

SIGLES ET ABREVIATIONS

AA : Acide Aminé

ANSD : Agence nationale de la statistique et de la démographie

AOAC: Association of Official Analytical Chemists.

CIRAD : Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour
Développement

FAO: Food and Agriculture Organization

GT: Glucides Totaux

ICRISAT : Institut International de Recherche sur les Cultures des zones Tropicales Semi-
arides

ITA : Institut de Technologie Alimentaire

MEF : Ministère de l'Economie et des Finances

MPS : Matière Protéique de Soja

PIB : Produit Intérieur Brut

VE : Valeur énergétique

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Classification et principales caractéristiques de l'espèce <i>Arachis hypogaea</i>	8
Tableau 2: Principaux pays producteurs d'arachides.....	10
Tableau 3 : Production d'arachides en tonne par pays 2003 ; 2004.....	10
Tableau 4: Evolution de la production d'arachides au Sénégal de 1990 à 2005.....	12
Tableau 5 : Variétés d'arachides de Bouche diffusées au Sénégal 1936 à 1996.....	13
Tableau 6: Comparaison de quelques paramètres des Oléoprotéagineux.....	14
Tableau 7: Composition des principaux acides aminés de l'arachide.....	15
Tableau 8 : Composition en acides gras de l'huile d'arachide.....	16
Tableau 9 : Résultats des analyses biochimiques sur les graines des trois variétés d'arachides	33
Tableau 10 : Sous ensembles homogènes de protéines.....	36
Tableau 11 : Sous ensemble homogène de matière grasse.....	36
Tableau 12 : Sous ensemble homogène de cendre.....	37
Tableau 13 : Sous ensemble homogène de Cellulose.....	37
Tableau 14 : Sous ensemble homogène en Humidité.....	37
Tableau 15 : Sous ensemble homogène en Potassium.....	37
Tableau 16 : Sous ensemble homogène de Calcium.....	38
Tableau 17 : Sous ensemble homogène de Phosphore.....	38
Tableau 18 : Sous ensemble homogène en VE.....	38
Tableau 19 : Sous ensemble homogène en Glucides.....	38
Tableau 20: Résultats Analyses biochimiques sur les Concentrés de Protéines des trois variétés d'arachides.....	40
Tableau 21 : Sous ensemble homogène de protéines.....	45
Tableau 22 : Sous ensemble homogène de matière grasse.....	45
Tableau 23 : Sous ensemble homogène de cendres.....	45
Tableau 24 : Sous ensemble homogène en humidité.....	45
Tableau 25 : Sous ensemble homogène en VE.....	46
Tableau 26: Sous ensemble homogène en Calcium.....	46
Tableau 27 : Sous ensemble homogène en magnésium.....	46
Tableau 28: Sous ensemble homogène en potassium.....	46
Tableau 29: Sous ensemble homogène en phosphore.....	47
Tableau 30: Sous ensemble homogène en GT.....	47
Tableau 31 : Sous ensemble homogène en cellulose.....	47
Tableau 32: Rendement en concentré de protéines des trois variétés d'arachides.....	49

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Formule de la Méthionine.....	15
Figure 2 : Formule de l'Acide oléique.....	16
Figure 3 : Formule de l'Acide linoléique.....	16
Figure 4 : Formule de la Thiamine.....	17
Figure 5 : Devenirs de la plante d'arachide.....	19
Figure 6 : Echantillons de graines des trois variétés d'arachides.....	22
Figure 7: Farine des graines des trois variétés d'arachides.....	23
Figure 8 : Echantillons de concentrés de protéines d'arachides.....	24
Figure 9: Comparaison des teneurs en éléments biochimiques des graines des trois variétés d'arachides.....	34
Figure 10 : Comparaison des teneurs en minéraux des graines des trois variétés d'arachides	36
Figure 11 : Comparaison des teneurs en éléments chimiques des concentrés des trois variétés d'arachides.....	41
Figure 12 : Comparaison des teneurs en minéraux des concentrés de Protéines des trois variétés d'arachides.....	44
Figure 13 : Comparaison des rendements en concentré de protéines des trois variétés d'arachides.....	49

SOMMAIRE

RESUME.....	10
INTRODUCTION.....	11
I – GENERALITES SUR L’ARACHIDE.....	14
1.1 Historique.....	14
1.2 Description.....	14
1.3 Aspects botaniques.....	15
1.4 Production et rendement.....	16
1.5 l’arachide au Sénégal.....	18
1.5.1 L’arachide dans l’économie.....	18
1.5.2. La Sélection variétale.....	18
1.6 COMPOSITION ET UTILISATION DE L’ARACHIDE.....	21
1.6.1 Composition et valeur nutritive.....	21
1.6.1.1 Teneur en Protéines.....	21
1.6.1.2 Teneur en lipides (huile).....	22
1.6.1.3 Teneur en Glucides, Cellulose et Sels minéraux.....	24
1.6.1.4 Teneur en Vitamines.....	24
1.6.2 L’Aflatoxine, les inhibiteurs de protéases, et les phytates.....	24
1.6.2.1 L’Aflatoxine.....	24
1.6.2.2 Les inhibiteurs de protéases.....	25
1.6.2.3 Les phytates.....	25
1.6.3 Utilisations de l’arachide.....	25
II - METHODOLOGIE DE L’ETUDE.....	27
2.1- OBJECTIFS DE L’ETUDE.....	28
2.1.1 Objectif principal.....	28
2.2.2 Objectifs Spécifiques.....	28
2.2 MATERIEL ET METHODES D’ETUDES.....	28
2.2.1 Choix de la méthode de préparation du concentré.....	28
2.2.2 Matériel végétal.....	29
2.2.3 Préparation des concentrés de protéines.....	29
2.2.3.1 Matériel.....	29
2.2.3.2 Méthode.....	30
2.2.4 Analyses des paramètres biochimiques.....	30
2.2.4.1 Dosage des protéines.....	31
2.2.4.2 Dosage de la matière grasse.....	33
2.2.4.3 Détermination de la teneur en eau.....	34
2.2.4.4 Détermination de la teneur en cendres.....	35

2.2.4.5 Détermination de la teneur en cellulose	36
2.2.4.6 Détermination de la teneur en minéraux.....	37
2.2.4.7 Détermination de la teneur en glucides totaux	38
2.2.4.8 Détermination de la valeur énergétique.....	38
2.2.5. Traitement des Données	38
III. RESULTATS ET DISCUSSION.....	40
3.1. Composition biochimique des graines des trois variétés d'arachides	40
3.2 Composition chimiques des concentrés de protéines des trois variétés.....	47
3.3 Rendement en concentré de Protéines.....	56
3.4. Valorisation des concentrés de protéines	58
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	61
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	63
ANNEXE 1: METHODES D'EXTRACTION DES PROTEINES	66
ANNEXE 2 : LECTURE DU PHOSPHORE.....	60

Essai d'obtention de concentrés de protéines à partir de trois variétés d'arachides de bouche (*Arachis hypogaea* L.) cultivées au Sénégal : Caractéristiques biochimiques des Concentrés.

RESUME

Au Sénégal, comme partout dans les pays en développement, le problème de malnutrition protéinoénergétique est une question préoccupante face à une alimentation dominée par des céréales pauvre en protéines et des protéines animales très onéreuses. Cette étude, réalisée à l'Institut de Technologie Alimentaire, a pour but l'identifier un procédé d'extraction adéquat de concentré de protéines et son application sur trois variétés d'arachide de bouche cultivées au Sénégal (Boulkouss, 55-33, 78-936) afin d'identifier celle qui donne le taux le plus élevé de protéines. Pour cela, des analyses sur les caractéristiques biochimiques des concentrés de protéines des trois variétés ont été conduites au laboratoire et les teneurs en protéines, matière grasse, eau, cendre, cellulose, et en minéraux ont été calculées.

Les résultats des analyses ont permis de constater que le concentré de protéines de la variété 55-33 était celui qui avait la teneur la plus élevée en protéines soit 71,65 % sur la base de matière sèche suivi ceux de la variété Boulkouss, 71,28 % et de la variété 78-936 avec la teneur la plus faible, soit 69,72 %. Par ailleurs, ces résultats sont corollaires à ceux trouvés sur les graines brutes avec respectivement 25,75 %; 25,14 % et 24,22%. Les teneurs en matière grasse et en cellulose par contre étaient plus élevées sur le concentré de protéines de la variété 78-936 soit 11,09 % et 2,83 % suivi de ceux de la variété 55-33 avec 7,54 % et 1,64 % respectivement. Ces résultats ont permis de constater que, plus la teneur en protéines est élevée moins la variété est riche en matière grasse. En plus, sur les teneurs en minéraux, il est ressorti que le concentré de protéines de la variété Boulkouss était celle qui possédait les fortes teneurs en minéraux soient 197,77 % en potassium, 76 % en calcium et 74,54 % en phosphore. Elle est suivie par la variété 78-936. Ces différences de valeurs peuvent être liées à plusieurs facteurs parmi lesquels, on a l'environnementaux, les pratiques culturales et les facteurs génétiques des variétés. Ainsi, l'extraction a permis d'obtenir, en plus des bonnes teneurs en protéines conformes avec les normes de la FAO sur ce qui doit être considéré comme concentré de protéines, des concentrés riche en glucides, sels minéraux et à valeur énergétique élevée. Par ailleurs, le rendement en concentré protéique qui est obtenu est très faible pour les trois variétés avec le taux le plus élevé pour Boulkouss (17,92 %) suivi de la variété 55-33 (17,33 %) et la 78-936 (16,26 %). Ce résultat peut être influencé par la présence de la pellicule ou du pH de précipitation isoélectrique des protéines. Par conséquent, parmi ces trois variétés, la 55-33 est celle qui est la plus riche en concentré de protéines ; la variété 78-936 fera une bonne source en d'huile. Ainsi, ces concentrés constituent un bon supplément pour les céréales et les tubercules pauvres en protéines. Toutefois, il serait important d'étudier le rôle de la pellicule sur le rendement et la qualité nutritive des concentrés, et de déterminer le profil des acides aminés des protéines.

