,53	0,35
8	41,96	13,58	0,32	8	38,07	13,58	0,36
9	46,99	15,99	0,34	9	39,14	13,87	0,35
10	53,58	15,88	0,32	10	42,29	16,06	0,38



II - REPARTITION GEOGRAPHIQUE

L'aire de distribution du safoutier est constituée par les pays bordant le golfe de guinée, depuis la Sierra Léone jusqu'en Angola (11),(13). Il s'agit donc d'une plante des régions chaudes et humides . (figure 5)

Figure 5 : Aire de distribution du Safoutier
(*Dacryodes edulis* G.DON)



Echelle 1/500 000



Aire de distribution du Safoutier.

CHAPITRE II - INTERET SOCIO-ECONOMIQUE

1. INTERET SOCIAL

LAROUSSILHE et SCHOWB (26) rapportent un fait très évocateur de l'intérêt social du safoutier: "il est curieux de signaler, par exemple le fait suivant qui est bien représentatif de l'importance que l'on attache à ce fruit : dans certaines régions du Cameroun seuls les vols de safou et de colas, contrairement aux autres fruits sont considérés comme répréhensibles par le droit coutumier et sont punis comme tel. "Il sert aussi d'arbre à palabre dans certain village du Congo, du Gabon, du Cameroun (34)

Sur le plan alimentaire les safous sont très appréciés et constituent une source non négligeable de matières grasses.

Différent auteurs signalent des concentrations allant jusqu'au delà de 50% d'huile et une richesse en acide palmique proche de celle de l'huile de palme.

Ces huiles se, caractérisent par leur fortes concentration en acide palmique proches de celles de l'huile de palme. Les acides gras essentiels sont également bien représentés, garantissant ainsi une bonne valeur alimentaire de l'huile de safou. D'autre part les faibles teneurs en C18:3 font de cette huile, une huile de friture comme les huiles d'arachide et de palme (34) (35).

Cette richesse en acides gras est complétée par des aminés essentiels. Voir tableaux.

Au niveau de la pharmacopée traditionnelle safoutier donne lieu à des utilisations nombreuses et variées. Celles-

ci sont signalées dans des études sur les plantes médicinales faites en Cote d'Ivoire par ADJANDHOUN et ASSI (1) et au Congo par ADJANDHOU et COLL. (2) (voir tableau 4)

De façon empirique, il est établi que la conservation des fruits dans les feuilles de safoutier retarde leur décomposition. Ce qui laisse supposer l'existence de substances inhibant le développement des agents responsables de l'altération des safous (34),(35).

Tableau 4 : quelques usages médicaux du safoutier

MALADIE	PREPARATION	POSOLOGIE	LOCALITE
Prurit vulvaire	Feuilles et tiges en décoction aqueuse	2 cuillères à soupe 3 fois par jour	Congo
Epigastralgie, gastralgie	Poignée de feuille bouillie dans une quantité d'eau suffisante	75 ml 3 fois par jour	"
Agalactie, hypogalactie	Poignée d'écorces et tiges en décoction	11 par jour en 3 prises	"
Infection urogénitale	plante entière hachée, en décoction	2 cuillères à soupe matin et soir	"
Règles douloureuses	feuilles de safoutier + feuilles de chlamydocola + filles de musanga cécropioides triturées et délayée dans l'eau tiède	lavement	Côte d'Ivoire

Source : tiré de (1) et (2)

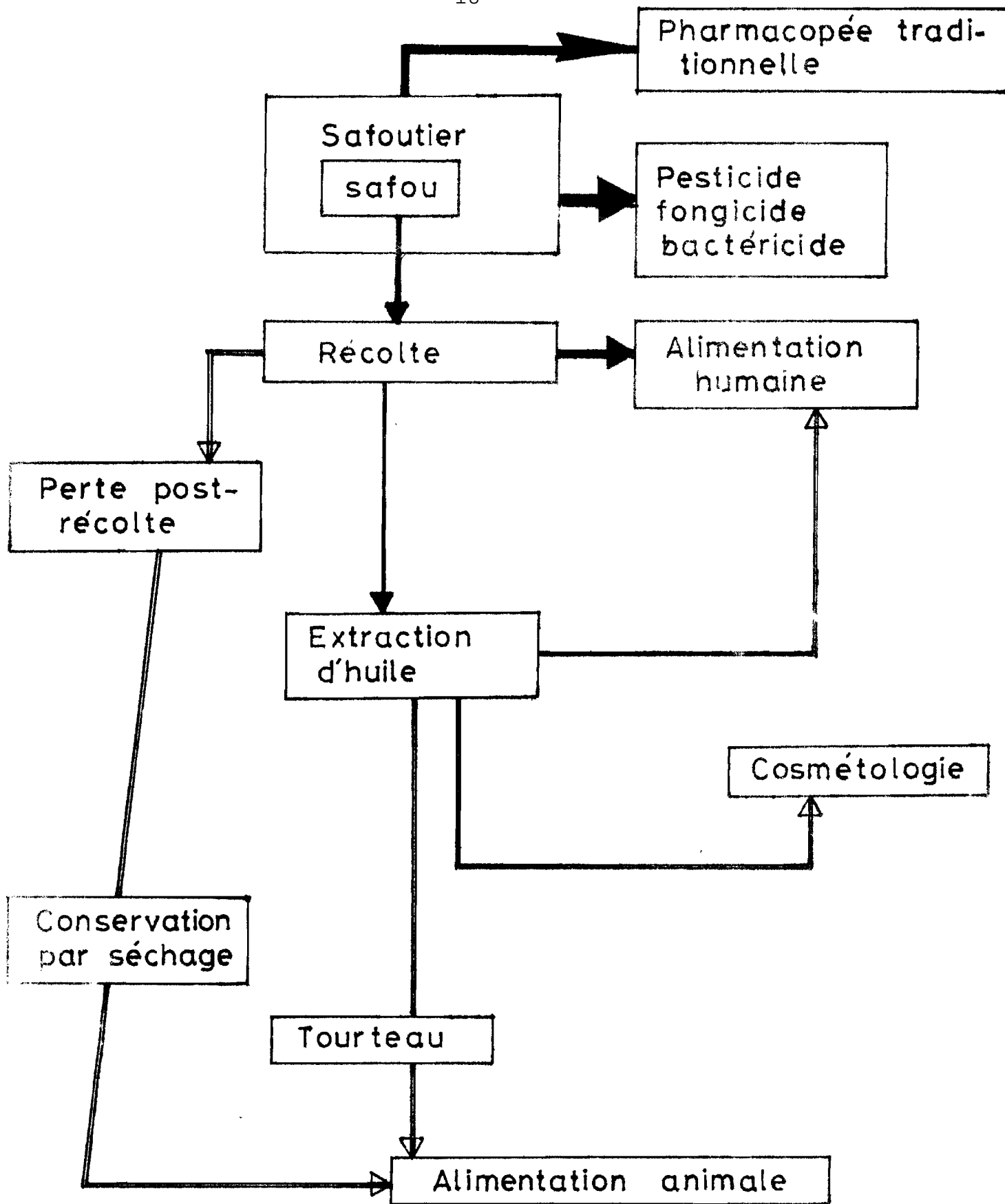


figure 7

Source : Personnelle

A cet effet une étude préliminaire portant sur les extraits par macération de feuilles a conduit à la mise en évidence d'une activité bactéricide foudroyante de l'extrait sur E. Coli, Klebsiella, Pseudomonas, Salmonella, Shigella (34). Enfin une étude en vue de la valorisation comme pestiscide des huiles essentielles des feuilles de safoutier est en cours. A la faculté des sciences de brazzaville.

La figure 6 récapitule les utilisations possibles du safoutier.

II - INTERET ECONOMIQUE

Il n'existe pas jusqu'à ce jour des données sur la production du safou en dépit de l'intérêt que lui accordent les populations des régions où sa culture est connue depuis très longtemps. Cet intérêt est surtout très marqué en Afrique Centrale où le produit des récoltes donne lieu à d'importance transactions commerciales (22). Au Gabon par exemple le prix de vente au détail varie de 50 à 200 fcfa par comité selon la taille des fruits mais aussi selon la période (5). Au Congo on note des variations du prix du kilogramme entre 500 fcfa (période de forte production de décembre à février) à 2500 fcfa (période de faible production) (22), (34), (35). On note d'autre part une évolution de la situation du safoutier au Congo. En effet, selon les observations faites par le laboratoire d'études physico chimique de la faculté des sciences de Brazzaville, la culture éparse des années 72 - 73 a été remplacée par une culture plus dense sous forme de vergers, le nombre de pieds par planteurs pouvant atteindre 500 pieds. (22).

L'intérêt économique du safoutier découle aussi des possibilités de production de l'huile de safou.

D'une manière générale, l'huile joue un rôle important dans l'activité socio-économique d'une collectivité. Ses effets sur le développement sont perceptibles à deux niveaux :

- en amont, la production suppose la mise en oeuvre d'un processus de travail générateur d'emploi
- en aval l'huile permet de satisfaire les besoins alimentaires des populations. L'huile permet également la satisfaction des besoins de consommations productives en tant que matière première d'où sa participation à l'accroissement de la valeur ajoutée donc de la richesse nationale. (7)

A cet effet le safoutier offre des perspectives intéressantes. L'huile produite présente des atouts certains (cf l'intérêt

social du safoutier), d'autre part la production à l'hectare de safou sélectionné. peut donner théoriquement 10 tonnes de fruits à la huitième année de plantation pour atteindre 20 tonnes en pleine maturité. La production d'huile quand elle pourrait se situer entre 7 et 8 tonnes par hectare contre 3 pour le palmier à l'huile. (5)

TABLEAU 5: COMPOSITION EN ACIDES AMINES ESSENTIELS
DE LA PULPE SAFOU

ACIDES AMINES	CONGO	CAMEROUN
Thréonine *	2,6	4,0
Valine *	4,69	6,1
Méthionine *	0,91	1,6
Isoleucine	3,79	5,4
Tyrosine *	3,09	5,1
Phénylalanine *	3,27	4,0
Lysine *	6,62	3,8
Leucine *	5,94	7,1

* Source : (35)

DEUXIEME PARTIE : CONSIDERATION GENERALE SUR LES
TOURTEAUX

CHAPITRE I : RESUME DES TECHNIQUES DE PREPARATION
ET UTILISATION DES TOURTEAUX EN ALI-
MENTATION ANIMALE

CHAPITRE II : IMPORTANCE ECONOMIQUE DES TOURTEAUX

Les tourteaux sont des résidus solides obtenus lors du traitement de graines ou fruits oléagineux naturels ou décortiqués en vue de l'extraction, par pression ou grâce à des solvants, d'huiles comestibles, industrielles ou pharmaceutiques. (19) . Exception faite de ceux de l'hévéas et du Cacao, les tourteaux tropicaux proviennent tous d'extraction d'huile comestible.

I. RESUME DES TECHNIQUES DE PREPARATION DES TOURTEAUX.

I - 1 LES TRAITEMENTS PREALABLES (FIGURE 7)

Les matières grasses d'origine végétales sont toujours issues de fruits ou de graines . La répartition des matières grasses se fait de façon très inégale dans les différentes parties constitutives des graines ou des fruits. Le mésocarpe charnu concentre la presque totalité des graisses dans les fruits oléagineux. L'albumen et les cotylédons sont les zones de forte accumulation des graisses au niveau des graines oléagineuses. (21). D'autre part certaines opérations comme le stockage ou le transport peuvent souiller les graines ou les fruits. Ainsi se justifient les opérations de nettoyage, de décorticage de broyage et de chauffage avant de soumettre les produits à l'extraction. (21) (Voir figure 7)

I - 2 TECHNIQUES D'EXTRACTION

L'industrie utilise deux processus en vue de l'obtention des huiles (32)

- *. La pression
- *. L'extraction.

Il existe par ailleurs un procédé exclusivement utilisé au niveau familial ou artisanal ; la coction. (19), (32)

Préparation des Tourteaux ; traitements préliminaires

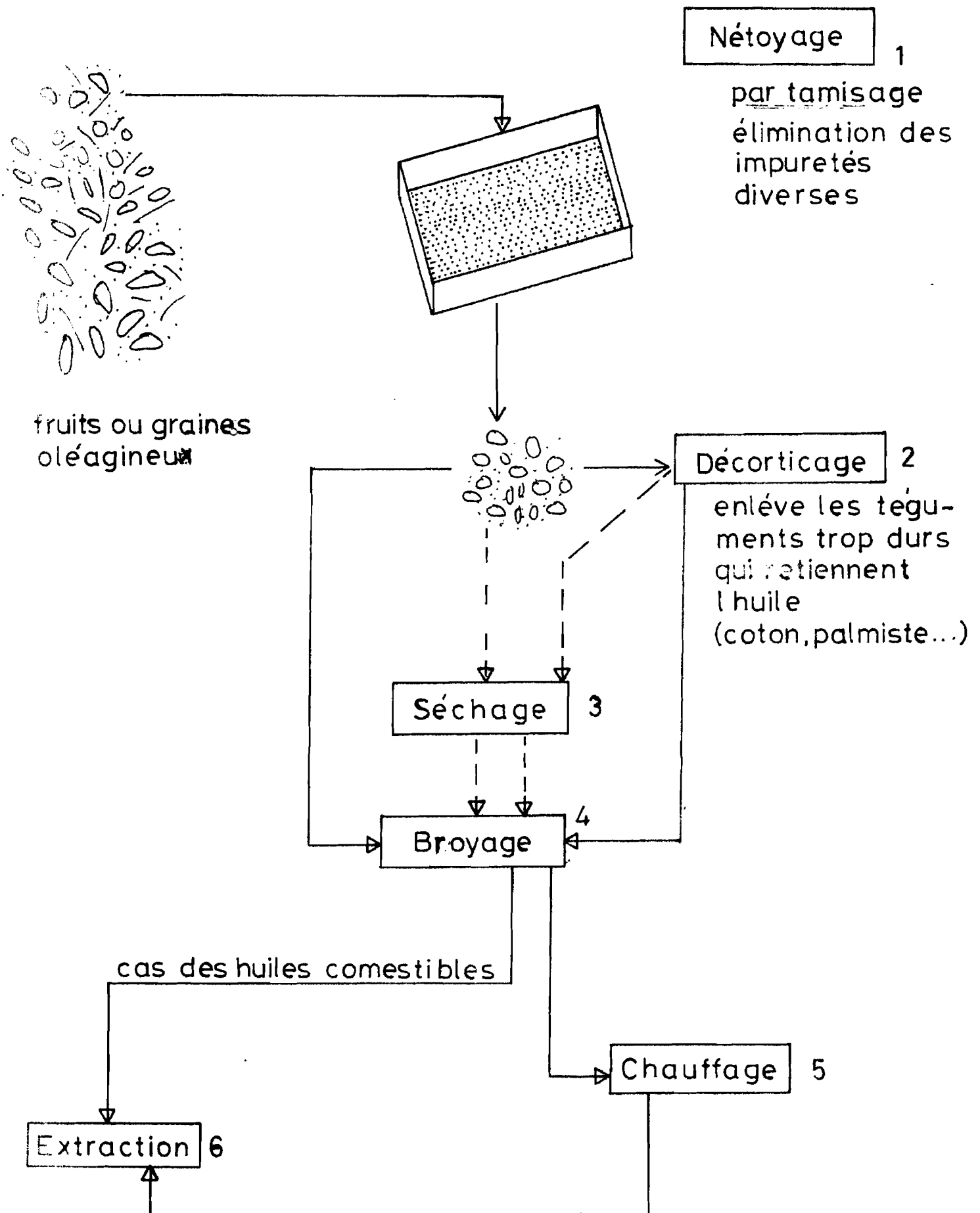


Fig : 10

a) Extraction par pression

Utilise deux procédés principaux :

* La pression discontinue, consiste en deux pressions successives dans une presse hydraulique à basse température (60 - 80°C). Ce procédé a un rendement insuffisant et les tourteaux obtenus ont une teneur résiduelle en graisse de 8 à 12 p 100. Toutefois, les graisses ne sont pas cuites et les a.a. ne sont pas détruits. Les tourteaux se présentent sous forme de grosse plaque (oil cake) (32).