Mots Clés : Arachides; Concentrés de protéines; Extraction; Sénégal; Caractéristiques biochimiques

INTRODUCTION

Les protéines constituent des nutriments indispensables au bon fonctionnement et à la croissance de l'organisme humain et animale. Aujourd'hui, le problème de malnutrition protéinoénergétique est une question fondamentale et préoccupante dans les pays en développement.

Deux sources d'apports sont disponibles, à savoir les protéines animales et les protéines végétales. Ainsi, face au moratoire imposé par l'Union Européenne sur l'utilisation des farines animales, soumise à des problèmes sanitaires et à leur coût très onéreux, les protéines végétales suscitent une forte hausse de la demande. Ainsi, ils constituent l'alternative la plus sûre et à moindre coût. En fait, ils représentent 65% des apports en protéines pour l'alimentation humaine au niveau mondial (Mariotti et Tome, 1999).

Parmi les sources de protéines végétales, les légumineuses constituent la source la plus importante en teneur de protéines pouvant concurrencer les produits animaux. Par ailleurs, les transformations génétiques dont le Soja fait l'œuvre, (légumineuse la plus riche en protéines), peuvent rendre parfois difficile l'écoulement de leurs produits génétiquement modifiés. Ainsi, l'arachide, non génétiquement modifiée jusqu'à ce jour, constitue la source de protéines la plus sûre pour la santé humaine.

En effet, l'arachide, 13^e culture la plus importante dans le monde, constitue la 3^e source de protéines végétales et la 4^e source d'huile comestible au monde (ICRISAT, 2007) ; sa production représente environ 12 % de la production mondiale de graines oléagineuses alimentaires (Schilling, 2003). Elle est cultivée sur 26,4 millions ha dans le monde pour une production totale de 36,1 millions de tonnes métriques et une productivité moyenne de 1,4 tonne métrique ha (FAO, 2004).

Les pays en développement représentent 96 % de la superficie globale cultivée et 92 % de la production mondiale (ICRISAT, 2007). Dans ces pays à revenu très faible, la consommation de protéines est de 40 à 50 g par jour dont 83 % proviennent des protéines végétales dont la qualité est souvent faible (Mariotti, et Tome, 1999).

Deux types d'arachides sont généralement cultivés : l'arachide d'huilerie et l'arachide de bouche.

Au Sénégal, l'arachide est principalement utilisée sous diverses formes mais plus particulièrement en tourteau et en huile. Face à la précarisation du marché mondiale de l'huile, conjuguée à la concurrence par des produits cultivés dans les pays du Nord ou d'Asie, comme l'huile de palme, l'arachide de bouche (arachides destinées à la consommation humaine sous diverses formes et dont la consommation mondiale augmente régulièrement depuis 10 ans) constitue une voie de diversification et de valorisation très prometteuse (Mayeux et Sène, 2005).

Ainsi, la valorisation de l'arachide de bouche par la production de produits à valeur ajoutée à travers la formulation de nouveaux produits alimentaires a été le centre d'intérêt de la plus part des recherches de ces dernières années. Des recherches ont été menées sur la valorisation de l'arachide mais force est de constater, qu'il en reste beaucoup à faire pour la mise sur le marché de produits riches en protéines pouvant compléter l'alimentation de base des pays en développement constituée pour une plus grande part de céréales et de tubercules.

La préparation de concentrés de protéines à base d'arachides constitue un moyen pour faire face aux problèmes de malnutrition protéinoénergétique et de carence en certains éléments nutritifs. Ce qui fait que, l'usage des ces concentrés de protéines s'est considérablement accru au cours des trente (30) dernières années.

Pour développer ces concentrés de protéines comme suppléments alimentaires, leurs procédés d'extraction ainsi que, leurs caractéristiques biochimiques et fonctionnelles doivent être évalués.

Ainsi, l'objectif de cette étude est d'identifier la variété d'arachide de bouche qui offre le teneur la plus élevée en concentré de protéines parmi les trois variétés (**Boulkouss, 55-33 et 78-936**) cultivées au Sénégal, après avoir identifié la méthode la plus adéquate pour la préparation des concentrés de protéines, à travers des analyses conduites au laboratoire.

La présente étude est constituée d'une introduction suivie des trois grandes parties :

I. Généralités sur l'Arachide ;

II. Méthodologie de l'étude ;

III. Résultats et Discussion ;

Et en fin, une Conclusion et des Perspectives.

GENERALITES SUR L'ARACHIDE

I – GENERALITES SUR L'ARACHIDE

1.1 Historique

L'arachide est originaire du bassin amazonien où sont localisées toutes les espèces du genre *Arachis*, parmi lesquelles, seule *Arachis hypogaea* a été durablement domestiquée. Sa dissémination, à partir du XVI^e siècle, s'est faite en direction de l'Extrême-Orient sur l'axe espagnol Pérou-Philippines et, en direction de l'Afrique, sur l'axe portugais Brésil-côte ouest africaine. La plante a ensuite progressivement couvert la totalité des zones tropicales à partir des deux centres de diversification secondaires : l'un en Afrique de l'Ouest et l'autre dans le sud-Est asiatique (Lethève *et al.*, 2002).

1.2 Description

L'arachide, *Arachis hypogaea* L., est une plante légumineuse annuelle touffue, à fleurs jaunes, de la Famille des Papilionacées, et de l'ordre des Légumineuses. Il existe deux sous-espèces, *Arachis hypogaea hypogaea* et *Arachis hypogaea fastigiata* et trois groupes variétaux correspondant aux types Virginia, Valencia et Spanish dont les caractéristiques sont données sur le tableau 1. Ces sous-espèces présentent des différences quant à leur type de croissance, leur phénologie, le contenu en huile et la dormance des graines ainsi que la résistance au *Cercospora sp*, une maladie bactérienne (Novello et Santamaria, 2005).

Le premier, Virginia, à port rampant, la plus commune en Afrique de l'ouest, est à cycle végétatif long (120 à 150 jours); les graines ne germent pas prématurément. Le deuxième et troisième groupe, Valencia et Spanish à port érigé et à cycle végétatif court (90 à 110 jours), leurs rendements sont plus élevés est très répandus aux Etats Unies, mais la germination rapide après maturité peut poser problème (Wikipédia, 2007). Selon Asiedu (1991), outre ces deux variétés, il existe de nombreuses formes intermédiaires ou hybrides.

Les caractéristiques de l'arachide à savoir sa rusticité, sa plasticité, sa résistance à la sécheresse, la multiplicité de ses usages domestiques, artisanaux et industriels en font un oléagineux très apprécié, notamment dans les pays du sud où la culture intervient en rotation avec les céréales vivrières de base, sorgho, mil et maïs (Schilling, 2003).

L'arachide est aussi caractérisée par la présence d'une enveloppe, la coque, qui renferme la graine. Elle représente 20 à 30 % de la gousse d'arachide. La graine, quant à elle, se compose de 72,4 % de cotylédons, 4,1 % de testa et 3,3 % de tégument (Asiedu, 1991).

Tableau 1 : Classification et principales caractéristiques de l'espèce *Arachis hypogaea*

Genre	<i>Arachis</i>		
Espèce	<i>hypogaea</i>		
Sous-espèces	<i>hypogaea</i>	<i>fastigiata</i>	
Variétés	<i>Hypogaea</i>	<i>Vulgaris</i>	<i>Fastigiata</i>
Types	Virginia	Spanish	Valencia
Port	Érigé/rampant	Érigé	Érigé
Ramification	Alterne	Séquentielle	Séquentielle
Fleurs sur tige principale	Non	Oui	Oui
Couleur feuillage	Vert foncé	Vert clair	Vert clair
Cycle	120-150 J	90 J	90 J
Dormance	Oui	Non	Non
Gousses (cavités)	2 c.	2 c.	3-4 c.

Source : (Schilling, 2003)

1.3 Aspects botaniques

L'arachide est une plante herbacée annuelle ($2n = 40$) à fleurs jaunes de 20 à 60 cm de hauteur. Les feuilles sont composées de 2 ou 3 paires de folioles membraneuses, ovales. Elles sont munies à leur base de stipules engainantes.

Les fleurs sont presque sessiles et apparaissent à l'aisselle des feuilles, isolément ou en petits groupes. La corolle papilionacée est jaune orangée. Les étamines au nombre de 9 sont soudées en tube par leur filet. L'ovaire est inséré sur un support particulier, le gynophore. Après fécondation, l'ovaire est porté en terre par le développement du gynophore qui s'allonge en se courbant vers la terre par géotropisme positif. Le fruit mûrit à une profondeur de 3 à 5 cm. C'est une plante qui requiert pour cette raison un sol léger et bien drainé (Wikipédia, 2007).

Le système racinaire de l'arachide est pivotant, ce qui permet à la plante d'explorer un volume de sol important. La plante enrichit le sol en azote lorsque les conditions sont satisfaisantes, et ceci, grâce à ses nodosités fixatrices d'azote atmosphérique caractéristiques des légumineuses. Ce qui constitue un effet bénéfique pour la céréale qui suit l'arachide dans

la succession culturale. Le bon fonctionnement de ces nodosités est commandé par divers facteurs, dont la présence active de bactéries fixatrices dans le sol (Lethève *et al.*, 2002).

Par ailleurs, la plante d'arachide est caractérisée par sa photosynthèse en C_3 ¹ (Novello et Santamaria, 2005) et, comme toutes les légumineuses, par sa capacité à satisfaire la totalité ou presque de ses besoins en azote grâce à une relation de symbiose qu'elle entretient avec un type de bactérie : *Rhizobium sp.*

1.4 Production et rendement

La culture de l'arachide s'étend sur 19 millions d'hectares répartis dans les régions tropicales et sub-tropicales ainsi que, dans les régions les plus chaudes des zones tempérées du globe (Asiedu, 1991).