* La pression continue, les graisses sont broyées et la farine obtenue est chauffée à 90°C, cette température peut aller jusqu'à 120°C (altérant ainsi les protéines). La farine est envoyée dans une cage cylindrique où elle est soumise à une pression continue qui expulse l'huile au moyen d'une vis de pression.

Les tourteaux obtenus, appelés expellers, sont sous forme de petites écailles. Les teneurs résiduelles sont de l'ordre de 4 à 8 p 100 de lipides.(32)

b) - Extraction par Solvants

Cette méthode consiste à épuiser la matière par un liquide inerte, volatil et possédant un pouvoir dissolvant élevé vis à vis des graisses. L'éther de pétrole est actuellement le plus utilisé surtout dans les pays tropicaux. On distingue deux types d'extraction :

* L'extraction continue, se fait à température modérée mais la récupération du solvant résiduel dans le tourteau se fait à température élevée, 100 à 105°C. Le tourteau ainsi obtenu est considéré comme cuit. (19)

* L'extraction discontinue : la température subie par le produit ne dépasse pas 75°C et le tourteau obtenu est parfaitement blanc à la sortie de l'appareil.(19)

Toutefois, il n'y a pas de différence systématique entre les tourteaux d'extraction et de pression. Seul le taux de matières grasses résiduelles permet une distinction entre les deux types de tourteaux. (10),(19),(32)

D'autre part, les procédés d'extraction et de pression sont de plus en plus associés. Cette association augmente le rendement en huile. Il s'agit de la pression - extraction.

c) - Extraction par Coction

C'est un procédé utilisé à l'échelle villageoise et appliqué principalement à l'huile de palme et à l'arachide. L'extraction d'huile est très partielle et les tourteaux obtenus sont très gras (à 25 p 100 de lipides pour l'arachide) ce qui leur confère une valeur énergétique très élevée. Mais ces produits rancissent très vite.

Notes :

Il existe une variante du procédé d'extraction par les solvants : l'extraction à froid. Il s'agit d'une méthode courante en laboratoire, c'est elle qui a été utilisée dans le cadre de ce travail. Voir analyse bromatologique du tourteau de safou chapitre 1.

II - 2 UTILISATION DES TOURTEAUX EN ALIMENTATION ANIMALE

Le tableau 6 donne des éléments caractéristiques communs aux principaux tourteaux utilisés couramment en alimentation du bétail

Il existe cependant des règles d'utilisation de ces produits. Ces règles tiennent compte des particularités nutritives de chaque tourteau d'une part et digestive de chaque catégorie d'animaux d'autre part. Autrement dit la valorisation de ces sources de protéines (les tourteaux) n'est pas la même selon qu'on s'adresse aux monogastriques ou aux ruminants.(21)

* Les ruminants : lorsque les tourteaux sont bien conservés et dépourvus de substances toxiques, ils peuvent être utilisés dans l'alimentation des ruminants même non décortiqués. Ils sont, à titre d'exemple, associés à des aliments énergétiques (céréales, issue de meunerie, racine et tubercules) et distribués à des bovins, ovins, à l'engrais. Dans l'alimentation des veaux d'élevage ils peuvent entrer à raison de 25 à 30 p 100 dans les aliments qui seront substitués au lait maternel (32). Le facteur limitant leur emploi est leur coût relativement élevé. (32),(36)

Tableau 6 : Les principaux tourteaux utilisés en alimentation du bétail

Les principaux tourteaux	se caractérisent par	
* Soja	* Leur grande richesse en MAD avec des teneurs variables en a.a. essentiels	Aliments azotés concentrés, moins coûteux que les protéines animales. Ils sont employés
* Arachide	* Leur richesse en U.F. comparable à celle des céréales * Leur apport MAD/UF très élevé	* Comme complément des dans les aliments composés pour toutes les espèces animales On les choisit en fonction leur teneur en a.a
* Tournesol	M.S 90-92 p100	Exemple le maïs pauvre en lysine est associé
* Lin	UF : 0,95 à 1,15 UF/kg de M.S	tourteau de soja riche en lysine.
* Coprah	MAD/UF: 300 à 430 pour les tourteaux de Palmier de coprah.	* Comme correcteur des rations pour bovins-ovins, pauvre en MAD
* Palmiste	Matière minérale : riche en P et Ca Plus riche que les céréales	* Comme aliment d'engraissement pour leur richesse en matières grasses (tx de pression)
* Coton	* Dépourvue de vitamine liposolubles mais riche en vitamine B	
* Colza		

* Les Monogastriques: dans cette catégorie d'animaux, on utilise des tourteaux à fort pouvoir de supplémentation. ILS doivent avoir une bonne facture en a.a. essentiel assortie d'une teneur satisfaisante en lysine et méthionine. A l'inverse, le taux de cellulose doit être très bas.

- Chez les volailles on utilise par ordre d'importance
 - Le tourteau de tournesol
 - " " " " soja
 - " " " " coton sans gossypol
 - " " " " d'arachide

Les tourteaux de coprah et de palmiste peuvent être utilisés à des taux ne dépassant pas 5 p 100. (19)

- Chez le porc, on préfère les produits ci-après :
 - le tourteau de tournesol décortiqué
 - le tourteau de soja cuit (7 à 8 p 100 de la ration).
 - le tourteau d'arachide
 - " " de soja cru
 - " " de coprah
 - " " de palmiste

Ces deux derniers ont une influence sur la graisse, ils en favorisent le durcissement.

II - 2 PROBLEMES LIES A L'UTILISATION DES TOURTEAUX

Trois processus peuvent altérer certains tourteaux :

- Le rancissement
- La présence de moisissures
- La présence de principes toxiques.

Le rancissement : il fait suite à une hydrolyse et une oxydation des acides gras insaturés (libérés suite à l'hydrolyse) et est responsable de l'augmentation de l'acidité, du développement de l'odeur rance et de la formation des peroxydes destructeurs des vitamines A, B et E. Ce phénomène atteint surtout les tourteaux de pressions riches en matières grasses.

La présence de moisissures : la plus connue est *Aspergillus flavus* libérant l'aflatoxine. Cette mycotoxine est redoutable pour le dindon, le canard et le porc chez qui il détermine des hécatombes. Cette toxine est métabolisée dans l'organisme animal mais se retrouve sous des formes tout aussi toxiques dans le lait et la viande. C'est également un danger pour la santé publique humaine du fait de ces propriétés cancérigènes.

Cette toxine justifie aussi dans une certaine mesure la baisse des exportations des tourteaux d'arachides en direction des pays de la C.E.E (voir figure 9). Les pays n'acceptent que des tourteaux titrant 0,5 ppm d'aflatoxine. Les U.S.A par contre n'acceptent aucune trace de ce produit. (19), (21), (32)

Les produits toxiques

De nombreux toxiques limitent l'emploi de certains tourteaux comme aliment du bétail. C'est le cas de :

- la ricine du ricin
- les glucosides du colza et la moutarde
- l'acide cyanhydrique du lin
- le gossypol du coton
- le facteur antitrypsique du soja
- la théobromine et la caféine du cacao.

Quelques unes de ces toxiques peuvent être détruits et faciliter ainsi leur utilisation. Ainsi, une simple cuisson détruit le facteur anti-trypsique de soja un mélange eau - acétone - ether permet une extraction de la presque totalité du gossypol libre. D'autre part l'adjonction du sulfate de fer peut annihiler l'action du gossypol.

CHAPITRE II - IMPORTANCE ECONOMIQUE DES TOURTEAUX

L'augmentation de la production mondiale et des échanges commerciaux portant sur les fruits et graines oléagineux d'une part, l'intensification de l'élevage en Europe d'autre part, ont conféré aux tourteaux alimentaires une importance économique. Entre 1960 et 1982 le tonnage des tourteaux produits dans le monde est passé de 36.500.000 tonnes à 100.000.000 de tonnes soit une progression de 173 p 100 . La part de chaque produit dans cette même période est indiquée dans le tableau (9). Les échanges commerciaux quant à eux ont évolué dans le même sens. Le volume des exportations s'est accru de 446 p 100 en 1960 et 1982 (4.232.000 à 23.000.000 de tonnes), la figure 9 donne une illustration de ces échanges. On constate, aussi bien au niveau de la production que du commerce, une très nette domination du soja sur l'ensemble des tourteaux. (30)

En France par exemple, sur les 4.000.000 de tonnes de tourteaux importés chaque année, le soja représente 78 p 100 (36).

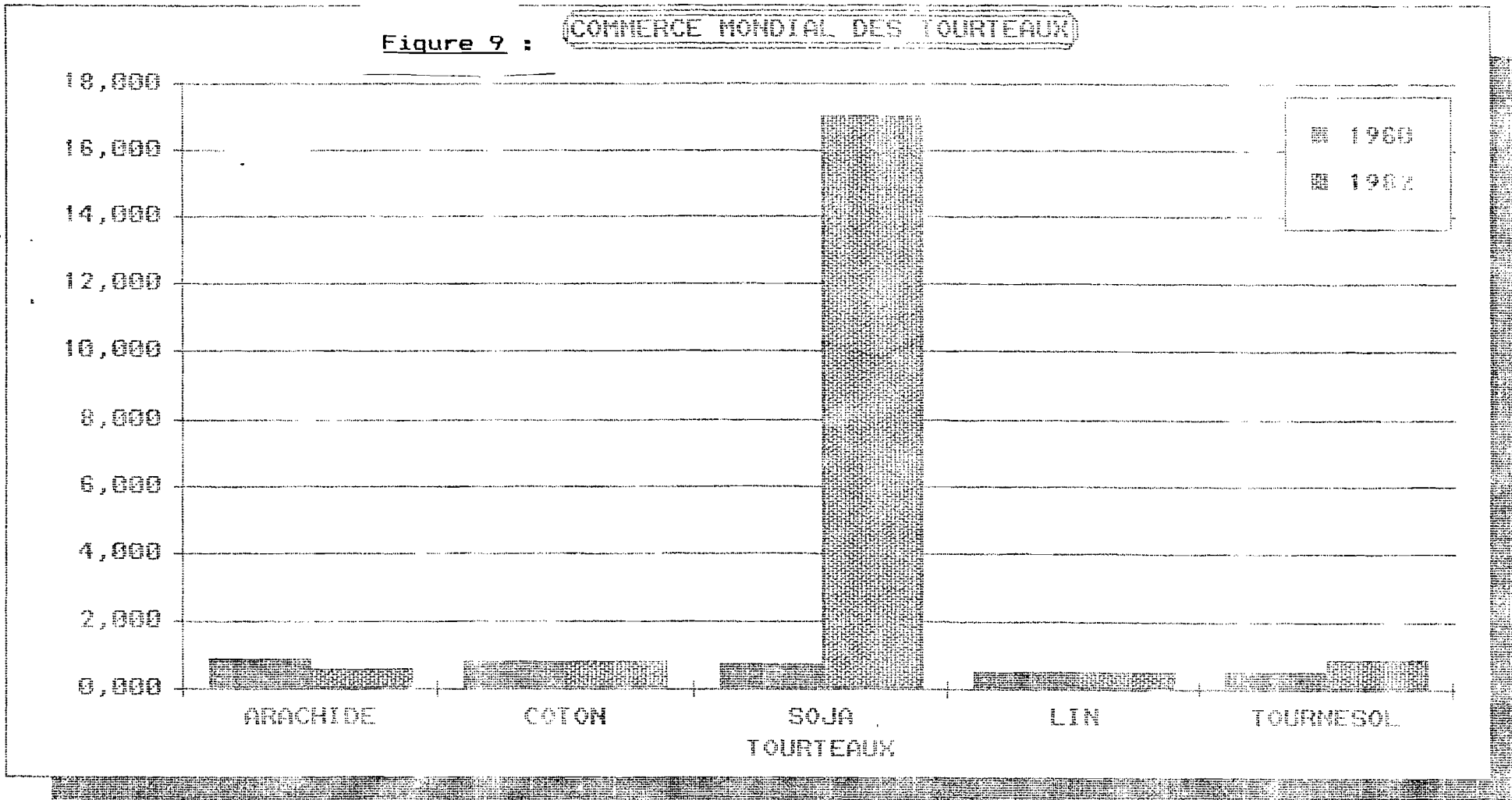
Cette suprématie est due à une conjonction de facteurs parmi lesquels on peut citer :

- le soja présente des qualités nutritives très intéressantes : taux de cellulose bas, taux de matières protéiques très élevés jusqu'à 50 p 100, un bon équilibre en a.a. essentiels. De plus, tous les animaux (ruminants et monogastriques) en font une utilisation optimale.
- le recul des oléagineux tropicaux essentiellement l'arachide et le coton. Ceux-ci ont été desservi par la présence de gossypol dans le tourteau de coton mais surtout par l'aflatoxine dans le tourteau d'arachide. Tout ceci a eu pour effet une nette diminution au niveau de la production et des échanges (tableau 9)
- les politiques de soutien : payment in kind program aux Etats Unis (PIK program). Au niveau de l'Europe c'est la politique agricole commune pratiquée par la C.E.E. qui justifie en partie la progression du Tournesol et du colza. (30), (36).