Selon les statistiques de la FAO (2003), sur une superficie cultivée mondiale de 26,46 millions d'hectares, les 21,59 millions d'hectares sont occupées par les 11 plus grands pays producteurs (tableau 2). La production mondiale d'arachides (non décortiquées) s'est élevée à 36 millions de tonnes en 2003 dont, la Chine et l'Inde représentent 60 % de la production (tableau 3).

En général, un hectare produit 0,5 à 4 tonnes d'arachides. Par contre, Dans les pays en développement, qui produisent 80 % de la récolte, le rendement moyen est d'environ 800 à 900 kg/ha (Ndoye et Sankara, 2005). L'Inde, premier producteur mondial, produit environ 900 kg à l'hectare. Ce faible rendement est dû à plusieurs facteurs dont, le manque de moyens, une mauvaise répartition des pluies par rapport au cycle des variétés utilisées, les pratiques culturales non adaptées et les maladies (Cercosporioses).

Par ailleurs, des rendements supérieurs à 1 tonne/ha en grande culture ont été obtenus au nord du Sénégal, sous 350 mm de pluies concentrées sur trois (3) mois avec la variété hâtive tolérante à la sécheresse 55-437 nous dira Schilling (2003). D'où l'importance de la recherche de variétés les mieux adaptées aux réalités climatiques des pays en développement.

¹ Photosynthèse en C_3 : le CO_2 est converti en carbone organique passant par la synthèse de composés à trois atomes de carbone.

Tableau 2: Principaux pays producteurs d'arachides

2003	Superficie cultivée	Rendement	Production
	millions d'hectares	quintaux/hectare	millions de tonnes
Monde	26,46	13,48	35,66
Chine	5,13	26,24	13,45
Inde	8,00	9,38	7,50
Nigeria	2,80	9,64	2,70
Etats-Unis	0,53	35,40	1,88
Indonésie	0,68	20,16	1,38
Soudan	1,90	6,32	1,20
Sénégal	0,90	10,00	0,90
Birmanie	0,58	12,70	0,73
Ghana	0,35	12,85	0,45
Tchad	0,48	9,37	0,45
Viêt Nam	0,24	16,65	0,40

Source : Données de FAOSTAT (FAO , 2005)

Tableau 3 : Production d'arachides en tonne par pays 2003 ; 2004

Pays	Production (2003)	%	Production (2004)	%
Chine	13 493 462	38 %	14 075 000	39 %
Inde	7 700 000	22 %	7 500 000	21 %
Nigeria	2 700 000	8 %	2 700 000	7 %
États-Unis d'Amérique	1 879 750	5 %	1 905 700	5 %
Indonésie	1 377 000	4 %	1 450 000	4 %
Soudan	1 200 000	3 %	1 200 000	3 %
Myanmar	710 000	2 %	715 000	2 %
Sénégal	375 000	1 %	465 000	1 %
Tchad	450 000	1 %	450 000	1 %
Ghana	439 000	1 %	439 200	1 %
Viêt Nam	404 300	1 %	421 000	1 %
Argentine	314 285	1 %	414 285	1 %
République Démocratique du Congo	359 640	1 %	363 850	1 %
Autres pays	3 918 325	11 %	3 951 064	11 %
Total	35 320 762	100 %	36 050 099	100 %

Source : Données de FAOSTAT (FAO ,2005)

I.5- L'ARACHIDE AU SENEGAL

1.5.1 L'arachide dans l'économie

Au Sénégal, bien que, le secteur primaire ne contribue qu'à hauteur de 14,8% du produit intérieur brut (PIB) selon les statistiques de l'Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie (ANSD) (2007), l'agriculture demeure la principale source de revenus pour la majorité des Sénégalais. Le secteur agricole reste très important dans la vie économique et sociale et emploie environ les trois quarts (3/4) de la population active. Il faudra souligner que, l'arachide est la première culture industrielle du Sénégal.

Dans ce pays, la culture de l'arachide est établie depuis un siècle dans les zones les plus sèches (zones sahélienne et soudano-sahélienne) qui sont aussi les plus touchées par les changements climatiques récents, qui ont abouti à une spectaculaire « avancée du désert » (Clavel *et al.*, 2005).

Par ailleurs, elle est une culture vivrière et de rente et concourt largement à l'alimentation humaine et animale. Elle est cultivée sur près d'un million d'hectares. Deux types d'arachides sont produits : l'arachide de bouche et l'arachide d'huilerie. La production totale d'arachide est en nette croissance depuis 1991 et elle est dominée par les arachides d'huilerie (tableau 4). Pour la campagne agricole de 2002- 2003, la production totale d'arachide est estimée à 501 298 tonnes selon les statistiques de l'ANSD (2007).

1.5.2. La Sélection variétale

L'arachide est une plante presque strictement autogame, ce qui facilite la production de semences. Les premières recherches organisées en station au Sénégal concernaient l'arachide. En 1921, la station expérimentale de Bambey a été créée pour mener les recherches agricoles qui portent sur l'amélioration variétale couplée progressivement à la mise au point d'itinéraires techniques, source d'augmentation des rendements agricoles. Ainsi, de 1936 à nos jours, beaucoup de variétés d'arachides de bouche ont été diffusées au Sénégal (tableau 5).

Les progrès de la sélection ont conduit à des modifications importantes du matériel végétal initial : passage des types rampants aux types érigés à fructification groupée ; extension de variétés hâtives ou tolérantes à la sécheresse dans les zones exposées aux aléas climatiques ; variétés résistantes à certaines maladies virales (rosette) et tolérantes à diverses maladies fongiques (rouille, cercosporioses) ; variétés répondant aux normes du marché de l'arachide de bouche ; variétés adaptées à la culture irriguée (Schilling, 2003).

Tableau 4: Evolution de la production d'arachides au Sénégal de 1990 à 2005

Cultures industrielles	90/91	91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/2005
Production totale d'arachide (t)	702 584	724 416	578 498	631 298	714 540	837 235	625 837	544 825	584 927	820 434	1 061 540	952 356	501298	-	-
Production totale d'arachide d'huilerie (t)	678 753	697 329	551 690	605 766	678 040	790 617	588 181	505 894	540 773	764 077	1 003 506	887 356	260 723	440 709	602 621
Production totale d'arachide de bouche (t)	23 831	27 087	26 808	25 532	36 500	46 618	37 656	38 931	44 154	56 357	58 034	56 481	4 623	-	-
Rendement total d'arachide (en kg/ha)	769	831	605	826	770	950	680	691	1 053	995	969	968	596	-	-
Rendement total d'arachide d'huilerie (en kg/ha)	766	827	596	820	760	940	687	695	1 042	993	973	964	320	840	806
Rendement total d'arachide de bouche (en kg/ha)	866	964	870	1 011	1 014	1 166	591	645	1 216	1 030	901	888	268	-	-
Superficies totales emblavées d'arachide (ha)	913 948	871 614	956 780	764 286	928 016	881 369	919 815	788 120	555 464	824 348	1 095 391	984 157	841 758	-	-
Superficies totales emblavées d'arachide d'huilerie (ha)	886 429	843 518	925 966	739 031	892 031	841 384	856 114	727 773	519 168	769 643	1 030 946	920 534	813 725	524 843	747 806
Superficies totales emblavées d'arachide de bouche (ha)	27 519	28 096	30 814	25 255	35 985	39 985	63 701	60 347	36 296	54 705	64 445	63 623	17 264	-	-

Source : Statistiques ANSD, MEF, 2007 ; - : données non disponibles

Les variétés de 120 jours ont été remplacées par des variétés dont les cycles vont du nord au sud, de 80 à 120 jours. En définitive, les efforts de sélection ont permis progressivement le passage des variétés rampantes de 120 jours, productives et à petites gousses, à une gamme de variétés érigées de 90 à 120 jours, productives, mieux adaptées à la sécheresse, résistantes ou tolérantes à certaines maladies et présentant de meilleures qualités technologiques (Montreuil et Khalfaoui, 1986 cités par Ba *et al.*, 2005).

Tableau 5 : Variétés d'arachides de Bouche diffusées au Sénégal 1936 à 1996

Variétés	Année de diffusion	Port	Cycle (jours)
28-206	1936	Erigé	120
756A	1957	Semi-érigé	120
430Abis	1957	Semi-érigé	120
47-16	1958	Rampant	120
GH119-20	1960	Semi-érigé	120
Hâtive de Séfa	1966	Erigé	90
55-437	1967	Erigé	90
57-313	1970	Erigé	125
57-422	1970	Erigé	110
69-101	1972	Erigé	120
73-33	1978	Erigé	105
73-30	1978	Erigé	95
73-27	1980	Semi-érigé	115
73-28	1980	Semi-érigé	115
Fleur-11	1994	Erigé	90
GC8-35	1996	Erigé	80

Source : (Ba *et al.*, 2005)

Au Sénégal, on estime que les semences sélectionnées interviennent pour 35 % dans le gain de productivité escompté (Mayeux *et al.*, 1997).

Actuellement, les programmes de sélection en cours sont orientés sur l'amélioration sanitaire du produit (tolérance à *Aspergillus flavus*, champignon qui propage l'aflatoxine qui est une toxine cancérigène), à l'amélioration de sa valeur nutritive (optimisation du taux d'acides aminés et d'acides gras essentiels), à la résistance aux prédateurs et maladies, et aux stress abiotiques (salinité, acidité, ombrage).

I.6 COMPOSITION ET UTILISATION DE L'ARACHIDE

1.6.1 Composition et valeur nutritive

L'arachide est un oléoprotéagineux très riche en éléments nutritifs. Les graines sont composées d'un ensemble d'éléments nutritifs en des proportions remarquables et voisines des normes requises. Ce qui confère à l'arachide une place privilégiée parmi les aliments utilisés comme compléments nutritionnels. En effet, avec un taux moyen de lipides + protéines de 75 % sur graines et une valeur énergétique de 560 kcal par 100 grammes, l'arachide dépasse nettement les autres légumineuses et particulièrement le soja avec respectivement 60 % et 430 kcal (tableau 6) (Schilling, 2003).