Pris dans leur ensemble, les tourteaux, bien plus que l'huile, obéissent à la loi de l'offre et de la demande. Le classement de leur cours moyen est assez différent de celui de l'huile dont ils sont le complément ou de la graine dont ils sont issus. Aux Etats Unis par exemple, les cours des tourteaux (calculés sur la base du taux protéiques) se présentaient comme suit en 1977 - 1978 (30):

- Tourteau d'arachide.....	329	dollars	la	tonne
- Tourteau de coton.....	343	"	"	"
- Tourteau de soja 50.....	363	"	"	"
- Tourteau de lin.....	405	"	"	"

Figure 9 : **COMMERCE MONDIAL DES TOURTEAUX**



Source : (30)

TABLEAU 9 PRODUCTION MONDIALE DES TOURTEAUX
ENTRE 1960 ET 1982 (en millions de tonnes).

TOURTEAUX	1960	1982
SOJA	18.250.000	66.000.000
TOURNESOL	3.750.000	8.330.000
COLZA	689.000	7.000.000
LIN	2.060.000	1.560.000
COTON	6.850.000	11.065.000
COPRAH	1.290.000	1.610.000
ARACHIDE	3.151.000	4.045.000
PALMISTE	460.000	910.000
TOTAL	36.500.000	10.052.000

- Source : Adapté de (30)

Enfin il faut signaler que les cours du tourteau de soja représentent en général les deux tiers du prix des fèves, l'huile ne venant qu'en complément. D'autre part les cours (pour le soja) sont fixés au "Chicago board of Trade" dans la même salle que ceux des métaux précieux, l'influence de ces derniers sur les prix du soja s' imagine aisément. Tout ceci confère une importance stratégique au soja! (30), (36).

De plus en plus, on voit se développer dans les pays africains des élevages de type industriel (volaille surtout) grands consommateurs d'aliments composés complets. Cette expansion se heurte cependant au coût élevé de certains composants de haute valeur nutritive comme le tourteau de soja dont le prix varie entre 100 et 120 f cfa (14).

Ainsi, partant du principe énoncé par Calvet "Composer une ration c'est d'abord utiliser ce que l'on a sous la main et non ce que l'on voudrait avoir", l'étude des produits et sous produits locaux utilisables en alimentation animale devient un passage obligé. Ainsi se justifie l'analyse bromatologique du tourteau de safou.

TROISIEME PARTIE : ANALYSES BROMATOLOGIQUE DU TOURTEAU DE
SAFOU

CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES

CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

CHAPITRE III : VALEUR ALIMENTAIRE DU TOURTEAU DE SAFOU

Les différents constituants des aliments (tableau 10) doivent être fournis par la ration de telle sorte que l'équilibre et la constance des milieux intérieurs soient maintenus dans des limites compatibles avec la vie. Pagot rappelle d'autre part que la ration (pour aider au maintien de l'équilibre sus-cité) doit remplir les conditions ci-après.

- procurer en quantité suffisante les éléments dont la transformation fournit l'énergie nécessaire au fonctionnement de l'organisme.
- apporter une quantité d'eau suffisante nécessaire au métabolisme et à la régulation thermique.
- contenir des matières protéiques en quantité suffisante et de qualité adéquate pour assurer la croissance et l'entretien de l'organisme.
- contenir en quantité suffisante et dans de bonnes proportions des matières minérales.
- contenir des vitamines
- avoir un encombrement en rapport avec une valeur nutritive suffisante.
- n'être pas toxique.

Dans le présent travail, les grands groupes des composants ont été déterminés par le procédé classique de Weende (M.S. P.B. M.G, Cendres C.B. ENA).

En plus, des analyses complémentaires ont permis d'enrichir dans une certaine mesure les données sur le tourteau de Safou.

* Les cendres ont été reprises pour déterminer qualitativement et quantitativement les macro éléments et les oligoéléments.

* Avec le concours de l'Institut de Zootechnie de l'Université de Padoue, les a.a ont pu être analysés.

* La méthode de Van Soest a permis d'avoir des indications relatives aux glucides pariétaux.

Les données de l'analyse chimique ont permis de procéder à l'estimation de la valeur énergétique du tourteau de Safou.

Dans la discussion , nous indiquons également les résultats préliminaires d'une série d'analyses en cours au Lacena (Abidjan) portant sur la digestibilité in vitro du tourteau de safou.

En guise d'application pratique, nous avons réalisé des essais de rationnement sur ordinateur.

TABLEAU 7 : LES DIFFERENTS CONSTITUANTS DES ALIMENTS

			EAU		H ₂ O
			Glucide	Glucides	Pentos
				Cytoplas	hexose (gluco
				miques	se, fructose)
					Mélibiose,
					fructosane,
					amidon.....
				glucides	cellulose,
				pariè-	hémicellulose,
				taux	lignine
MATIERE	MATIERE	MATIERE			Glycéride
BRUTE	SECHE	ORGANI-	Lipides	Lipides	stéride
		QUE			céride
				Mat.	acides aminés
				azotées	libres
			Matiè-	protidi-	combinaison
			res	ques	d a.a (pepside
			Azotées		polypeptide,
					protéine).

				Matières azotées non protéi- diques	Amides, Amines, Amoniaque bases azotées.
		Matières minérales		Macro- éléments Oligo éléments	Cl, P, S, Ca, Na, Mg, K Fer, Cuivre, Zu, Co, Mu, I, Se

Source : (9)

I - PREPARATION DU TOURTEAU DE SAFOU

1. OPERATIONS PRELIMINAIRES :

Séchage et broyage.

a) Le séchage

Les pulpes de safou ont été séchées au laboratoire d'études physico-chimique de Brazzaville qui a mis au point et comparé trois procédés de séchage. L'objectif poursuivi est de trouver un procédé transférable en milieu rural. Les procédés utilisés sont :

- Séchage à l'air libre
- séchage à l'étuve (comme méthode de référence)
- séchage solaire.

Pour chaque procédé, 3 paramètres ont été étudiés :

- régularité de la courbe,
- vitesse à la moitié du processus,
- durée du séchage qui est le temps à partir duquel la masse est presque constante.

Le tableau 11 et les figures 10, 11, 12 donnent les résultats obtenus.

Les performances du séchoir solaire sont plus proches de celles de l'étuve. En outre, ce procédé utilise une source d'énergie naturelle, le soleil. Il a aussi l'avantage par rapport au séchage à l'air libre, d'être plus hygiénique. En effet le séchage à l'air libre présente des risques de contamination microbienne, et peut aussi diminuer la digestibilité des produits (pulpe ou tourteau) suite au dépôt de poussière et donc une augmentation du taux de silice.

Tableau 8 : Performances comparées des différents modes de séchage

Mode de séchage	Régularité de la courbe	Durée du séchage	Vitesse à la moitié du processus en g/h
Etuve (60-105°)	Très bonne	34 heures (environ)	
Séchoir solaire	Bonne	30 heures	4
Séchage à l'air libre	Passable	Très variable	0,35

Source: d'après (35)

b) Broyage

Deux moyens ont été utilisés pour cette opération

- broyage à l'aide d'un moulin à café
- broyage à l'aide d'un mortier traditionnel.

2. Technique d'extraction (figure 13)

Le tourteau a été préparé par la méthode d'extraction à froid.

L'échantillon broyé est placé dans un erlen meyer de 500 ml contenant de l'éther de pétrole de manière à avoir un

rapport solvant/matière première égal à 10 ml/g. Le mélange est soumis à une agitation pendant 24 heures. On procède ensuite à une filtration dans un ballon à évaporer. Le résidu est récupéré et placé à l'étuve (entre 70 et 100°C) pour évaporer l'éther résiduel.

Le tourteau obtenu est farineux, brun clair à brun chocolat.

Remarques :

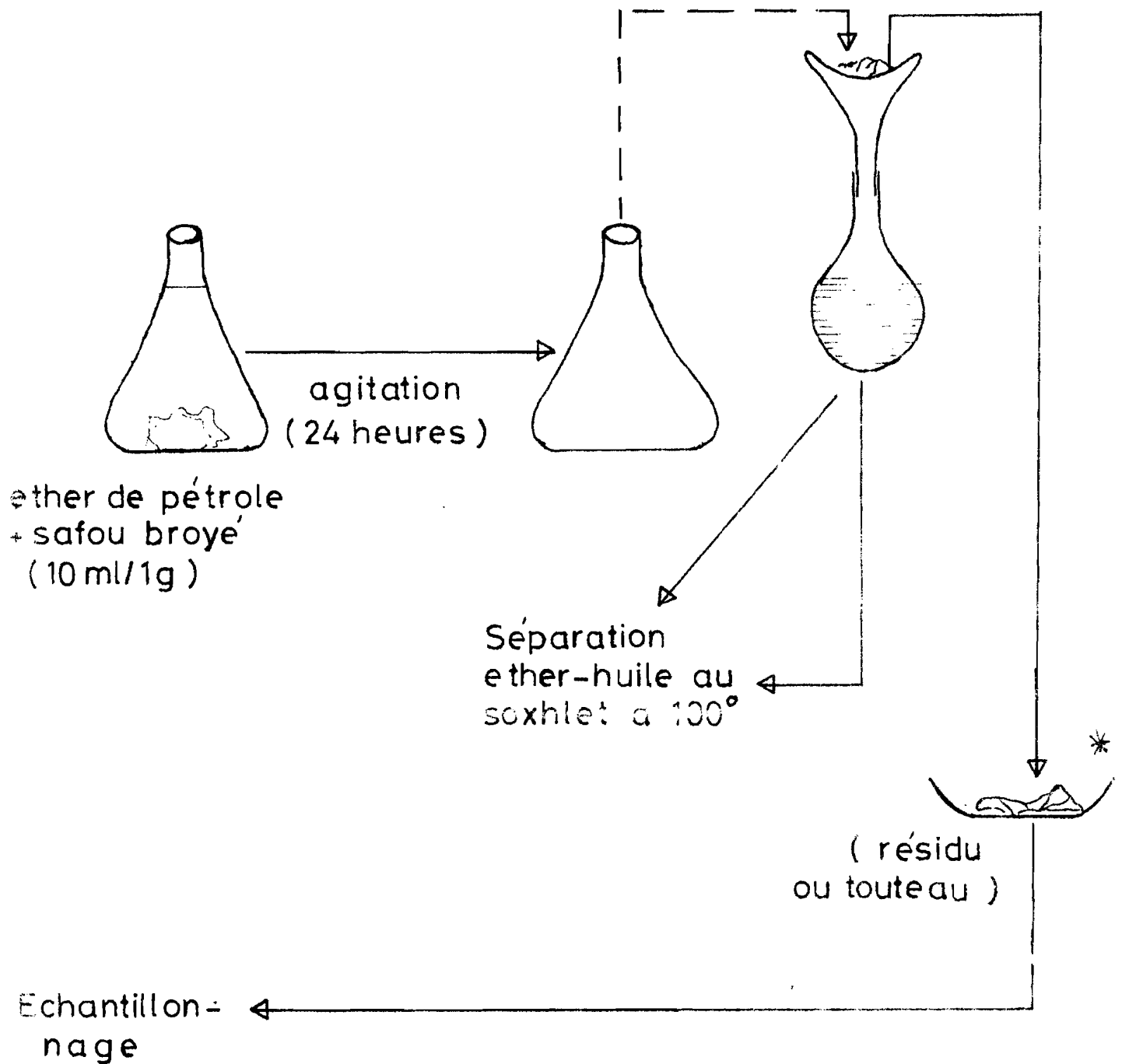
Chaque fois que le rapport 10ml/g a été respecté ainsi que l'agitation pendant 24 heures, les tourteaux obtenus ont eu une teneur de matière grasse résiduelle de 1 % environ

Cependant cela n'a toujours pas été le cas à cause de contraintes matérielles. On a été amené soit à réduire le temps d'agitation soit à utiliser des quantités d'éther de pétrole réduites.

Les analyses ont porté sur 13 échantillons préparés par nous au Lacena d'Abidjan. Ce nombre réduit n'a pas permis de faire une analyse statistique. Puisque les Safous séchés en provenance de Brazzaville n'étaient pas homogènes du point de vue du poids. Dans les discussions, on fait état du Tourteau de Safou de Côte d'Ivoire (C.I.). Ce dernier a été obtenu à partir de Safou frais récoltés à Abidjan en quantité relativement importante. Il est pris en outre comme référence pour les tourteaux de faibles valeurs protéiques du fait de la constance des teneurs en différents éléments.

3. RENDEMENT EN HUILE DU PRODEDE D'EXTRACTION

Il a été déterminé à titre indicatif pour 3 échantillons.



* En vue de déterminer le rendement en huile, on procède à une pesée avant et après extraction, la différence de poids ($P_2 - P_1$) rapporté au poids de départ (P_1) constitue le rendement en huile

Figure 13 : Extraction à froid du tourteau de Safou.

Il reste entendu que le rendement aurait une signification dans le cas où le procédé d'extraction était conduit de façon identique pour tous les échantillons.

Les résultats trouvés se situent néanmoins dans la fourchette de ceux déterminés par divers auteurs ayant travaillé sur l'huile de Safou. (5), (22), (26), (34), (37).