Parmi les constituants de l'arachide, les lipides et les protéines occupent une part primordiale.

Tableau 6: Comparaison de quelques paramètres des Oléoprotéagineux

	Teneur en huile (%)	Teneur en protéines (%)	Production (Mt)	Exportations (Mt)
Soja	21	40	169	45,61
Arachide	50	25	30,6	1,44
Coton	20	23	33,07	0,69
Tournesol	45	22	39,05	9,73

Source : Extrait de Schilling (2003)

% : pourcentage ; Mt : Million de tonnes

1.6.1.1 Teneur en Protéines

La teneur en protéines des graines d'arachides est comprise entre 22 et 32 % (Wikipédia, 2007). L'arachide est la 3^e source la plus importante de protéines végétales.

Il y a plus de protéines dans les légumineuses que dans la viande, mais elles sont souvent d'une qualité légèrement inférieure car elles contiennent moins de méthionine (figure 1), acide aminé faisant partir des acides aminés dits « essentiels » à savoir (l'isoleucine, la leucine, la lysine, la méthionine, la phénylalanine, le tryptophane, la valine et la thréonine) devant être présents dans notre nourriture.

En fait, les protéines sont composées d'unités plus petites appelées acides aminés. Comme toutes les autres légumineuses, les protéines d'arachides sont pauvres en cet acide aminé. Il constitue ainsi, le facteur limitant pour les arachides.

Par ailleurs, les arachides sont très riches en d'autres acides aminés essentiels et plus particulièrement le tryptophane (tableau 7) dont la teneur est parfois très faible chez d'autres plantes.

Il est à noter que, certaines personnes souffrent d'allergie, parfois très aiguë, à certaines protéines d'arachides.

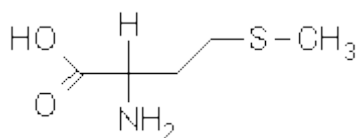


Figure 1 : Formule de la Méthionine

Tableau 7: Composition des principaux acides aminés de l'arachide

Acide aminé	Arachide entière (mg/gN)	Protéines d'arachide (mg/gN)
Arginine	775	763
Histidine	150	119
Isoleucine	250	413
Leucine	438	425
Lysine	319	250
Phénylalanine	325	344
Tyrosine	220	300
Cystéine	81	81
Méthionine	88	38
Thréonine	244	144
Tryptophane	70	56
Valine	313	244

Source : (Asiedu, 1991)

mg/gN : milligramme d'acide aminé par gramme d'azote

1.6.1.2 Teneur en lipides (huile)

La teneur en lipides des arachides est comprise entre 34 et 54 %. C'est la 4^e source d'huile comestible la plus importante au monde. Globalement, 50 % des arachides produites sont utilisées pour l'extraction d'huile. En Inde, 80 % de la production est destinée à l'extraction d'huile (l'ICRISAT, 2007). L'arachide contient beaucoup plus de lipides que les autres légumineuses (18 % pour les graines de Soja, selon Latham (2001)). Ainsi, les arachides constituent généralement un très bon complément pour une alimentation à base de céréales, très riches en glucides. Elles apportent des lipides qui contiennent une teneur élevée en énergie, et favorisent une bonne absorption du carotène.

Au plan nutritionnel, la teneur de l'huile d'arachide en acides gras essentiels est très proche de l'optimum défini par les nutritionnistes, notamment en ce qui concerne les acides gras mono-insaturés particulièrement l'acide oléique (figure 2) a une teneur qui dépasse la recommandation de la FAO (tableau 8). L'arachide a aussi une bonne teneur en acide linoléique (figure3). Les huiles se distinguent les unes des autres par leur composition en acides gras. Prédominants dans l'huile d'arachide comme dans l'huile d'olive, leur rôle dans la prévention de l'athérosclérose a été démontré (Schilling, 2003).

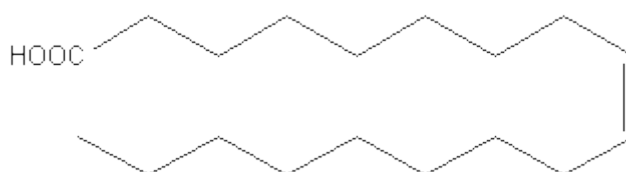


Figure 2 : Formule de l'Acide oléique

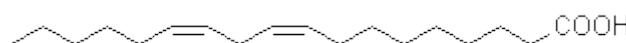


Figure 3 : Formule de l'Acide linoléique

Cette bonne teneur en acide oléique fait que, l'huile d'arachide est réputée être stable à la chaleur et elle est particulièrement résistante à l'oxydation et aux températures élevées. Ce qui fait que, cette huile est bien adaptée aux bains de friture profonde contrairement à de nombreuses huiles de consommation courante. Elle est très appréciée en alimentation pour sa saveur douce et son odeur neutre donnant un bon goût à la nourriture et est, réglementairement, une huile mixte pour friture et assaisonnement.

La proportion en acide gras insaturée joue un rôle important dans les propriétés physico-chimiques d'une huile. Les huiles riches en acides gras saturés sont solides à la température ordinaire. Par contre, les huiles ayant une forte proportion d'acides gras insaturés ne figent pas même à 0°C (Bassène, 2001).

Tableau 8 : Composition en acides gras de l'huile d'arachide

	Recommandations FAO	Huile d'arachide (Sénégal)
Acides gras saturés	25%	21% (palmitique)
Acides gras mono-insaturés	50%	58% (oléique)
Acides gras poly-insaturés	25%	21% (linoléique)

Source : (Schilling, 2003)

1.6.1.3 Teneur en Glucides, Cellulose et Sels minéraux

La teneur des graines d'arachides en Glucose est de 12 % selon Latham (2001). Pour la cellulose et les sels minéraux, la teneur de l'arachide est relativement faible soit respectivement 1,5 à 3 % et 2 à 3 % (Wikipédia, 2007).

1.6.1.4 Teneur en Vitamines

L'arachide est une importante source de Niacine (18 mg par 100 g) et de Thiamine (figure 4). Cette dernière se trouvant dans la peau de la graine, le blanchiment ou la destruction mécanique de celle-ci entraîne la baisse du taux de la thiamine. Cette vitamine se trouve à raison de 25 % dans les peaux rougeâtres des graines non grillées.

Pickett (1944) cité par Asiedu (1991) a démontré qu'une grande proportion de cette vitamine contenue dans l'arachide était rapidement détruite durant le grillage, surtout à une température de 150° C.

D'autres vitamines telles que la Niacine, la Choline et la Riboflavine sont très peu affectées par le traitement. La peau rougeâtre, représentant 2 à 3 % de la graine, contient les tannins et les pigments qui, à défaut d'un blanchiment lors du traitement, donne à la protéine une couleur indésirable.

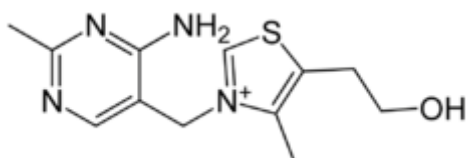


Figure 4 : Formule de la Thiamine

1.6.2 L'Aflatoxine, les inhibiteurs de protéases, et les phytates

1.6.2.1 L'Aflatoxine

L'aflatoxine est un groupe de substance toxique (mycotoxines) produites par des champignons saprophytes (*Aspergillus flavus* et *A. parasiticus*) qui peuvent attaquer les graines d'arachides si elles sont abîmées durant la récolte ou si elles ne sont pas bien conservées. Elle est dangereuse pour le foie des animaux et pour la volaille nourrie avec des arachides contaminées.

Elle peut être aussi toxique pour l'homme et être à l'origine du cancer du foie. Sur ce point, Kane *et al.*, (1991) diront que, si l'aflatoxine n'est pas la cause directe du cancer du foie, elle

peut jouer le rôle d'agent co-carcinogène en présence de certaines carences vitaminiques et/ou de malnutrition protéique qui lèse l'organe et le met en moindre résistance.

Ainsi, la qualité sanitaire des graines est principalement liée à la contamination par les aflatoxines et les parasites des stocks. Cette situation a conduit à l'élaboration de normes pour l'exportation des graines d'arachides. En fait, pour une exportation de qualité vers l'Europe, le marché le plus exigeant, la teneur en aflatoxines totales doit être inférieure à 4 µg/kg pour des arachides ou des produits dérivés de leur transformation et destinés à la consommation humaine directe (Mayeux et Sène, 2005).

Aujourd'hui, la détoxification industrielle des tourteaux d'arachides exposés à la contamination par *Aspergillus flavus* est désormais opérationnelle. Elle ouvre des perspectives de relance aux pays africains qui auront su s'équiper (Schilling, 2003).

1.6.2.2 Les inhibiteurs de protéases

Les inhibiteurs de protéases sont largement représentés dans le règne végétal. Leurs particularités, c'est qu'ils sont impliqués dans la santé humaine et de la production animale. Les plus abondants chez les légumineuses sont les inhibiteurs de protéases à serine et plus particulièrement les inhibiteurs trypsiques. Ce sont des protéines de faible poids moléculaire, riche en cystéines, lesquelles sont impliquées dans de nombreux ponts disulfures (Page et Duc, 1999). Ils constituent les principaux facteurs antinutritionnels des protéines végétales en réduisant la biodisponibilité des protéines, suite à la perturbation des dégradations enzymatique. Mais ce phénomène peut être remédié par un traitement thermique adéquat (Mariotti, 1999).

1.6.2.3 Les phytates

Ce sont des agents chélateurs des minéraux. Leur action est souvent importante et elles entraînent généralement une réduction conséquente de la biodisponibilité des minéraux des sources végétales (Forbes et Erdman, 1983).

1.6.3 Utilisations de l'arachide

L'arachide a plusieurs devenirs après la récolte (figure 5) et subit diverses utilisations de ses différentes parties.

En effet, les graines sont consommées crues, légèrement grillées ou bouillies, sous forme salées ou sous forme de pâte d'arachides servant à la préparation de sauces. La farine d'arachide est utilisée comme aliment de complément employé en biscuiterie. Elle est déshuillée et riche en acides aminés indispensables.

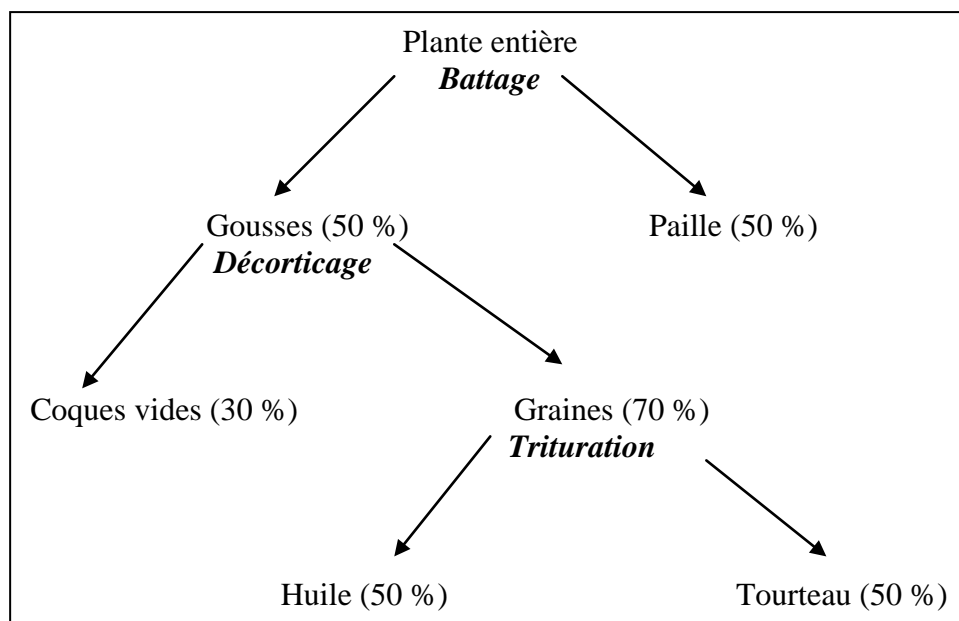


Figure 5 : Devenirs de la plante d'arachide (Source : Novello et Santamaria, 2005)

La richesse énergétique de la fane en fait un produit très recherché pour l'alimentation des animaux de trait, avec des effets directs sur la force de travail des exploitations agricoles et le transport en milieu rural. Ces fanes d'arachide contribuent également à l'alimentation de petits ruminants dans des programmes d'embouche en zones périurbaines (marchés de proximité avec les centres de consommation) (Mayeux, 2001).

A l'heure actuelle, 40 % de la production mondiale d'arachide est transformée en huile utilisée surtout dans les préparations culinaires.

Après extraction de l'huile, le résidu (tourteau) contient 40 à 50 % de protéines et constitue une alimentation de qualité pour la volaille. La farine d'arachide, issue du tourteau peut être utilisée pour enrichir les farines des tubercules, telles que le manioc qui est très pauvre en protéines. Les coques peuvent être utilisées comme combustible, conditionneur de sol, farce dans les aliments et comme source de furfural, transformées en substitut de liège ou de carton dur ou en compost à l'aide de bactéries qui décomposent la lignine (Adams et Hartzog, 1980 in Asiedu, 1991). En plus, les coques vides servent à l'amendement des sols et à l'alimentation des animaux (support cellulosique) et les pailles sont utilisées pour fourrage.

MÉTHODOLOGIE DE L'ÉTUDE

II 1- OBJECTIFS DE L'ETUDE

2.1.1 Objectif principal

L'objectif principal de l'étude est la valorisation de l'arachide par la préparation de concentré de protéines pour constituer des compléments nutritionnels et ceci dans le but de développer des produits à valeur ajoutée à base d'arachides de bouche cultivées au Sénégal.

2.2.2 Objectifs Spécifiques

Pour atteindre cet objectif principal, nous avons identifié des objectifs spécifiques à savoir :

- ✓ identifier la méthode (protocole) la plus rentable pour l'obtention d'un taux élevé de concentré de protéines ;
- ✓ identifier la composition biochimique des trois (3) variétés d'arachides par des analyses au laboratoire ;
- ✓ application de la méthode retenue sur les trois (3) variétés d'arachides de bouche cultivées au Sénégal pour la préparation de concentrés de protéines ;
- ✓ étudier les caractéristiques biochimiques de ces concentrés de protéines obtenus par des analyses au laboratoire et évaluer le rendement en concentré de protéines ;
- ✓ et en fin identifier la variété d'arachide offrant la teneur la plus élevée en concentrés de protéines.

II.2 MATERIEL ET METHODES D'ETUDES

2.2.1 Choix de la méthode de préparation du concentré

Pour la préparation des concentrés de protéines deux méthodes (**A et B**) nous ont été fournies (**annexe 1**). Ces méthodes ont été modifiées et réadaptées en fonction du matériel disponible. Ainsi, au lieu de 10 000 tr/mn pendant 15 mn pour la centrifugation, nous avons utilisé la capacité maximale de notre centrifugeuse qui est de 3 600 tr/mn pendant 30mn. Nous avons effectué trois essais pour chaque méthode d'analyse sur une même variété d'arachide achetée au marché local de Tilène, et les résultats obtenus à l'issue de ces analyses nous ont conduits à choisir la méthode (**A**) qui a fourni le taux le plus élevé en protéine. Cette méthode a été validée après trois autres essais sur toujours la même variété d'arachide.

Des analyses de certains paramètres biochimiques des concentrés (cendre, matières grasses (MG), cellulose) ont été effectuées et nous avons constaté que le taux de matières grasses était élevé et qu'il était possible de le réduire en ajoutant à la méthode de l'hexane (n-hexane).

Après réajustement de la méthode avec l'introduction de l'hexane, nous avons procédé à son application sur les trois (3) variétés d'arachides avec trois (3) répétitions pour chaque variété.

2.2.2 Matériel végétal

Le matériel végétal que nous avons utilisé pour l'étude est constitué de trois variétés d'arachides de bouche pures (figure 6) sélectionnées par l'Ecole Nationale des Cadres Ruraux (ENCR) de Bambey. Il s'agit des **variétés** :

- ✓ **Boulkouss**
- ✓ **55 – 33**
- ✓ **78-936**

Toutes les précautions ont été prises pendant leur transport ainsi qu'au cours de leur conservation au laboratoire pour éviter tout mélange de ces variétés entre elles ou avec d'autres espèces.



Boulkouss

55-33

78-936

Figure 6 : Echantillons de graines des trois variétés d'arachides

Ces trois variétés, issues toutes d'une sélection, présentent des caractéristiques particulières. Les variétés Boulkouss et 55-33 ont de petites gousses et de forme arrondie tandis que la variété 78-936 a des gousses plus grosses allongées et un cycle de 75 jours dans le nord du bassin arachidier. Ces variétés sont encore en essai multilocal pour déterminer avec exactitude leurs domaines de recommandation (Ba *et al.*, 2005).

2.2.3 Préparation des Concentrés de Protéines

2.2.3.1 Matériel

Pour la préparation des concentrés de protéines un ensemble de matériel a été utilisé : une broyeuse, une centrifugeuse, un pH-mètre, une éprouvette de 100 ml, un erlenmeyer de

1000 ml, une balance, un agitateur magnétique, des solutions d'HCl (1N) et de NaOH (1N), des tubes pour centrifugation.

2.2.3.2 Méthode

- trier les arachides et y prélever 200g, y ajouter 100 ml de n-hexane et 1000 ml d'eau distillée ;
- broyer le mélange pendant 4 à 5 mn avec un broyeur ;
- déterminer le pH du broyat obtenue et le réajuster entre 10 – 12 avec une solution de NaOH (1N) et une solution de HCl (1N) ;
- centrifuger le broyat à 3 600 tr/mn pendant 30 mn ;
- récupérer le surnageant et éliminer le précipité et la matière grasse en suspension ;
- réajuster le pH à nouveau entre 4 – 4,5 ;
- centrifuger à nouveau la solution à 3 600 tr/mn pendant 30 mn ;
- éliminer le surnageant et Récupérer le précipité qui constitue le concentré de protéine ;
- sécher le concentré à l'étuve à 50 °C pendant 48 h.

2.2.4 Analyses des paramètres biochimiques

Les analyses biochimiques ont été effectuées sur les graines d'arachides brutes broyées sous forme de farine (figure 7) et sur les concentrés de protéine (figure 8) des trois (3) variétés d'arachides. Toutes les analyses ont été faites en doubles et la moyenne a été retenue.

Les analyses ont concerné les paramètres suivants : Teneurs en Protéines, Humidité (eau), Cendre, Matières Grasses, Cellulose, et minéraux (Calcium, Phosphore, Potassium et Magnésium). La teneur de glucides et la valeur énergétique des concentrés ont été déterminés.