	Poids de l'échantillon	Solvant	Poids après extr.	Rendement
I	50 g	500 ml	26 g	48 %
	50 g	"	"	
	"	"	29,5	
II	"	"	28,31	42,19 %
	"	"	23,03	
III	"	"	23,08	53,89 %

Tableau 9 : Rendements de la méthode d'extraction à froid pour l'obtention du Tourteau de Safou (trois échantillons pris au hasard)

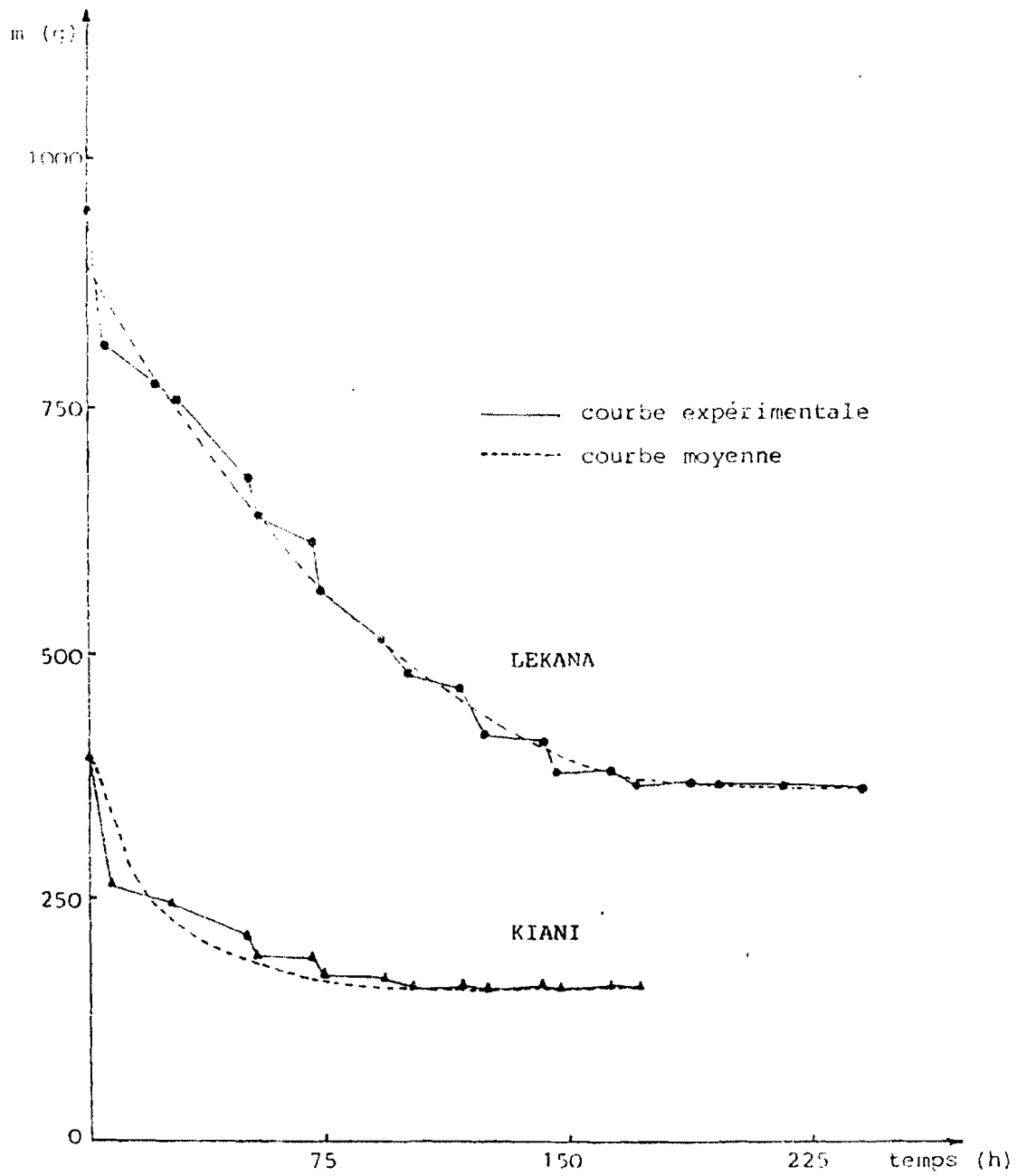


Figure 10 : Séchage du Safou à l'air libre.

Source : (35)

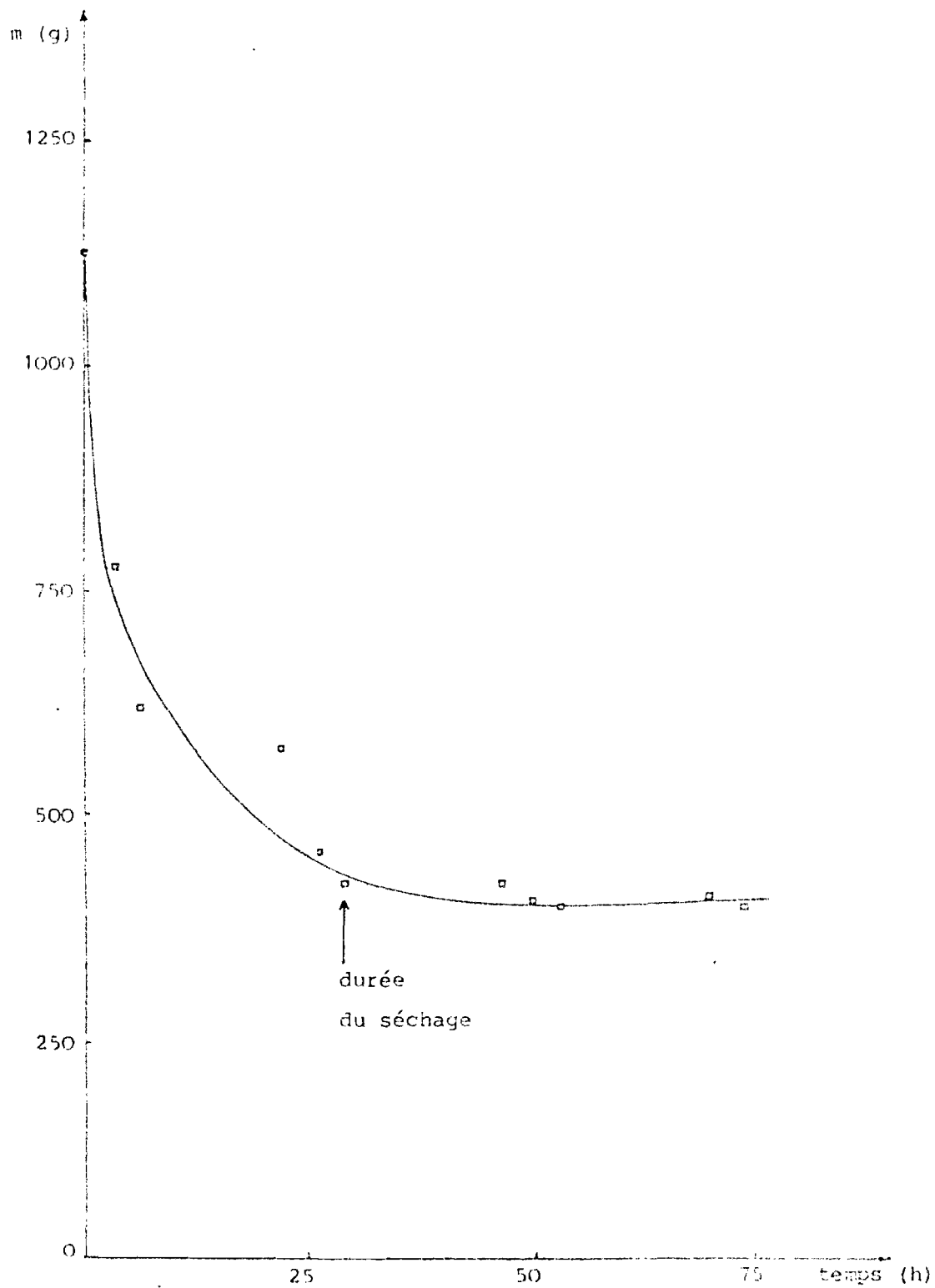


Figure 11 : Variation de la masse totale des échantillons au séchoir solaire.

Source : (35).

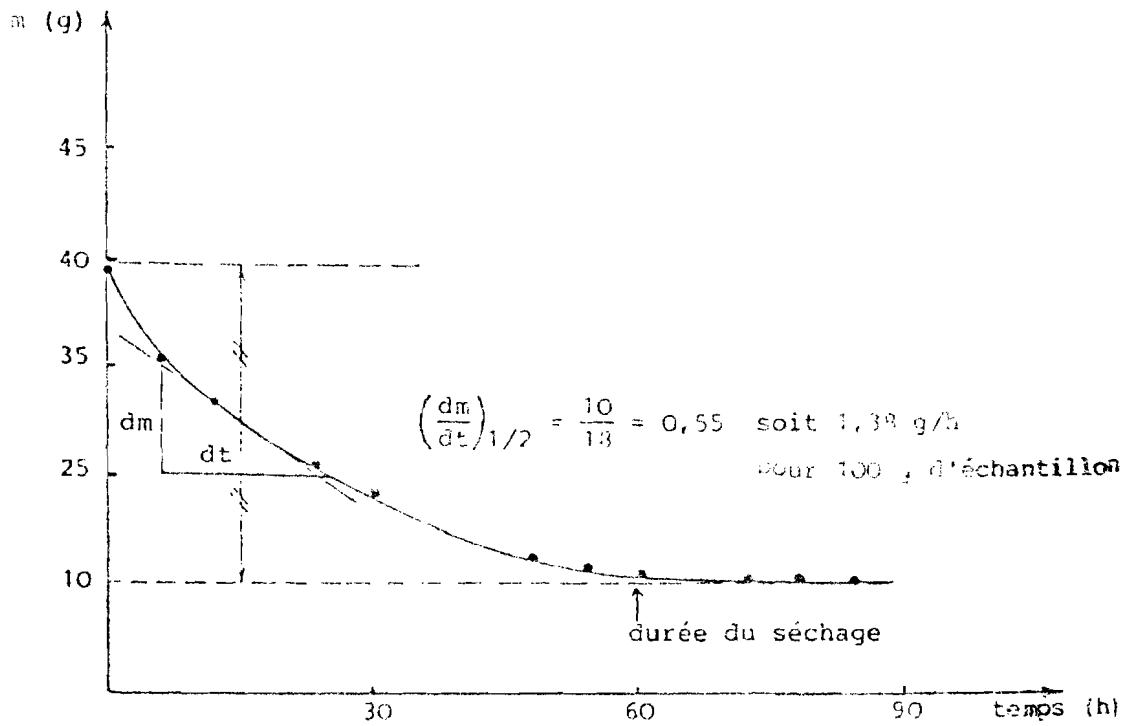


Figure 12a : Séchage à l'étuve à 60°C.

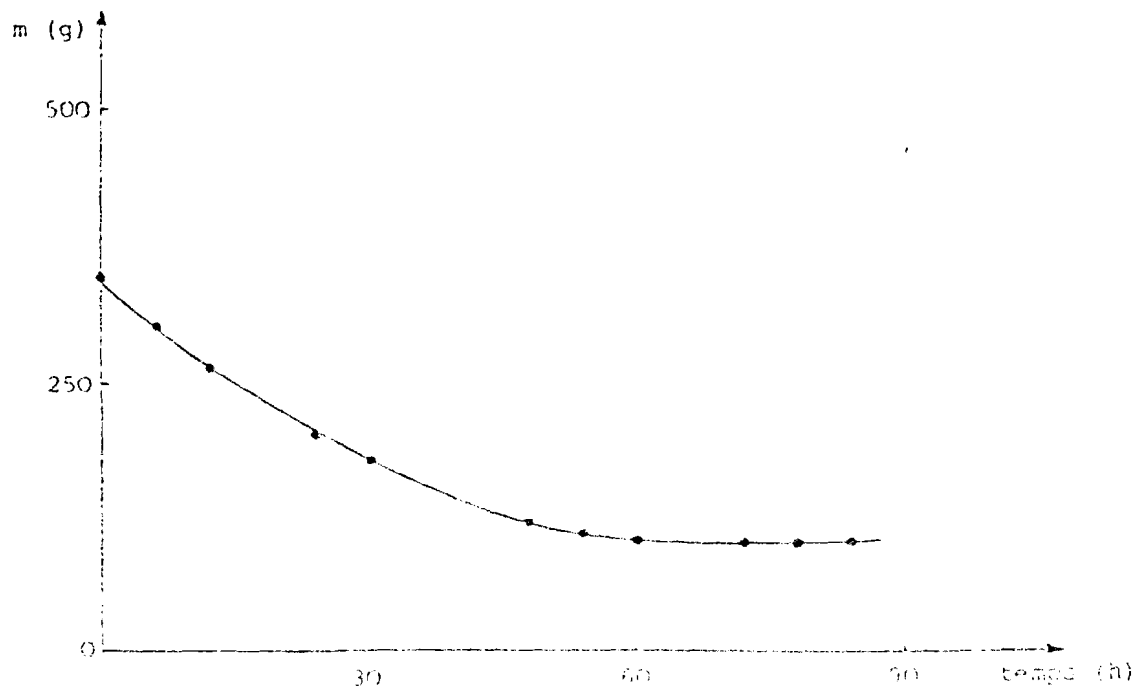


Figure 12b : Variation de la masse globale des échantillons à l'étuve (60°C).

Source : (35).

II. METHODES ANALYTIQUES

II.1. PRINCIPES GENERAUX DE L'ANALYSE WEENDE

II.1.a Détermination de l'humidité

L'aliment est soumis à la dessiccation en étuve à 103°C dans des conditions définies, variant en fonction de la nature de l'aliment. La perte de masse est déterminée par pesée. Il est nécessaire de posséder à une prédessiccation lorsqu'il s'agit d'aliments solides ayant une teneur élevée en humidité.

II.1.b. Protéine brute (PB).

La valeur en est donnée en multipliant la teneur en azote, déterminée par la méthode de Kjeldahl, par le coefficient 6,25. Selon le type d'aliment, une part plus ou moins grande en est constituée de véritables protéines, alors que le reste est de l'azote inorganique, sels, amides etc...

II.1.c. Matière grasse (M.G.ou E.E.)

La teneur en matière grasse brute s'exprime par l'extrait au diéthyliéther ou à l'éther de pétrole. Ceci comprend non seulement les huiles et les graisses, mais également les acides gras libres, les résines, la chlorophylle, pigments végétaux etc...

II.1.d. Cendres

Celles-ci sont déterminées par incinération des échantillons jusqu'à ce que tout le carbone soit éliminé. Le fait

qu'une matière végétale soit riche en cendres est souvent une indication de contamination par la terre. Il est souvent intéressant de préciser la nature des minéraux entrant dans la composition des cendres.

II.1.e. Cellulose brute ou fibre brute (CB ou FB)

La cellulose brute, ou cellulose de Weende, correspond au résidu organique (donc déduction faite du poids des cendres) obtenu après deux hydrolyses ménagées successives à 30 mn, l'une en milieu acide sulfurique, l'autre en milieu alcalin (soude).

Cette méthode est la plus critiquable du système de Weende, car elle n'est ni spécifique, ni fidèle. Elle ne permet pas en effet, la séparation d'une entité chimique définie: le résidu d'hydrolyse contient la plus grande partie de la cellulose vraie, mais aussi une fraction importante de la lignine (lignine insoluble), une partie des hémicelluloses de quelques matières azotées, ainsi que d'autres substances glucidiques, c'est-à-dire différentes matières à digestibilité et valeur alimentaire très différentes. Lorsqu'il s'agit de l'alimentation des monogastriques, ce problème importe peu, car, pour ceux-ci, tous les constituants de la "Cellulose de Weende" sont pratiquement indigestibles. Il en est autrement chez les ruminants pour qui la cellulose vraie est très digestible et la lignine presque totalement indigestible.

C'est la raison pour laquelle de nombreux chercheurs ont tenté de mettre au point des méthodes d'analyses plus fines permettant de déterminer les divers composants des parois cellulaires pour remplacer ce dosage de la cellulose brute (exemple : Méthode de Van Soest).

II.1.f. Extractif non azoté (E.N.A.)