Boulkouss

55-33

78-936

Figure 7: Farine des graines des trois variétés d'arachides

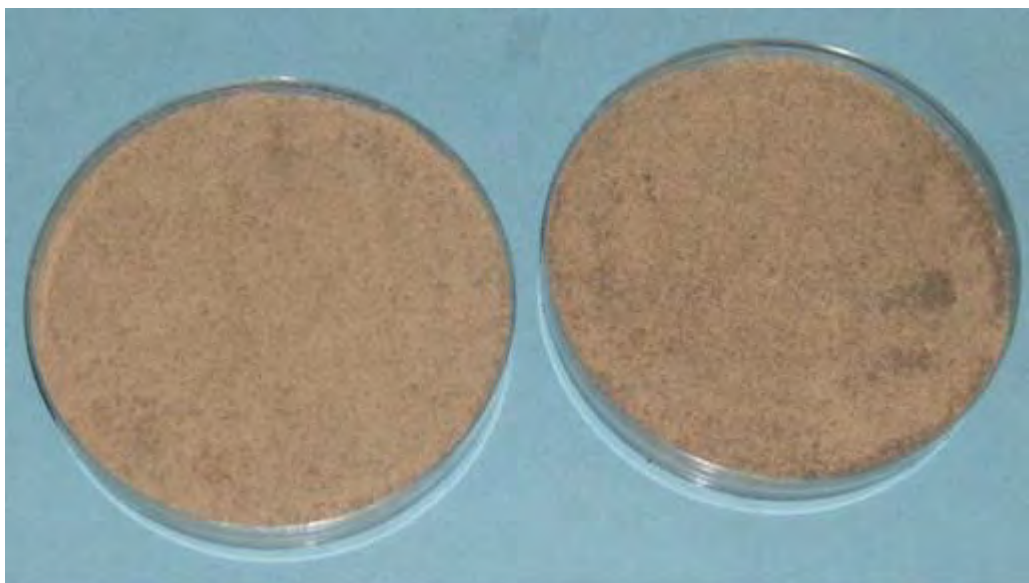


Figure 8 : Echantillons des concentrés de protéines d'arachides

2.2.4.1 DOSAGE DES PROTEINES

a. Principe

Le dosage des protéines se fait en trois étapes, la minéralisation, la distillation puis la titration. Il s'agit d'une minéralisation de la matière organique contenue dans la prise d'essai par l'action de l'acide sulfurique concentré et à chaud en présence d'un catalyseur composé de Sulfate de cuivre, Sulfate de potassium et du Sélénium.

Sous forme de dioxyde de carbone et d'eau, l'azote moléculaire est libéré à l'état de NH_3 qui en présence d'excès de H_2SO_4 se trouve sous forme de Sulfate d'ammonium $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

b. Réactifs

- acide Sulfurique (H_2SO_4 à 0,5N)
- acide Sulfurique concentré
- catalyseur (Sulfate de potassium 100g, Sulfate de cuivre 10g, Sélénium 1g)
- lessive soude (NaOH 40 %)
- solution de soude (NaOH 0,5N)
- eau distillée
- indicateur Tashiro (mélange à volume égal de 2 solutions R et B constitués par :
 - ✓ solution R : rouge de méthyle 0,100g compléter avec 100ml d'alcool à 95°
 - ✓ solution B : Solution aqueuse de bleu de méthylène à 1%
 - ✓ prendre 4ml de cette solution et ajouter 96ml d'alcool à 95°

c. Matériel utilisé

- balance de précision
- papier Joseph
- distillateur Büchi (315)
- bloc de minéralisation Büchi (425)
- burette de précision
- erlenmeyer
- agitateur

d. Mode opératoire

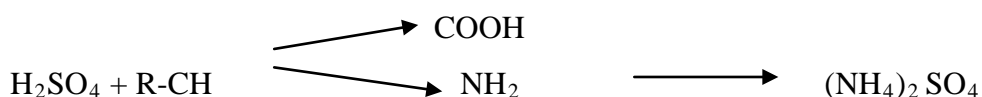
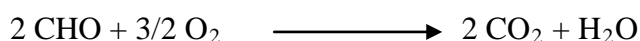
1-Minéralisation

- ♦ Peser une prise d'essai de 0,5g de l'échantillon sur du papier Joseph, et l'introduire dans les tubes de minéralisation ;
- ♦ Ajouter le catalyseur puis l'acide sulfurique concentré (15 ml) ;
- ♦ Placer les tubes dans le bloc minéralisateur puis mettre en marche l'appareil sous une hotte ;
- ♦ Laisser minéraliser pendant 1h jusqu'à la disparition totale des vapeurs blanches sulfureuses ;
- ♦ Refroidir.

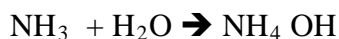
2-Distillation

- ♦ Mettre dans un erlenmeyer 20 ml de H_2SO_4 (0.5 N), y ajouter quelques gouttes d'indicateur Tashiro et compléter le mélange à 100 ml avec de l'eau distillée ;
- ♦ Mettre l'appareil de distillation sous tension ;
- ♦ Placer le tube contenant l'échantillon minéralisé dans l'appareil de distillation, ouvrir le robinet relié à l'appareil de distillation, et appuyer sur START pour commencer (tous les réglages étant effectués) ;
- ♦ Recueillir le distillat (NH_4OH) jusqu'à 200 ml ;
- ♦ Puis doser l'excès d'acide par la soude.

Equations:



Avec la lessive de soude, il y a déplacement de NH_4^+ par un cation plus lourd de Na



Ceci traduit la complexation du NH_3 par la vapeur d'eau, ce qui aboutit au composé NH_4OH .
Par distillation, ce NH_4OH neutralise une partie de l'acide contenu dans l'ermeneyer puis l'excès d'acide est dosé avec la soude jusqu'à coloration vert clair.

e. Expression des résultats

La teneur en protéines de la matière telle quelle est :

$$\% \text{ Protéines} = 0,5 \times \left[\frac{(\text{V}_a - \text{V}_b) \times 14 \times 5,70 \times 100}{\text{P}_E} \right] \times 1000$$

14 : masse molaire de l'azote

5,70 : facteur de conversion de l'azote en protéines pour l'arachide

PE : prise d'essai ; V_a : volume acide ; V_b : volume base versé

2.2.4.2 DOSAGE DE LA MATIERE GRASSE

a. Principe général

Il s'agit d'une libération des lipides par extraction par un solvant organique non miscible à l'eau, n-Hexane, suivie de l'évaporation du solvant et pesée de l'extrait lipidique après dessiccation à 105°C pendant 30mn.

b. Matériel

- extracteur Soxtherm / Multistat (le Soxtherm est un appareil d'usage très simple permettant de récupérer plus 50 % du solvant d'extraction) ;
- étuve réglée à 105°C ;
- balance sartorius (précision 1/10000 grammes) ;
- dessiccateur ;
- gobelets en verre ;
- cartouches d'extraction.

c. Réactifs

n-Hexane

d. Mode opératoire

- introduire dans la cartouche d'extraction une prise d'essai d' 1 g de l'échantillon à analyser préalablement pesé sur un papier Joseph (à 1/10000 g près) ;
- tarer les gobelets d'extraction (P_0);
- mettre 80 ml d'hexane dans les gobelets d'extraction ;
- adapter les cartouches dans les gobelets d'extraction ;
- insérer les gobelets dans l'extracteur ;
- ouvrir le robinet pour alimenter les réfrigérants ;
- mettre l'appareil d'extraction en marche et laisser épuiser totalement les lipides pendant 30mn ;
- après un temps total d'1heure 27mn l'appareil sonne et le verre de sécurité s'ouvre ;
- retirer les gobelets et les cartouches ;
- l'hexane est récupéré dans un réservoir en bas de l'extracteur ;
- porter les gobelets à l'étuve à 105°C pendant 30 mn ;
- sortir les gobelets et les mettre dans le dessiccateur jusqu'à refroidissement ;
- peser à nouveau les gobelets (P_1).

e. Expression des résultats

Soit P_E la prise d'essai et P' le poids en g du résidu lipidique obtenu

Le pourcentage des lipides totaux sur la matière telle qu'elle est:

Avec $P' = (P_1 - P_0)$

$$\% \text{ lipides} = \left(\frac{P'}{P} \right) \times 100$$

2.2.4.3 DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU

a. Principe

Il s'agit d'une dessiccation à l'étuve (105°C) suivie de pesée différentielle (AOAC, 1995).

b. Matériel

- balance analytique ;
- étuve pouvant assurer une température de 105°C;
- capsules en aluminium ;
- dessiccateur muni d'un déshydratant efficace ;

- spatule.

c. Mode opératoire

- dans une capsule préalablement séchée et tarée, peser 5g (à 1mg près) d'échantillon homogène (P_E) ;
- mettre la capsule dans l'étuve (105°C) pendant 4h ;
- retirer et laisser refroidir dans le dessiccateur ;
- peser après refroidissement (P').

d. Expression des résultats

Soit P_E = prise d'essai (g)

P' = perte de poids (g)

$$\text{Taux d'humidité (\%)} = \left(\frac{P'}{P_E} \right) \times 100$$

2.2.4.4 DETERMINATION DE LA TENEUR EN CENDRES

a. Principe

Une prise d'essai placée dans un creuset est incinérée à 550-600°C dans un four électrique pendant 6h. Après refroidissement au dessiccateur, le résidu de l'incinération est exprimé en pourcentage par rapport à la prise d'essai (AOAC, 1995).

b. Matériel

- broyeur ;
- balance analytique ;
- creusets en porcelaine ;
- pince de creuset ;
- four électrique ajusté à 550-600°C;
- dessiccateur.

c. Mode opératoire

- placer le creuset de silice ou porcelaine dans le four (30 mn) puis refroidir dans un dessiccateur et peser le poids vide (M_1) ;
- peser 5g de l'échantillon dans le creuset (M_2) ;
- placer le creuset contenant l'échantillon dans le four à 600°C pendant 6h ;
- transférer le creuset dans le dessiccateur pour refroidir ;
- peser (M_3).

d. Expression des résultats

$$\text{Taux de Cendre (\%)} = \left[\frac{M_3 - M_1}{M_2 - M_1} \right] \times 100$$

2.2.4.5 DETERMINATION DE LA TENEUR EN CELLULOSE

a. Réactifs

H₂SO₄ 0,30 N

NaOH 1,5 N

EDTA

b. Matériel

- Ballon de 250 ml à col rodé ; Réfrigérant ;
- Plaque chauffante au bec de bunsen ;
- Creuset filtrant de porosité 2 ;
- four électrique assurant 400°C;
- balance (précision $\pm 0,1$ mg) ;
- étuve réglée à 150°C; et dessiccateur.

c. Echantillonnage

Broyer l'échantillon d'au moins 200 g avec l'appareil fritsch muni du tamis de 0,5 mm et conservé l'échantillon dans un flacon fermé.

d. Mode opératoire

- Peser dans un ballon 0,2 à 1 g de l'échantillon préalablement broyé et homogène (M);
- Ajouter 50 ml de H₂SO₄ (0,30 N) ;
- Chauffer à douce ébullition pendant 30 mn et agiter doucement toutes les 5 mn pour éviter que la matière adhère aux parois du ballon ;
- Ajouter par le haut du réfrigérant 25 ml de NaOH (1,5 N) et chauffer à nouveau pendant 25 mn ;
- Après mettre une pincée d'EDTA et laisser au feu pendant 5 mn ;
- Filtrer au creuset de porosité 2 ;
- Puis rincer avec 100 ml d'eau distillée préalablement chauffée ;
- Sécher les creusets à l'étuve à 130 ° pendant 2 h ;
- Laisser refroidir au dessiccateur et peser (M₁);
- Porter les creusets au four et incinérer à 400°C pendant 2h puis refroidir au dessiccateur et peser (M₂).

e. Expressions des Résultats

La cellulose brute en g pour 100 g de produit est :

$$\% \text{ Cellulose} = \left(\frac{M_1 - M_2}{M} \right) \times 100$$

2.2.4.6 DETERMINATION DE LA TENEUR EN MINERAUX

a. Principe

Il repose sur une absorption atomique par un spectrophotomètre qui utilise une source de lumière primaire constituée d'une lampe à cathode creuse spécifique pour chaque élément à étudier (AOAC, 1995). Les éléments recherchés sont : Calcium, Phosphore, Magnésium et le Potassium

NB : La détermination du Phosphore s'est faite par absorption selon le principe décrit en Annexe 2.

b. Réactifs

Acide nitrique ½ ; Acide chlorhydrique ½.

c. Matériel

- balance analytique ; fioles de 50 ml ;
- creusets ; four pouvant assurer 600 C;
- plaque chauffante ; hotte ;
- spectrophotomètre d'absorption atomique.

d. Mode opératoire

- peser 1g d'échantillon dans un creuset et calciner 2 h à 600°C, puis laisser refroidir ;
- se mettre sous la hotte et mouiller les cendres avec 10 gouttes d'eau distillée ;
- ajouter 3 ml d'acide nitrique ½ ;
- évaporer à sec l'excès d'acide sur plaque chauffante à 100°C, calciner de nouveau pendant 1 h à 600°C et laisser refroidir ;
- dissoudre les cendres dans 10 ml d'acide chlorhydrique ½ ;
- filtrer dans une fiole de 50 ml ;
- laver le papier filtre avec de l'eau distillée et compléter au volume ;
- faire la lecture de la concentration (C) sur le spectrophotomètre avec la longueur d'onde du minéral correspondant.

e. Expression des résultats

➤ Pour le calcium, Magnésium et Potassium

$$\% \text{mg}/100\text{g} = \left[\frac{L \times 50 \times K \times 100}{P_E} \right] \times 1000$$

PE : prise d'essai ; L : Valeur lue ; K : Facteur de dilution (100)

➤ **Pour le Phosphore**

$$\text{mg/100g de Phosphore} = \left[\frac{L \times 50 \times 100 \times K}{P_E} \right] \times 20$$

PE : Prise d'essai ; L : valeur lue ; K : coefficient de lecture

2.2.4.7 DETERMINATION DE LA TENEUR EN GLUCIDES TOTAUX

a. Principe

La teneur en glucides totaux est déterminée par différence de 100 (en %) moins les teneurs (en %) en eau (H), protéines (P), cendres (Ce), matières grasses (M.G) et cellulose (C).

b. Expression des résultats

$$\text{Teneur en Glucides Totaux} = 100 - (H + P + C_e + C + MG)$$

2.2.4.8 DETERMINATION DE LA VALEUR ENERGETIQUE

a. Principe

La valeur énergétique est déterminée par les coefficients d'ATWATAR. Elle est obtenue en multipliant par 4 pour la teneur en protéines (P) et celle des glucides totaux (G.T) et par 9 la teneur en matière grasse (M.G).

b. Expression des résultats

$$\text{Valeur Energétique (Kcal/100g)} = 4(P + GT) + 9 \times MG$$

2.2.5. Traitement des Données

Le traitement des données issues des analyses a été fait à l'aide du logiciel Excel et l'interprétation à l'aide du logiciel SPSS 10.0.

RESULTATS ET DISCUSSION

III. RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats des analyses des différents paramètres biochimiques sont exprimés en pourcentage de matière sèche (ou en poids sec des graines) et aussi, en pourcentage de la matière telle qu'elle en guise d'élargir le champ d'appréciation. Mais, l'analyse et l'interprétation des résultats sont faites sur la base des résultats exprimés en pourcentage de matière sèche.

3.1. Composition biochimique des graines des trois variétés d'arachides

Les analyses biochimiques effectuées sur les graines des trois variétés ont permis d'identifier leurs teneurs sur les différents paramètres (tableau 9).

En effet, les résultats obtenus montrent des teneurs variables en **protéines** suivant la variété considérée.

Tableau 9 : Résultats des analyses biochimiques sur les graines des trois variétés d'arachides

Paramètres	Unité	Boulkouss	55-33	78-936	
Protéines	%	24,21 ± 0,50	24,82 ± 0,94	23,27 ± 0,94	
	g/100 g MS	25,12	25,75	24,17	
Eau (Humidité)	%	3,64 ± 0,19	3,63 ± 0,06	3,74 ± 0,07	
Matière Grasse	%	46,34 ± 1,34	47,87±0,46	49,38 ± 1,34	
	g/100 g MS	48,09	49,68	51,30	
Cellulose	%	6,35 ± 3,28	3,33 ±1,04	4,07 ± 0,99	
	g/100 g MS	6,59	3,45	4,23	
Cendre	%	2,65 ± 0,02	2,48 ±0,13	2,64 ± 0,20	
	g/100 g MS	2,75	2,58	2,74	
Glucides Totaux	g/100 g MS	13,81	14,91	13,82	
Valeur Energétique	Kcal/100g	588,53	609,76	613,66	
Minéraux	Potassium	%	1185,40 ± 596,38	1367,98 ± 703,09	1206,59 ± 443,09
		mg/100 g MS	1230,18	1419,51	1253,47
	Calcium	%	54,40 ± 21,78	104,18 ± 88,58	92,62 ± 70,92
		mg/100 g MS	56,46	108,10	96,22
	Phosphore	%	53,50 ± 1,01	70,18 ± 2,57	74,44 ± 2,08
		mg/100 g MS	55,52	72,82	77,34

MS : Matières sèche, g : gramme ; % pourcentage ; Kcal : Kilocalories ; mg : milligrammes

La variété 55- 33 a la teneur la plus élevée en protéines, soit 25,75 % de la matière sèche, suivie de la variété Boulkouss avec 25,12 % et la variété 78-936 est celle, qui a la teneur la plus faible, soit 24,17 %. On note ainsi, une légère différence entre les variétés Boulkouss et 55-33 ; mais, elle est plus prononcée entre la variété 55-33 et celle 78-936 (figure 9).

Toutefois, les valeurs obtenues pour les trois variétés sont en accord avec celles trouvées dans les études antérieures (Wikipedia, 2007 ; Latham, 2001), qui définissaient la teneur en protéines de l'arachide entre 22 et 32 %. Ces résultats confirment ainsi la bonne teneur en protéines des arachides.

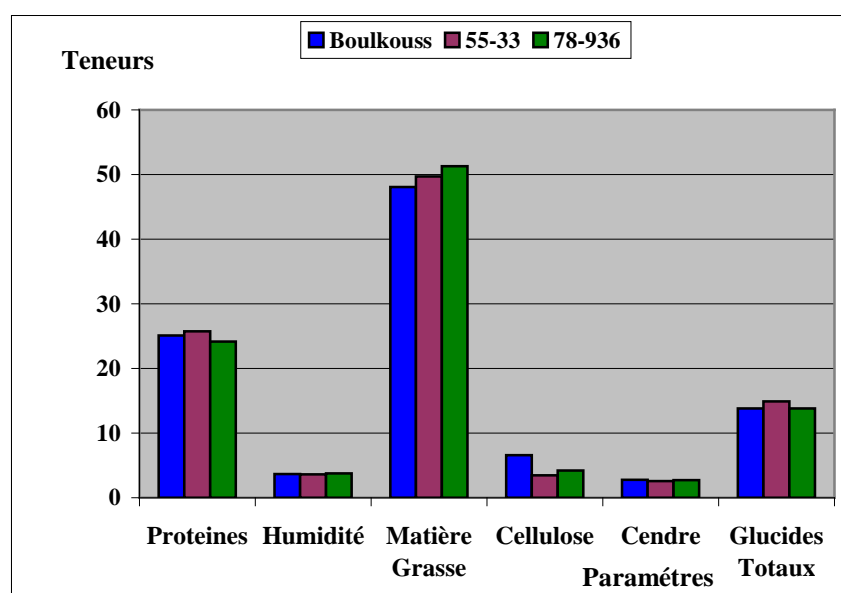


Figure 9: Comparaison des teneurs en éléments biochimiques des graines des trois variétés d'arachides

Concernant **la teneur en matières grasses** par contre, les résultats obtenus ont révélés que la variété 78-936, qui avait le taux le plus faible en protéines, a la teneur plus élevée en matière grasse soit 51,30 % dépassant les variétés 55-33 (49,68 %) et Boulkouss (48,09). Là aussi, une légère différence est notée entre les teneurs des trois variétés (figure 5). Ainsi, ces différences en matière grasse peuvent être dues à des facteurs génétiques caractéristiques de chaque variété.