Il représente la différence entre la somme des autres constituants et la matière sèche totale. Autrement dit, c'est ce qui reste après la détermination analytique des autres constituants. L'E.N.A. est sujet aux mêmes critiques que la cellulose brute. Il constitue un ensemble sans signification, car il contient des substances très différentes : glucides intracellulaires, acides organiques, pectines, pentosanes, amidons etc..., une partie des hémicelluloses de la lignine (lignine soluble). Certaines méthodes parmi les nouvelles proposées permettent en partie la différenciation de ces entités chimiques.

III. Analyses Complémentaires :

III.1. Les acides aminés (a.a.)

La recherche quantitative des a.a. fait appel à la Chromatographie en phase liquide haute performance (HPLC) après une hydrolyse acide. Dans le présent travail, les dosages ont été effectués au Laboratoire de Zootechnie de l'Institut Zootechnique de l'Université de Padoue (Italie).

III.2. Les éléments minéraux.

Comme pour la plupart des analyses effectuées, les méthodes utilisées sont celles prescrites par le Bureau Interprofessionnel des études analytiques (12). Nous n'en donnons ici que les principes généraux.

III.2.a. Les Macro-éléments (Ca, P, K, Na, Mg)

L'ensemble des méthodes permettent de déterminer leurs méthodes dans les aliments animaux.

*CALCIUM

L'échantillon est incinéré, les cendres sont traitées par l'acide chlorydrique et le calcium est précipité sous forme d'oxalate de calcium. Après dissolution du précipité dans l'acide sulfurique, l'acide oxalique formé est tiré par une solution de Permanganate de potassium.

*PHOSPHORE

L'échantillon est minéralisé, soit par voie sèche (pour les aliments organiques), soit par voie humide (pour les composés minéraux et les aliments liquides et mis en solution acide. La solution est traitée par le réactif Vanado-Molybdique. La densité optique de la solution jaune ainsi formée est mesurée au spectrophotomètre à 430 nm.

*POTASSIUM

L'échantillon est incinéré et les cendres sont mises en solution dans l'acide chlorydrique. La teneur en potassium de la solution est déterminée par photométrie de flamme en présence de chlorure de césium et de nitrate d'aluminium. L'addition de ces substances élimine, dans une large mesure, l'interférence d'éléments perturbateurs.

*SODIUM

L'échantillon est incinéré et les cendres sont mises en solution dans l'acide chlorydrique. La teneur en sodium de

la solution est déterminée par photométrie de flamme en présence de chlorure de césium et de nitrate d'aluminium. L'addition de ces substances élimine, dans une large mesure, l'interférence d'éléments perturbateurs.

***MAGNESIUM**

L'échantillon est incinéré et mis en solution dans l'acide chlorhydrique dilué. S'il ne contient pas de substances organiques, il est mis directement en solution dans l'acide chlorhydrique dilué. La solution est diluée et la teneur en magnésium est déterminée par spectrophotométrie d'absorption atomique à 285,2 nm, par comparaisons avec des solutions étalon.

III.2.b. Les oligo-éléments (Zn, Cu, Fe, Mn).

L'échantillon est minéralisé par voie sèche et mise en solution acide puis les teneurs en différents oligo-éléments sont dosés par spectrophotométrie d'absorption atomique, par comparaison avec des solutions étalons.

III.3. Les glucides pariétaux

Etant données les limites de la cellulose brute, de nombreux chercheurs ont tenté de mettre au point les méthodes de dosage par fractionnement des différents constituants de la paroi végétale. (9) ,(16). La méthode proposée par Van Soest à s'imposer au niveau international. Elle présente la possibilité de semiautomatisation évite certains traitements préalables grâce à une utilisation judicieuse de solutions détergentes (9),(17).

METHODE DE VAN SOEST (Description)

III.4. Les parois cellulaires (PC = NDF = Neutral
Détergent Fiber)

III.4.a. Préparation de la solution NDF (1 litre)

Dans un bécher mettre l'EDTA 18,61 g; Na borate ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) 6,81 g et ajouter de l' H_2O ; chauffer jusqu'à dissolution complète.

Mélanger cette solution à celle contenant 10 cc de Glicol éthylique monoéthyléther et 30 g de Na lauril-sulfate. Dissoudre dans un autre bécher 4,56 g de Na_2HPO_4 anhydre. Mélanger les deux solutions et porter à 1 litre avec de l'eau distillée.

III.4.b. Mode opératoire

Introduire la prise d'essai (0,5 à 1 g) dans un bécher muni d'un dispositif refroidisseur pour maintenir le volume constant, ajouter 100 ml du détergent neutre, quelques gouttes d'émulsion d'antimousse, porter rapidement à ébullition et laisser bouillir pendant 1 heure exactement.

Filter sous vide sur creuset Gooch, laver avec de l'eau très chaude (environ trois ou quatre fois) puis à trois reprises par de l'acétone (en tout 100 ml environ). Sécher dans le dessiccateur et peser.

III.4.c. Calcul

$$\text{NDF \%} = \frac{\text{Pds creuset après étuve} - \text{Pds creuset vide}}{\text{Prise d'essai}} \times 100$$

Pour avoir le pourcentage rapporté à la matière sèche, on doit diviser par le poids de matière sèche.

S'il y a un problème de filtration, on ajoute après l'ébullition 2 ml de amyloglucosidase + 30 ml d' H_2O (5g de amyloglucosidase + 250 ml d' H_2O , agiter et filtrer ; cette solution peut-être conservée pendant une semaine dans un réfrigérateur).

III.5. Lignocellulose (LC = ADF)

III.5.a. Préparation à la solution ADF

Acide sulfurique 1 N (49,04 g/l) 1 l.

Triméthycétyl ammonium Bromure 20 g.

Dans le ballon de 1000 ml mettre environ 750 ml d' H_2O , ajouter l' H_2SO_4 et mélanger, puis ajouter CTAB, dissoudre et compléter au trait repère.

III.5.b. Mode opératoire

Introduire la prise d'essai (0,5 à 1 g) dans un bécher muni d'un dispositif refroidisseur pour maintenir le volume constant, ajouter 100 ml du détergent acide, quelques gouttes d'émulsion d'antimousse et porter rapidement à ébullition et laisser bouillir pendant une heure. Filtrer sous vide sur un creuset Gooch, laver avec de l'eau très chaude environ 3 ou 4 fois puis à trois reprises par l'acétone (en tout 100 ml environ).

Sécher dans l'étuve à 105 °C pendant 8 heures, laisser refroidir dans un dessiccateur et peser.

III.5.c. Calcul

$$\text{ADF \%} = \frac{(\text{Poids creuset} + \text{résidu}) - \text{Poids creuset}}{\text{Prise d'essai}} \times 100$$

III.6. La lignine (ADL) Van Soest

III.6.a. Mode opératoire

Dans le creuset qui contient la lignocellulose, on verse quelques ml d' H_2SO_4 72 % (P/P) de façon que le résidu soit couvert. Avec un agitateur en verre, on mélange bien.

Ajouter encore l' H_2SO_4 jusqu'à la moitié du creuset en agitant. Maintenir le volume constant dans le creuset.

Après 3 heures filtrer et laver avec beaucoup d'eau distillée jusqu'à ce que le filtrat soit sensiblement neutre.

Mettre le creuset dans l'étuve à 105 °C pendant 8 heures, et peser.

Calciner dans le four à 550 °C jusqu'à masse constante, laisser refroidir dans le dessiccateur et peser.

III.6.b. Calcul

$$\text{ADL \%} = \frac{\text{Perte par incinération}}{\text{Prise d'essai}} \times 100$$

CHAPITRE II : RESULTATS et DISCUSSIONS

Les résultats sont discutés en les comparant directement à ceux relatifs aux tourteaux usuels.

I. ANALYSE WEENDE (analyse standard)

* La matière sèche

Les moyennes (relatives aux deux types de tourteaux) 92,10 et 95,10 se situent dans la fourchette de variation des teneurs en matière sèche de la plupart des tourteaux.

(Voir tableau)

* Les cendres.

Leurs teneurs n'ont aucune signification particulière quant à la qualité des minéraux réellement présents dans les aliments. Il existe d'autres procédés permettant la détermination des macro et oligo éléments.

Les cendres en définitive ne servent qu'à calculer par différence la matière organique de l'aliment, ici le tourteau de Safou

7,23 et 6,81 sont les teneurs moyennes respectives des tourteaux analysés. (Congo et Côte d'Ivoire)

* La cellulose brute

Il ressort des résultats de l'analyse que le tourteau de Safou est pourvu d'une quantité très importante de cellulose. 21,5 et 19,01. ce qui n'est pas sans conséquence pour son utilisation chez les monogastriques, chez les ruminants, la cellulose et la lignine sont liées par une corrélation inverse, un taux élevé de lignine diminue considérablement la digestibilité de la cellulose (...).

Dans l'analyse des parois végétales nous avons donné les différentes valeurs relatives à la cellulose et à la lignine.

D'autre part dans la détermination de la cellulose brute, 2 échantillons ont présenté des taux relativement

élevés 28,27 et 29,27, on n'a pas tenu compte d'eux dans le calcul de la moyenne du fait qu'ils ne présentaient aucun renseignement.

Extrait étheré (Matière grasse).

La technique de préparation utilisée n'a pas permis un épuisement total de l'huile. Les taux de matière grasse obtenus sont plus proches des teneurs en lipides des tourteaux de pression (4 p 100 au minimum). La moyenne globale pour 7 déterminations est de 4,17 p 100.

Pour le tourteau de Côte d'Ivoire, le taux de matière grasse est de 3,04 p 100 (voir tableau).

Une amélioration de la technique aurait permis d'obtenir des tourteaux bien délipidés.

Tableau 10 : Teneur en matière grasse et protéique de 13 échantillons de tourteau de Safou analysés au LACENA (Abidjan)

Echantillons	MG % ms	MPB % ms	Observation
1	14,11*	20,81	Congo
2	0,73	23,85	"
3	8,63	17,71	"
4	2,95	16,61	"
5	7,76	-	"
6	7,47	22,77	"
7	0,66	-	"
8	3,04	13,76	Côte d'Ivoire
9	1	10,65	Congo
10	-	21,39	"
11	-	14,94	"
12	-	7,44	"
13	-	6,71	"

* Ce taux trop élevé n'a pas été pris en compte dans le calcul de la teneur moyenne en matière grasse.

Matières protéiques brutes (tableau).

Comme pour l'extrait éthéré, les résultats ont conduit à prendre en considération deux types de tourteaux, un relativement riche en protéine, et dont la teneur moyenne est de 22,20 et un tourteau de composition protéique égale à 13,76 p100 (échantillon de référence CI).

Enfin, Silou et Kiakouama (35) signalent des taux protéiques allant jusqu'à 28 p 100. (tableau)

	Tourteau de Safou*		
- Eau	14,0%	14,0%	15%
- Matières minérales	8,32%	5,52%	6,8%
- Matières grasses	2,0%	2,0%	2,0%
- Matières azotées	28,0%	28%	28%
- Cellulose brute	44,8%	46,5%	37,1%

Tableau :11 Résultats relatifs à 3 échantillons différents.

Source : (35)

Il ressort de l'analyse classique de Weende que le tourteau de Safou est un produit de forte teneur en cellulose; 21,5 p 100 contre 7,06 p 100 pour le soja, 9,75% pour l'arachide 16 p 100 pour coprah, 11,83 p 100 le coton. Toutefois la cellulose de Weende ne permet pas d'apprécier à sa juste valeur l'utilisation digestive du produit, celle-ci dépendant principalement de la concentration en lignine.

Comparé aux tourteaux d'arachide, de coton, de soja, le tourteau de Safou a une teneur en protéines relativement faible. Il s'apparente plutôt aux tourteaux de coprah, de palmiste. Enfin son taux de cendres est presque identique à celui des autres produits du même genre. (Tableau

Tableau 12 : Résultats moyens de l'analyse standard de différents tourteaux effectués au Lacena.
(teneurs en % ms)

	T.Soja	T.Arach.	T.Coprah.	T.Coton	T. Palm.	T.Safou	T.Safou(C.I)
M.S	89,12	93,52	95,23	90,8	89,48	92,10	95,40
M.M	7	6,30	5,32	7,27	5,83	7,23	6,81
C.B	7,06	9,75	16,42	11,83	20,27	21,5	19,01
P.B	50,34	45,39	18,94	51,07	18,78	22,20	13,76
M.G	1,87		20,19	3,40	1,55	4,17	3,04
E.N.A	33,44	26,63	38,95	26,43	53,58	44,9	43,25

II ANALYSES COMPLEMENTAIRES

II.1. EQUILIBRE AMINO ACIDE DES PROTEINES DU TOURTEAU DE SAFOU

Les tourteaux sont des aliments dont la caractéristique essentielle est d'apporter des matières azotées en quantité suffisante. A côté de cet aspect purement quantitatif existe un autre, qualitatif, relatif à la nature et à l'équilibre des amino-acides dont dépend pour une très grande part l'efficacité protéique des tourteaux.

Les données relatives aux tourteaux de Safou, figurent dans le tableau . Les différentes valeurs sont exprimées en p 100 de la protéine. (tableau .) Il se dégage donc que les protéines du tourteau de soja (Congo et Côte d'Ivoire) ont sensiblement la même composition en acides aminés. Seules la méthionine, la lysine, l'arginine présentent des différences (tableau). Les a.a. essentiels sont regroupés dans les tableaux..., ensuite une confrontation est faite avec les teneurs en a.a. essentiels des tourteaux usuels. Les protéines du tourteau de Safou affichent une pauvreté en arginine par rapport aux autres. Pour le reste des a.a. essentiels les différences sont moins grandes. On remarque aussi une nette supériorité des T. de Safou en méthionine sur les tourteaux d'arachide, de soja, de coton, et de palmiste.

En vue d'établir une hiérarchie des protides alimentaires, Mitchel et Block (19) ont défini un terme de comparaison. L'étalon des références choisis par ces deux auteurs est la protéine de l'oeuf. Ce terme de référence permet de déterminer les paramètres ci-après :

* l'Indice chimique de chacun des a.a.

Il s'agit d'un rapport

$$\frac{\text{a.a. (p 100 de PB) du tourteau}}{\text{a.a. (\% PB) de l'oeuf.}}$$

Le rapport le plus bas permet de détecter l'acide aminé qui constitue le facteur limitant.

* Le pourcentage de déficit : Il s'agit des différences individuelles des a.a. (tourteau et oeuf) exprimés en p 100.

La classe chimique : pour l'oeuf cette classe chimique est égale à 100. Par différence avec l'indice chimique de l'acide aminé facteur limitant de la protéine étudiée, on obtient la classe chimique de celle-ci.