En outre, pour l'ensemble des trois variétés, les teneurs en matière grasse qui ont été obtenus sont en accord avec celles des études antérieures (Novello et Santamaria, 2005 ; Latham, 2001 ; Schilling, 2003) qui situaient la teneur en matières grasses des graines d'arachides entre 40 et 50 %.

Par ailleurs, nous avons constaté qu'il existe un rapport entre le taux de protéines et la teneur en matière grasse des graines. Donc, plus la variété est riche en protéines, moins elle l'est en matière grasse. Ce constat sur ces deux teneurs chimiques des variétés que nous avons enregistré est similaire aux résultats qui ont été obtenus par Mwanjala *et al.*, (1999) sur le haricot et le pois.

Sur **les teneurs en cellulose et cendre**, les résultats ont montré que, la variété Boulkouss a la teneur la plus élevée en cellulose soit (6,59 %), suivi de la variété 78-936 avec 4,23 %; la variété 55-33 a le plus faible taux (3,45). Par contre, pour la teneur en cendre, la différence entre les teneurs des trois variétés est très minime.

Pour **l'humidité (teneur en eau)**, il est ressortit de cette étude que, la variété 78-936, dont la teneur est plus faible en Protéines, dispose de la teneur la plus élevée en eau (3,74) contre 3,64 et 3,63 pour Boulkouss et la variété 55-33. Il faut noter cependant que, ces différences sont très légères. Ainsi, la variété 55-33, ayant la teneur la plus élevée en protéines s'est retrouvée avec les teneurs les plus faibles en eau, Cellulose et en Cendre. Et à l'inverse, la variété 78-936 disposant de la teneur la plus faible en protéines dispose des teneurs élevée en ces éléments. Ainsi, il existe un rapport très étroit entre la teneur en protéines et celle des autres éléments biochimiques dans les graines d'arachides des trois (3) variétés étudiées.

En ce qui concerne la teneur en **glucides**, les résultats ont montrés que la variété 55-33 est celle qui a le taux le plus élevé (14,91 %) et que la teneur des variétés Boulkouss et 78-936 est sensiblement égale soit respectivement (13,81 et 13,82 %). Ce qui se justifie par le fait que, la variété 55-33 a les teneurs les plus faibles en cendre, cellulose et en humidité (eau).

La valeur énergétique est plus élevée pour les variétés 55-33 et 78-936 soit une teneur respective de 609,7 et 613,66 kcals. La variété Boulkouss a la teneur la plus faible, soit 588,53 kcal. Mais, ce qui est important de noter est que ces résultats sont en parfait accord avec ceux trouvés par Ahmed et Young (1982) cité par Asiedu (1991) soit, une valeur énergétique de 570 kcals (2390 kJ) sur 100 g de graines d'arachides.

Pour les teneurs en **minéraux**, la variété 55-33 est celle qui a les teneurs les plus élevée en calcium et potassium par contre pour le phosphore, la variété 78-936 est celle qui a la teneur la plus élevée (figure 10). Ces différences des teneurs en minéraux peuvent être dues aux à

des effets variétaux et/ou aux pratiques culturales différentes, à savoir l'utilisation des engrais dans la fertilisation des sols et pour le développement des graines. Cet aspect influe beaucoup sur la teneur en minéraux des graines.

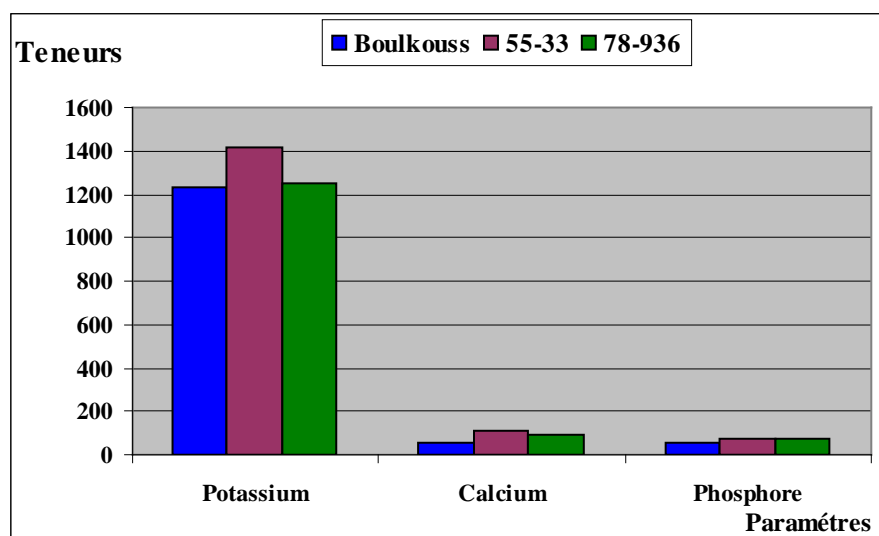


Figure 10 : Comparaison des teneurs en minéraux des graines des trois variétés d'arachides

Par ailleurs, les tests d'homogénéités effectués sur les résultats des analyses biochimiques des graines des trois variétés, ont permis d'identifier des groupes homogènes statistiquement sur les différents paramètres biochimiques (tableaux 10-19). Les variétés appartenant au même groupe de sous ensemble sont statistiquement homogènes et donc, la différence de teneurs enregistrée n'est pas significative sur le paramètre considéré.

Tableau 10 : Sous ensembles homogènes de Protéines

Tableau 11 : Sous ensemble homogène de Matière grasse

Protéines

Student-Newman-Keuls^a

Echantillon	N	Sous-ensemble pour alpha = .05
		1
78-936	3	23,2700
Boulkouss	3	24,2100
55-33	3	24,8167
Signification		,129

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Matière grasse

Student-Newman-Keuls^a

Echantillon	N	Sous-ensemble pour alpha = .05	
		1	2
Boulkouss	3	46,3367	
55-33	3	47,8733	47,8733
78-936	3		49,3800
Signification		,146	,153

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Tableau 12 : Sous ensemble homogène de Cendre

CENDRE

Student-Newman-Keuls^a

		Sous-ensemble pour alpha = .05
Echantillon	N	1
55-33	3	2,4833
78-936	3	2,6367
Boulkouss	3	2,6500
Signification		,366

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

- a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Tableau 13 : Sous ensemble homogène de Cellulose

Cellulose

Student-Newman-Keuls^a

		Sous-ensemble pour alpha = .05
Echantillon	N	1
55-33	3	3,3267
78-936	3	4,0733
Boulkouss	3	6,3500
Signification		,250

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

- a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Tableau 14 : Sous ensemble homogène en Humidité

HUMIDITÉ

Student-Newman-Keuls^a

		Sous-ensemble pour alpha = .05
Echantillon	N	1
55-33	3	3,6300
Boulkouss	3	3,6400
78-936	3	3,7400
Signification		,538

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

- a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Tableau 15 : Sous ensemble homogène en Potassium

Potassium

Student-Newman-Keuls^a

		Sous-ensemble pour alpha = .05
Echantillon	N	1
Boulkouss	3	11 84,7233
78-936	3	1204,1400
55-33	3	1367,9933
Signification		,919

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

- a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Tableau 16 : Sous ensemble homogène de Calcium

CALCIUM

Student-Newman-Keuls^a

Echantillon	N	Sous-ensemble pour alpha = .05
		1
Boulkouss	3	54,3333
78-936	3	92,1967
55-33	3	104,2133
Signification		,629

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Tableau 17 : Sous ensemble homogène de Phosphore

Phosphore

Student-Newman-Keuls^a

Echantillon	N	Sous-ensemble pour alpha = .05		
		1	2	3
Boulkouss	3	53,5033	70,1800	74,4433
55-33	3			
78-936	3			
Signification		1,000	1,000	1,000

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Tableau 18 : Sous ensemble homogène en VE

totaux

Valeur Énergétique

Student-Newman-Keuls^a

Echantillon	N	Sous-ensemble pour alpha = .05	
		1	2
Boulkouss	3	581,1233	601,6067
55-33	3		
78-936	3		605,1000
Signification		1,000	,644

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Tableau 19 : Sous ensemble homogène en Glucides

Glucides Totaux

Student-Newman-Keuls^a

Echantillon	N	Sous-ensemble pour alpha = .05
		1
Boulkouss	3	16,8133
78-936	3	16,9000
55-33	3	17,8700
Signification		,880

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Il est ressorti que, les trois variétés forment un groupe de sous ensemble homogène pour les teneurs en protéines, en cendre, en cellulose, en humidité, en potassium, en calcium et en glucides totaux (tableaux 10, 12-16, 19). Ainsi, pour l'ensemble de ces paramètres, les différences enregistrées en valeurs ne sont pas significatives du point de vu statistique. Il n y a pas de différence entre les trois variétés sur ces paramètres.

Par contre, on note deux sous ensembles de groupes homogènes pour les teneurs en matière grasse des graines des trois variétés (tableau 11). En effet, le premier sous groupe homogène est constitué par les variétés Boulkouss et 55-33 avec des valeurs respectives de 46,33 % et 47,87 % ; et le deuxième groupe de sous ensemble homogène, par les variétés 55-33 et 78-936 avec des teneurs de 47,87 % et 49,38 %. Ce qui veut dire, qu'il n ya pas de différence des teneurs entre les variétés Boulkouss et 55-33 ; et entre les variétés 55-33 et 78-936 n'est pas significative statistiquement. Mais, entre les variétés Boulkouss et 78-936, il y a une nette différence car, ces deux variétés n'appartiennent pas au même sous ensemble homogène.

Pour le phosphore, on a constaté que, les trois variétés forment trois sous ensembles homogènes constitués chacun par une variété (tableau 17). La différence des teneurs est donc très significative du point de vu statistique entre les trois variétés.

Sur la richesse en valeur énergétique, on constate que, les trois variétés forment deux groupes de sous ensemble homogène (tableau 18). Le premier sous ensemble homogène est constitué par la variété Boulkouss et le deuxième sous ensemble homogène, par les variétés 55-33 et 78-936. Ainsi, la différence des teneurs en énergie entre