Pour le tourteau de safou, les valeurs respectives des paramètres ci-dessus énumérés sont consignées dans le tableau (w). Comme pour certains autres produits, le facteur limitant du tourteau de safou est la lysine dont l'indice chimique est de 0,30 ou 0,47 (suivant le type de tourteau).

Le tableau (n) établit la classification de différents produits végétaux et animaux. Les tourteaux se situent entre les aliments d'origine animale (lait, viande et les céréales (blé et maïs). Pour le tourteau de safou, suivant le taux de lysine (2,13 ou 3,45), la classe chimique est de 30 ou 47.

Ainsi en fonction de la qualité des protéines, les tourteaux se classeraient comme suit :

- Tournesol	53	-Tournesol	53
- Soja	49	- Soja	49
- Sésame	39	- <u>Safou</u>	47
- Coton cru	37	- Coton cru	37
- Coprah	37	- Coprah	37
- Palmiste	37	- Palmiste	37
- Lin	35	- Lin	35
- Arachide	34	- Arachide	31
- <u>Coton</u>	30		

Cependant la hiérarchie ainsi établie ne fournit pas d'indication proche de l'intérêt pratique de ces produits dans les rations pour les animaux. Pour le tourteau de safou, du fait de sa teneur très élevée en cellulose, seuls les ruminants peuvent en faire une utilisation optimale. Pour les monogastriques, son utilisation est assortie d'une fixation à un taux d'incorporation maximum.

Tableau 13 : TENEUR EN ACIDES AMINES DE 2 TOURTEAUX DE SAFOU
Côte d'Ivoire Congo

HUMIDITE	2%		5,2%	
MATIERE SECHE	98%		94,8%	
PROTEINE BRUTE	14,03% MS		24% MS	
ACIDES AMINES	/MS	PB	/MS	/PB
Acide	1,55	11,04	2,85	11,87
Aspartique				
Tréonine	0,50	3,56	0,85	3,54
Sérine	0,65	4,63	1,05	4,3
Acide				
glutamique	1,30	9,26	2,25	9,37
Proline	0,65	4,63	1,05	4,37
Glycine	0,60	4,27	0,95	3,95
Alanine	0,70	4,98	1,15	4,79
Méthionine	0,50	3,56	0,60	2,50
Isoleucine	0,63	4,49	1,08	4,50
Leucine	0,80	5,70	1,30	5,41
Tyrosine	0,53	3,77	0,93	3,87
Phenylalanine	0,43	3,06	0,70	2,91
Histidine	0,20	1,42	0,35	1,45
Lysine	0,30	2,13	0,83	3,45
Arginine	0,40	2,85	0,90	3,75
Trypophane	-	-	-	-
Cystine	-	-	-	-
Valine	0,60	4,27	1,02	4,25

Tableau 14: TENEURS COMPAREES EN A.A. ESSENTIELS DES
TOURTEAUX DE SAFOU ET DE SOJA

ACIDES AMINES	TOURTEAU DE SAFOU C.I)	TOURTEAU DE SAFOU (C.B)	TOURTEAU DE SOJA	DEFINIT SOJA
Arginine	2 85	3,75	7,1	59,86 - 47,18
Cystine		-	-	-
Histidine	1 42	1,45	2,3	38,26 - 36,96
Isoleucine	4 49	4,50	4,7	4,47 - 4,25
Leucine	5,70	5,41	6,6	13,64 - 18,03
Lysine	2,14	3,45	5,8	63,10 - 40,52
Méthionine	3,56	2,50	2	78* *25
Phenyla- lanine	3,06	2,91	5,7	46,31 - 48,95
Thréonine	3,56	3,54	4	11 - 11,5
Tryptophane	-	-	1,2	-
Tyrosine	3,77	3,87	4,1	8,06 - 5,61
Valine	4,27	4,25	4,2	1,66 - 1,19

* Le tourteau de soja est déficitaire en méthionine par rapport au deux échantillons du tourteau de safou.

Tableau 15: Indice Chimique, facteur limitant et classe chimique du tourteau de safou.

a.a	T.safou	Oeuf	I.C	Déficit /oeuf	Facteur limitant	Cl. Chim.	
						Oeuf	safou
Arg.	3,75 (2,85)	5,9	0,6 (0,48)	- 36			
Cys.	-	-	-	-			
His.	1,42	2,3	0,62	- 38			
Isol	4,5	5,7	0,79	- 21			
Leu.	5,70	8,8	0,65	- 35		100	
Lys.	3,45 (2,13)	7,2	0,47 (0,30)	- 52,08 (-70)	lysine		30
Met.	2,5 (3,56)	3,8	0,65 (0,93)	- 35 (-7)			
Phe.	3,06	6,4	0,48	- 52			
Thr.	3,56	5,3	0,67	- 33			
Tyr.	3,87	5	0,77	- 23			
Val.	4,27	8,8	0,48	- 52			

Tableau 16: Indice chimique, facteur limitant du tourteau de Safou

	Facteur limitant	Pourcentage de déficit	Classe chimique
Oeuf entier (Réf)	-	0	100
Tournsl.	Lysine	-47	53
Soja cuit	Méthionine	-51	49
Sésame	Lysine	-61	39
Coton cru	Lysine	-63	37
Coprah	Valine	-63	37
Palmiste	Méthionine	-63	37
lin	Lysine	-65	35
arachide	a.a.soufrés	-69	31
Safou	Lysine	-70	30(47)
viande	Méthionine	-29	71
lait sec	Méthionine	-32	68
blé	Lysine	-63	37
maïs	Lysine	-72	28

Notes : Les données autres de Safou ont été tirés de (19)

II. LES ELEMENTS MINERAUX

1) Les Macro éléments

Tableau 17: Teneurs en macro-éléments de 6 échantillons de tourteau de safou (en % ms et en g./kg pour le Mg)

	1	2	3	4	5	6
- Ca	0,18%	0,37	0,32	0,39	0,45	0,58
P	0,42%	0,42	0,38	0,36	0,52	0,46
K	2,42%	2,57	2,49	3,24	2,69	2,03
Na	0,02%	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
Mg	2,54g/Kg	4,11	-	-	-	2,41
Ca/P	0,42	0,88	0,84	1,086	0,86	1,26

Tableau 18 : Teneur moyenne en Macro éléments des tourteaux de Safou, Soja, Arachide, Coton, Coprah, et de palmiste.

	T.de Safou		Autres Tourteaux				
	Congo	C.I	SO	Ar	Cot	Cop	Palm
Ca	0,34	0,58	0,31	0,12	0,20	0,08	0,32
P	0,42	0,46	0,64	0,60	1,18	0,44	0,58
K	2,68	2,03	2,15	1,24	1,58	1,44	0,70
Na	0,03	0,24	0,02	0,04	0,04	0,05	0,02
Mg	3,28	2,41	3,03	-	-	3,15	-
Ca/P	0,80	1,26	0,48	0,2	0,16	0,18	0,55

	Ca	P	K	Na	Mg
- Blé	0,08	0,35	0,43	-	0,15
- Riz (paddy)	0,06	0,26	0,33	-	0,11
- Maïs	0,04	0,33	0,39	-	0,14
- Mil	0,03	0,32	0,43	-	0,14

Tableau 19 :Teneurs en macro éléments de quelques céréales.

Tableau 20: Teneur moyenne en oligo éléments des tourteaux de Safou, Soja, Coprah.

	Safou		Soja	Coprah
Cu	19,55	37,53	8,74	37,53
Zn	37,47	28,30	51,57	59,55
Fe	51,12	61,84	236,55	550,56
Mn	18,7	10,48	45,96	86,52

II.2. LES ELEMENTS MINERAUX

Les tourteaux sont plus riches en matières minérales que les Céréales. Les résultats obtenus avec les tourteaux de Safou confirment encore cette supériorité (voir tableau).

a) Les Macro-éléments

Parmi les différents éléments majeurs (Ca, P, K, Na, Mg), le Ca présente des légères variations d'un tourteau à l'autre.

En effet pris dans leur ensemble les teneurs en Ca des tourteaux de Safou (Congo et Côte d'Ivoire) se situent entre 0,18 p 100 de la matière sèche et 0,58 p 100 (ce sont les valeurs entières).

Les autres éléments ne présentent pas de variations significatives.

Comparés aux autres tourteaux d'utilisation courante (Soja, Arachide, Coton, palmiste, coprah). Le tourteau de Safou présente une teneur moyenne en Ca supérieure à celle des tourteaux d'arachide, coton, coprah. Par contre le taux de phosphore dans le tourteau de Safou est plus bas que celui des tourteaux du plus haut cité en dehors du tourteau de palmiste. Les autres éléments (Na, K, Mg) pour l'ensemble de tourteau du tableau n° sont sensiblement les mêmes.

II.2.b Oligo éléments

Bien qu'existant en très petite quantité (ppm) dans les organismes vivant, les oligo éléments jouent un rôle indispensable au niveau de nombreuses voies métaboliques.

L'évolution des Connaissances en physiologie nutritionnelle a permis de préciser le rôle des éléments communs le Cu, le Zn, le Co, le Mn, l'I, qui sont de plus en plus dosés dans certains laboratoires.

Dans le présent travail seuls le Cuivre, le Manganèse, le Zinc ont pu être dosés. A cela s'ajoute le Fer dont le rôle dans la synthèse de l'hémoglobine est connue depuis longtemps.

Le tableau n° donne des valeurs indicatives de différents oligo éléments du tourteau de Safou comparés au tourteaux de Soja, et coprah. ici, comme dans l'analyse des macro éléments, la composition en différents oligo éléments semble être satisfaisante.

Il reste cependant à préciser pour tous ces éléments minéraux les combinaisons chimiques dans lesquelles ils sont

impliqués afin d'en apprécier l'utilisation digestive.

Le Sésame par exemple a une teneur en Ca très élevée (2 p 100 de Ms). Ce calcium est malheureusement inassimilable parce que se trouvant sous forme d'oxalate de calcium (19).

III. ANALYSE DES PAROIS VEGETALES

La méthode de Van Soest a permis de quantifier trois résidus considérés dans un ordre décroissant.

1. Les parois cellulaires (PC : NDF = Neutral detergent fiber)

sont le résidu de l'extraction avec du dodecilsulfate en milieu neutre pendant une heure.

Le résidu PC (NDF) contient un fait très peu de substances mais peut contenir une quantité négligeable d'éléments comme l'amidon, les matières azotées, les tanins. Les 2 échantillons analysés nous donnent des indications sur les tourteaux de safou qui titrent 35 et 43 p 100 de la matière sèche en NDF. (tableau).

2. La lignocellulose. (Lc = ADF = Acid detergent fiber)

est le résidu de l'hydrolyse pendant une heure par de l'acide sulfurique (H_2SO_4) 0,5M associé à du détergent CTAB.

Les tourteaux de safou (les 2 échantillons) sont peu lignifiés au regard de données du tableau (n°) où on remarque que le tourteau de coprah (18 p 100), colza (37 p 100), tournesol (32, 6 p 100) affichent une nette supériorité par rapport aux tourteaux de safou (1,25 et 7,97).

Cette faible lignification du tourteau de Safou se confirme par la très grande digestibilité de la matière organique (testé in vitro).

3. Les autres éléments des parois végétales, Cellulose vraie et hémicellulose sont obtenus par les différences respectives ci-après :

$\text{cellulose} = \text{ADF} - \text{ADL}$
$\text{hémicellulose} = \text{NDF} - \text{ADF}$

Les taux respectifs sont indiqués dans le tableau :

Tableau 21: Analyse des parois végétales du tourteau de Safou

	Tourteau de Safou (Congo)	Tourteau de Safou (Côte d'Ivoire)
Cellulose brute	21,47 p 100 M.S	19,05 p100 M.S
Paroi cellulaire (NDF)	35	43,25 " "
Hémicellulose (ADF)	13,56	16,11 " "
Lignocellulose (ADF)	21,41	27,14 " "
Cellulose vraie	20,19	19,17 " "
Lignine (ADL)	1,25	7,97 " "

Tableau 22: COMPOSITION DE L'ADF DES FOURRAGES OU DES
CONCENTRES.

	FOURRAGES			CONCENTRES				
	gram.	luz.	paille	T.col.	T.cop.	T.tns.	Soj*	Soj.
Cellulose	55 65	45 50	62 65	37	13,4	12,8	74,2	47
Hémi- Cellulose	10 20	15 20	8 10	6	51,3	3,4	11	7
Lignine	10 12	18 22	13 15	37,3	18,2	32,6	1,2	40

gram. : graminée

luz. : luzerne

T.col. : tourteau de colza

T.cop. : tourteau de coprah

T.tns, : tourteau de tournesol

Soj*, : tégument de soja

Soj. : graine de soja

Source : tiré de (16)

CHAPITRE III. VALEUR ALIMENTAIRE DU TOURTEAU DE SAFOU

I. Estimation de la valeur énergétique

1. Méthodes d'estimation

Une bonne alimentation doit apporter à l'organisme suffisamment d'énergie pour couvrir les besoins, c'est-à-dire les dépenses d'entretien et de production.

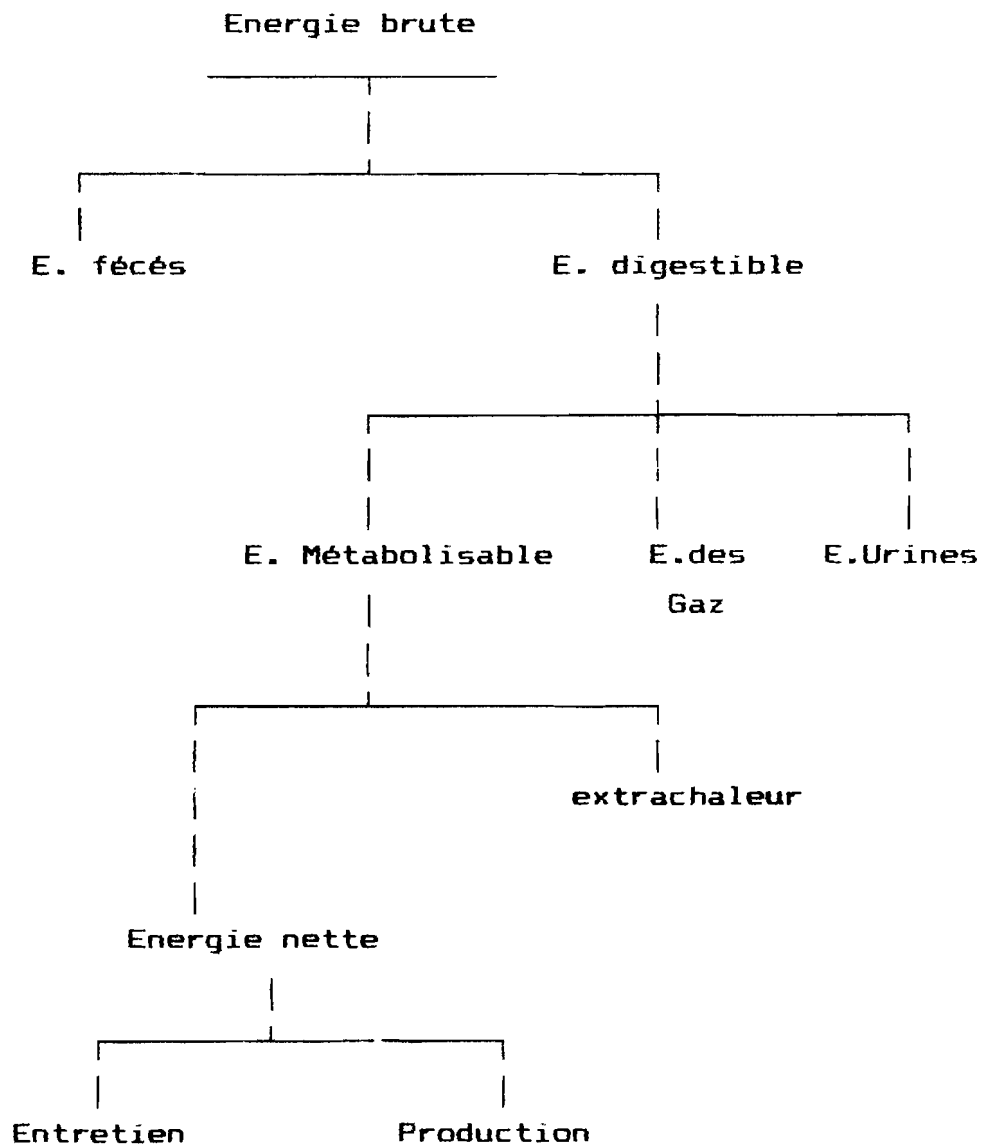


Schéma d'utilisation de l'énergie par l'organisme animal

Dans les différentes étapes de l'utilisation de l'énergie, l'énergie nette est celle qui présente un grand intérêt pour l'animal, elle permet de couvrir les besoins d'entretien et de production (32). Dans le présent travail, c'est cette forme qui a été déterminée par le système UF.

Le système des UF a été mis au point en France par Leroy. L'évaluation de la valeur énergétique est faite par comparaison avec la valeur énergétique de l'orge qui est prise comme unité fourragère. (18), (20), (31). La valeur fourragère est égale au nombre d'UF trouvé dans un kilogramme d'aliment :

$$\text{Valeur fourragère en UF} = \frac{\text{énergie nette d'1 kg d'aliment}}{1883}$$

1883 = énergie nette d'un kilogramme d'orge de référence.

L'équivalent fourrager est la quantité d'aliments par laquelle on peut remplacer un kilogramme d'orge de référence sans faire varier la valeur énergétique (32).

Avec le développement des études du métabolisme énergétique, des précisions intéressantes dans les domaines de la valeur énergétique ont conduit à la définition de nouvelles unités : UFL et UFV (9)(20)(32).

Cette distinction est due à la différence très marquée entre la production laitière et l'engraissement. Un aliment

donné a généralement une valeur énergétique nette de la lactation supérieure à l'énergie nette d'engraissement (20).

L'unité fourragère lait = UFLait correspond à la valeur énergétique nette pour la lactation d'un kg d'orge de référence, à 86 p 100 de matière sèche. Cette valeur est de 1730 Kcal. (20)

La valeur énergétique d'un aliment exprimé en UFL est le rapport entre l'énergie net de cet aliment pour la lactation et celle de l'orge de référence (20)

$$\text{Valeur énergétique en UFL} = \frac{\text{ENL}}{1730 \text{ Kcal}}$$

L'unité fourragère viande (UFV) est définie selon le même principe que l'UFL. Elle correspond à la valeur énergétique nette d'un kilogramme d'orge de référence pour l'entretien et la production chez un animal à l'engrais, cette valeur est de 1855 Kcal.

La valeur énergétique en UFV d'un aliment est le rapport de l'énergie nette de cet aliment et de celle de l'orge de référence, 1855 Kcal (20).

Le calcul de ces différentes formes d'énergie (UFV et UFL) fait appel à des principes qui ne peuvent être détaillés dans le cadre de ce travail. D'autre part l'Institut national de recherches agronomiques en France (INRA) a établi en 1980 des équations permettant de calculer la valeur en UFL et UFV des aliments à partir de leur composition chimique:

$$\text{UFL} = 120 + 0,10 \text{ MAT} + 1,34 \text{ MG} - 0,7 \text{ CB} - 2,32 \text{ Li}$$

$$\text{UFV} = 121,47 + 0,05 \text{ MAT} + 1,32 \text{ MG} - 0,84 \text{ CB} - 2,81 \text{ Li}$$

Ce sont ces dernières équations qui ont permis l'estimation la valeur en énergie (UFV et UFL) du tourteau de safou. Les calculs ont été effectués à l'ordinateur sur le logiciel multiform du professeur PARIGI-BINI.

En 1986, Jarrige (19) a introduit des modifications dans ces équations de telle sorte que la valeur en UFV et UFL est exprimée en p 100 de la matière organique.

2. Estimation de la valeur énergétique du tourteau de Safou

a) Introduction des données analytiques

T. de Safou (Congo) :	1980		1986
Mat. org. ; (% t.q.)	85,75		
M.A.T. ,	: 20,50	M.A.T.,	% MO: 23,91
Extr. Eth.	: 3,72	Extr.Eth.,	% MO: 4,34
Cell. Br.,	: 19,40	Cell. Br.,	% MO: 22,62
Lign. (ADL),	: 1,15	Lign. (ADL),	% MO: 1,34

T. de Safou (Côte d'Ivoire) :			
Mat. Org., (% t.q.)	85,75		
M.A.T.,	: 13,13	M.A.T.,	MO : 15,31
Extr. Eth., "	: 2,90	Extr. Eth.,	%MO : 3,38
Cell. Br., "	: 18,90	Cell. Br.,	%MO : 21,19
Lign. (ADL), "	: 7,60	Lign. (ADL),	%MO : 8,86

b)- Résultats :

U.F.L., /kg	0, 93	0,93
U,F,V., /kg	0, 90	0,90

U.F.L., /kg	0,77	0,77
U.F.V., /kg	0,71	0,72

Récapitulation (composition définitive du Tourteau de Safou)

1 MATIERE SECHE	%	92,36	16 MAGNESIUM	%ms	
2 MAT.AZOT.TOTAL	%ms	22,20	17 POTASSIUM	%ms	
3 EXTR.ETH.MG	%ms	4,03	18 SODIUM	%ms	
4 CELLULOSE BRUTE	%ms	21,01	19 FER	mg/Kgms	
5 MAT.MINER.	%ms	7,16	20 ZINC	mg/Kgms	
6 ENA.	%ms	45,60	21 Mn	mg/Kgms	17
7 MAD.	%ms	16	22 Cu	mg/Kgms	27
8 NDF	%ms	35	23 UF	n./Kgms	0,98
9 ADF	%ms	21,40	24 UFL	n./Kgms	1,01
10 ADL	%ms	1,25	25 UFV	n./Kgms	0,98
11 Ca	%ms	0,34			
12 P	%ms	0,42			

Tourteau de Safou (C.1).

1 MS	%	95,40	16 Mg	%ms	0,24
2 MAT	%ms	13,76	17 K	%ms	2,03
3 E.E	%ms	3,04	18 Na	%ms	0,03
4 C.B	%ms	19,01	19 Fe	mg/Kgms	61
5 MAT.MIN	%ms	6,81	20 Zn	mg/Kgms	28
6 ENA	%ms	57,38	21 Mn	mg/Kgms	10
7 MAD	%ms	8,90	22 Cu	mg/Kgms	37
8 NDF	%ms	43,25	23 UF	n/Kgms	0,75
9 ADF	%ms	27,14	24 UFLn	Kgms	0,81
10 ADL	%ms	7,97	25 UFVn	Kgms	0,75
11 Ca	%ms	0,58			
12 P	%ms	0,46			

II. FORMULATION DES RATIONS A MOINDRES COÛTS (simulation sur ordinateur)

Formuler une ration à moindre coût, c'est rechercher la combinaison de matières la plus économique pour couvrir les besoins nutritionnels d'une catégorie d'animaux. Ce travail fait appel à la technique de programmation linéaire par optimisation.

Dans le cadre de ce travail, les simulations de rationnement ont été faites à l'aide du logiciel "multiform" disponible au laboratoire d'analyse informatique de l'E.I.-S.M.V. D'autres exercices du même type ont été faits au laboratoire central de nutrition animale d'Abidjan et ont donné des résultats identiques à ceux cités plus haut. Les différents types de rations élaborées sont notées de R1 à R4.

Pour chaque catégorie d'animaux le programme prend en compte :

- Les besoins nutritifs
- La nature et le prix des matières premières

Dans les solutions proposées par le programme figurent

- * La formule du mélange avec le taux d'incorporation et le coût de chaque aliment.
- * La composition chimique du mélange
- * L'analyse post-optimale :

- a) - les prix d'intérêt concernent les aliments non retenus par le programme, qui propose les prix auxquels ces aliments pourraient être acceptés.

II. FORMULATION DES RATIONS A MOINDRES COÛTS. (simulation sur ordinateur)

Formuler une ration à moindre coût, c'est rechercher la combinaison de matières la plus économique pour couvrir les besoins nutritionnels d'une catégorie d'animaux. Ce travail fait appel à la technique de programmation linéaire par optimisation.

Dans le cadre de ce travail, les simulations de rationnement ont été faites à l'aide du logiciel "multiform" disponible au laboratoire d'analyse informatique de l'E.I.-S.M.V. D'autres exercices du même type ont été faits au laboratoire central de nutrition animale d'Abidjan et ont donné des résultats identiques à ceux cités plus haut. Les différents types de rations élaborées sont notées de R1 à R4.

Pour chaque catégorie d'animaux le programme prend en compte :

- Les besoins nutritifs
- La nature et le prix des matières premières

Dans les solutions proposées par le programme figurent

- * La formule du mélange avec le taux d'incorporation et le coût de chaque aliment.
- * La composition chimique du mélange
- * L'analyse post-optimale :

- a) - les prix d'intérêt concernent les aliments non retenus par le programme, qui propose les prix auxquels ces aliments pourraient être acceptés.

- b) - La plage de stabilité d'incorporation indique les prix, minimal et maximal entre lesquels les aliments sont ou seraient acceptés par le programme.
- c) - Le coût unitaire des contraintes permet de voir la contrainte la plus chère dans la formule retenue et de modifier ainsi les contraintes nutritives choisies.

R1 : MELANGE POUR VACHE LAITIERE
(T. Safou limité à 30 p 100)

1)- Formule du mélange***

Mat.ière	p. 100	Prix/Kg	Coût
- Son de riz	13,5%	28 f	379
- T.Arachide	8,57%	45 f	386
- Carbon.Ca	1,03	25 f	26
- Poudre.d'Os	1,07	30 f	32
- Maïs	35,30	100 f	3530
- Mélasse de canne	10%	32 f	320
- Sel marin	0,50%	60 f	30
- T. Safou	30%	30 f	900
<hr/>			
TOTAL	100%		56,02

2. Composition Chimique

- Ms	88,74%
- MAT	16,09% ms
- E.E.	3,96 "
- CB	11,58 "

- MM	9,29	"
- ENA	58,27	"
- MAD	12,50	"
- NDF	16,73	"
- ADF	8,77	"
- ADL	0,86	"
- Ca	1,13	"
- P	0,56	"
- UF	0,96	n/Kgms
- UFL	0,31	"
- UFV	0,31	"

3. Analyse post-optimale***

	Prix actuel	Prix d'interêt
UREE	54 f/Kg	0
T.coton	55 "	28,84 f

Plage de stabilité d'incorporation

		Min	Max
- Son de riz	28 f	0	31,13
- T.Ara	45 f	19,55	75,45
- Carbn.Ca	25 f	0	33,63
- Poudre d'os	30 f	22,19	66,44
- Mais	100 f	87,66	-
- Mélasse de Canne	32 f	0	81,40
- Sel marin	60 f	0	-
- T.Safou	30 f	0	71,44

Contrainte limitante = MAT (128,4 f)

R2 : MELANGE POUR EMBOUCHE OVINE

Formule du Mélange***

- MAT.1ère	p.100	Prix/Kg	Coût
- Carbn.Ca	0,18%	25 f	5 f
- Son.de riz	11,46%	28 f	321 f
- UREE	0,43%	54 f	23 f
- Poudre.d'os	0,14%	30 f	4 f
- T.Safou (congo)	0,37	30 f	11 f
- Maïs	36,92%	100 f	36,92 f
- Mélasse de canne15 %		32 f	48 f
- Sél Marin	0,50%	60 f	30 f
- T.Safou (C.I.)	35%	25 f	875 f
<hr/>			
TOTAL	100%		54,41

2. Composition chimique***

	(p 100 ms)
- MS	89,10%
- MAT	12,34
- E.E	3,62
- CB	10,66
- MM	7,39
- MAD	7,85
- NDF	21,04
- ADF	11,52
- ADL	3,24

- Ca	0,56
- P	0,39
- UF	0,90
- UFV	0,28

3. Analyse post-optimale***

	Prix actuel	Prix d'intérêt
R		
T.Arach	45 f	0
T.Coton	55 f	0

Plage de stabilité d'incorporation

		Min	Max
Carbn.Ca	25 f	0	35,97 f
Son de riz	28 f	0	45 "
UREE	54 f	0	54 "
Poudre d'os	30 f	20	21,8 "
T.Safou (Congo)	30 f	0	78,7 "
Mais	100 f	63,78	-
Mélasse de canne	32 f	0	79,75 "
Sel marin	60 f	0	-
T.Safou (CI)	25 f	0	65,81 "

Contrainte limitante = MAD (3285 f pour 1 maximum fixé à 7 p.100)

R3: Mélange pour poulet de chair -démarrage

Formule du mélange

Aliments	P.100	Prix/kg	Coût
Coquilles d'huitres	0,50	18 f	9 f
Son de riz	7,42	28 f	20,8 f
Lysine	0,21	2800 f	588 f
T.d'arach.(50 %)	27,67	45 f	12,45 f
Farine d'os	1,40	30 f	42 f
Mais	57,51	100 f	575,1 f
Farine de poisson (60 %)	5	200 f	100 f
Sel marin	0,30	60 f	18 f
<hr/>			
Total	100		88,61 f

Composition chimique

M.S.	89,76 %
P.B.	25,63 % ms
E.E.	4,79 % ms
C.B.	5,57 % ms
M.M.	7,08 % ms
Lys.	1,17 % ms
Met.	0,38 % ms
Ca	1,10 % ms
P	0,89 % ms
E.M.	3340 kcal/kg ms

Analyse post-optimale

	Prix actuel	Prix d'intérêt	
Farine de viande	160 f	14,18 f	
Son fin (blé)	60 f	6,11 f	
T.coprah	45 f	0	
T.palmiste	35 f	0	
T.de Safou (C.I.)	25 f	0	
T.de Safou (Congo)	30 f	0	
T.de Soja	120 f	88,42 f	
Méthionine	2500 f	99,9 f	
		Intervalle de stabilité d'incorporation	
		Min.	Max.
Coquilles d'huitres	18 f	4 f	30 f
Son de riz	28 f	10,63 f	34 f
Lysine	2800 f	2600 f	3896 f
T.arachide	45 f	39,41 f	60,73 f
Farine d'os	30 f	18 f	100 f

Mais	100 f	90,10 f	127,75 f
Farine de poisson	200 f	0	207,32 f
Sel marin	60 f	17,98 f	-

Contrainte limitante = Lysine dont le coût est de 3579,92 f pour un taux d'incorporation minimal de 1,05 % (soit 1,17 % ms)

Ration R4:

Ici les différents éléments de la ration R3 ont été repris avec une imposition du T.de Safou à 2 % .Ceci a eu pour effet d'augmenter le coût de la ration à 90,42 f (soit une différence de 1,81 f par rapport à R3), la lysine demeurant toujours la contrainte limitante.

Commentaire sur les rations avec le tourteau de Safou.

- Pour les ruminants. On a une utilisation optimale du tourteau de Safou. La contrainte limitante dans ces rations est l'apport azoté. Le taux d'incorporation a été fixé à 35 p 100 .
- Pour les monogastriques. (volailles). Le tourteau de Safou est systématiquement rejeté à cause de son faible taux de protéines, de sa pauvreté en a.a.essentiels et surtout en lysine. Il faut une imposition préalable si on souhaite son utilisation chez les monogastriques dans le cas présent le taux a été fixé à 2 p 100. Cette imposition génère malheureusement une augmentation du prix de la ration. en effet on note

une différence de prix de 1,81 f/Kg entre les deux rations (avec et sans tourteau de Safou). Voir ration R4. En outre, la contrainte la plus chère est la lysine.

Ces résultats confirment ceux de l'analyse bromatologique. Il s'agit donc d'un aliment plus indiqué pour les ruminants. D'ailleurs les premiers résultats de l'essai de digestibilité en cours au Lacena montrent aussi une très bonne digestibilité de la matière organique et de la matière sèche. Le pourcentage de digestibilité de ces différents éléments sont compris entre 77 et 80 p 100. Voir tableau n°23 .

Tableau 23: Digestibilité in vitro du Tourteau de Safou

	Digestibilité	
	Matière sèche	Matière organique
I	77,43 %	80,80 %
II	76,57 %	80,21 %
III	77,99 %	81,28 %
IV	78,04 %	81,18 %
Moyenne	77,51 %	80,87 %

(Essai de digestibilité in vitro du tourteau de Safou type Côte d'Ivoire)

C O N C L U S I O N

Les oléagineux dont leur ensemble sont des plantes qui au fil des années ont acquis une importance considérable. Ainsi l'arachide, le coton, le palmier à huile, le soja le tournesol, le lin ont eu leur production plus que doublée en vingt ans. La place prépondérante acquise par ces produits au niveau de l'économie, a permis un accroissement notable du P.I.B. de certains pays tropicaux ; le cas de l'arachide au Sénégal. Cependant, cette suprématie des oléagineux "conventionnels" s'est faite au détriment de plantes de même type et d'importance sociale non négligeable tel le safoutier. Répandue dans les pays du golfe de Guinée, il donne lieu à des usages multiples.

Les fruits appelés safou sont d'excellentes sources de matières grasses et donnent lieu à des transactions commerciales intéressantes en milieu paysan pendant la période de forte production.

La transformation du safou en huile est intéressante d'autant plus qu'elle libère des tourteaux exploitables en vue de l'alimentation du bétail.

L'analyse bromatologique de ces tourteaux révèle des caractéristiques ci-après :

- un taux de protéine bas par rapport aux tourteaux majeurs que sont le soja, le tournesol, le coton, l'arachide. Cette pauvreté en protéine est doublée d'un déficit très important en a.a. essentiels surtout en lysine.
- Un taux de cellulose brute très élevé et qui place le tourteau de Safou parmi les tourteaux les plus encombrants. Ce taux de cellulose brute est fort heureusement compensé par une faible lignification.

- Un équilibre minéral satisfaisant puisque comparable à celui des produits de la même catégorie.
- Une teneur en énergie (UF) proche de celle des autres tourteaux usuels.

Son taux de cellulose élevé combiné à un faible taux de protéine déficiente en lysine font du tourteau de Safou un produit pauvre. Ce qui limite sa valorisation en tant qu'aliment pour monogastriques. Son utilisation chez cette catégorie d'animaux nécessite une imposition préalable à un taux qu'il faudrait judicieusement choisir pour éviter des répercussions économiques allant dans le sens d'une augmentation du prix de la ration. Les ruminants par contre, feraient une utilisation optimale du tourteau de Safou comme l'indique les données relatives à la simulation sur ordinateur et les premiers résultats de l'étude de la digestibilité in vitro du tourteau de Safou.

Toutefois ce travail mérite d'être complété dans la perspective d'une vulgarisation en milieu rural des données accumulées sur le Safou depuis une dizaine d'années. On peut à cet effet dégager quelques axes de recherche :

- vérification des résultats obtenus sur des échantillons plus grands.
- mise au point d'une technique d'extraction des tourteaux transférable en milieu rural et capable de donner des produits satisfaisants.
- expérimentation des rations d'embouche villageoise pour ruminants.

Dans un cadre plus général, l'exploitation à l'échelle agro-industrielle s'avère intéressante. Le rendement à l'ha est estimé à 7 à 8 tonnes d'huile. Ce qui permet de disposer de 12 à 13 tonnes de tourteaux (la production de fruits est estimée à 20 tonnes/ha en période de plein rendement).

Enfin, au niveau des pays de l'Afrique centrale, le Safou est consommé par près de 50 millions de personnes (le 1/6 de la population du continent africain). Le travail

entrepris sur le Safou devrait être le point de départ d'un programme de valorisation d'une série d'oléagineux "non conventionnels" (les courges, le sésame, les fruits de cayenne). Car ceux-ci comme d'autres plantes alimentaires, entrent l'alimentation quotidienne de la majeure partie des populations.

B I B L I O G R A P H I E

- 1 ADJANDHOUN (E), ASSI (L) .- contribution au recensement
des plantes médicinales de
Cote d'Ivoire
Abidjan, Centre National de
la Floristique, 57p
- 2 ADJANDHOUN E.et all.- Les plantes médicinales du Congo
Paris, A.C.C.T.
- 3 ADRIAN (J), JACQUOT (R). Valeur Alimentaire de
L'arachide et de ses dérivés,
Paris ; GP Maison neuve et la
rose 1968 ; 263 p.
- 4 Alimentation (L') des animaux Monogastriques : porc,
lapin, volailles. Paris, INRA. 1984 282p.
- 5 Anonyme. Le Safoutier (Dacryodes Edulis A.J. LAM)
- 6 AUBREVILLE. Les Dacryodes (Pachybolus) et Sentiria de
l'Ouest africain. In bois et forêts des
tropiques 1948 (7) 342 - 348
- 7 BABASSANA, Hilaire. La production d'huile : une base
réelle d'accumulation et de
satisfaction des besoins sociaux au
Congo.
- 8 BATALOU MBETANI Alphonse.- Le cadre et les bases,
l'évolution et les
perspectives de l'élevage en
République populaire du
Congo. Th. : De Doctorat
vétérinaire : Dakar

- 9 BINI, Parigi.- Les bases de l'alimentation du bétail /
Italie : Université de Padoue, 1986.-
292p.
- 10 BO, Gohl.- Les Aliments du bétail sous les tropiques :
données sommaires et valeurs nutritives.-
Rome : F.A.O, 1982.- 542p.
- 11 BOURDEAU J. Le safoutier (*Pachybolus Edulis*).
Fruits, vol ; 23 N°10 1971 pp.663 - 666
- 12 Bureau Inter Professionnel D'Etudes Analytiques
Recueil des méthodes d'analyses des communautés
européennes. B.I.P.E.A 1976
- 13 CHEVALIER, Auguste.- Quelques arbres oléagineux peu
connus de l'Afrique Tropicale,
canarium, safous.
in revue int. de botanique
appliquée et d'Agronomie
tropicale.- Juillet-Août : 1949.-
385-395p. (N° 321-322)
- 14 COULIBALY, M. et ODI Sústitution de tourteau de soja
par le tourteau de coton sans
gossypol en fonction des prix
pratiqués.
Colloque.- Abidjan 26-27 novembre.
- 15 F.A.O.- La composition des aliments en principes
calorigènes et le calcul de leur valeur
énergétique utile. Wahington E.U : F.A.O,
1947

- 16 GIGIER, Sylvie ; POCHET, Sylvie.- Méthode d'estimation des constituants pariétaux dans les aliments destinés au ruminants.
In bull. Tech. CRV2 theix. INRA 1987 (70) 49 - 60p.
- 17 GIGIER, S.- Revue sur les méthodes de dosage de la lignine utilisé en alimentation animale.
"Annale de Zootchnie".- 1985 25 (1) 3 - 17p.
- 18 INRA.- Principes de la nutrition et de l'alimentation des ruminants : besoins alimentaires des animaux, valeurs nutritives des aliments.
- 19 JACQUOT ; FERRANDO.- Le tourteaux : Monographies alimentaires ; TT1.- Paris, 1957.- 116 p.
- 20 JARRIGE.- Valutazione degli alimenti destinati ai ruminanti. Considerazioni sull'impiego pratico del l'UFL et l'UFC PIACENZA, Giornati di Studio, 1986
- 21 JUILLET (A).- Les oléagineux et leurs tourteaux.
Botanique-Caractère-Préparation- Emploi
Paris, Lechevalier, 1955, 640 p
- 22 KIAKOUAMA, S; SILOU, Th.- Le Safou ou atanga: fruit à vocation régionale dans le golfe de Guinée/analyse physico-chimique.
In: Muntu (Revue du centre international des civilisations Bantu.CICIBA)

- 23 KOMLAVI, Freitas.- Etude des produits et sous produits agro-industriels du TOGO : Possibilité de leur utilisation Th.Méd.Vét. Dakar: 1976;5
- 24 KOUAKOU BROU.- Etude comparative du tourteau de soja et du tourteau de coton sans gossypol sur les performances des poulets de chair. Mémoire de fin d'étude en Agronomie approfondie pour l'obtention du diplôme d'Agronomie approfondi. Abidjan : octobre 1987.
- 25 LAMAND, M.- Les besoins en oligo éléments des ruminants. In : Bull.Tech.CRVZ Theix-INRA 1987(70) 113-116P.
- 26 LAROUSSILHE (De) ; Schowb (R) Wolf et all.- le Safou source de matières grasses. Ier Congrès International des Industries Agricoles et Alimentaires des zones tropicales et subtropicales. Abidjan, 11-19 Décembre 1964.
- 27 LAROUSSILHE (DE), F.- Le Pachylobus edulis ou safoutier.- institut français de recherches fruitières d'outre-mer.
- 28 LY Cheikh .- L'utilisation et le potentiel en alimentation des résidus et sous produit agricoles au Sine-Saloum Th: Med.vet. Dakar: 1981; 3
- 29 PAGOT, J.- L'Elevage en pays tropicaux.-Ed.Maisonneuve et Larose/ACCT : Paris, 1985.-526p.

- 30 PEHAUT, Yves.-Les Oléagineux dans le monde.-
Paris Economica 1985 300 p.
- 31 Préviation de la valeur nutritive des aliments des
ruminants.Tables de Préviation de la valeur alimentaire
des fourrages. Paris, INRA,1981.
- 32 RIVIERE,R.-Manuel d'alimentation des ruminants
domestiques en milieu tropical.-Paris :
I.E.M.V.T., 1977.-521p.
- 33 Séminaire sur la valorisation des Oléagineux et huiles
essentiels du Congo.
Brazzaville, Université Marien NGOUABI, 1985.
- 34 SILOU,Thomas.-Rapport d'activités 1985-1986 du Lepec.-
Brazzaville, 1986.
- 35 SILOU (Th) KIAKOUAMA(S) ; MATOKO (F.X) et all.-
Valorisation des agro ressources
du Congo.II. Contribution à l'étude de DACRYODES EDULIS
Brazzaville, Laboratoire d'étude
physico-chimique.
- 36 SOLTNER, Dominique .-Alimentation des animaux
domestiques.-Ed. Angers Tech. Agri-
cole, 1983.-392 p
- 37 UCCIANI, BUSSON, F.- Contribution à l'étude des corps
gras de Pachylobus edulis.
Oléagineux n°4 Avril 1963.-253-258p.

SERMENT DES VETERINAIRES DIPLOMES DE DAKAR

"Fidèlement attaché aux directives de Claude BOURGELAT,
Fondateur de l'Enseignement Vétérinaire dans le Monde, je promets
et je jure devant mes maîtres et mes aînés :

- d'avoir en tous moments et en tous lieux le souci de la dignité
et de l'honneur de la profession vétérinaire ;
- d'observer en toutes circonstances les principes de correction
et de droiture fixés par le code déontologique de mon pays ;
- de prouver par ma conduite, ma conviction, que la fortune con-
siste moins dans le bien que l'on a que dans celui que l'on
peut faire ;
- de ne point mettre à trop haut prix le savoir que je dois à la
générosité de ma patrie et à la sollicitude de tous ceux qui
m'ont permis de réaliser ma vocation.

QUE TOUTE CONFIANCE ME SOIT RETIREE

S'IL ADVIENNE QUE JE ME PARJURE".

LE CANDIDAT

VU
LE DIRECTEUR DE
L'ÉCOLE INTER-ÉTAT
SCIENCES ET MÉDECINE
VÉTÉRINAIRES

LE PROFESSEUR RESPON-
SABLE DE L'ÉCOLE
INTER-ÉTAT DES SCIENCES
ET MÉDECINE VÉTÉRINAIRES

VU
LE DOYEN DE LA FACULTE
DE MÉDECINE ET PHARMACIE

LE PRÉSIDENT DU JURY

VU ET PERMI D'IMPRIMER _____

DAKAR LE

LE RECTEUR PRÉSIDENT DU CONSEIL PROVISOIRE DE L'UNIVERSITÉ
CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR.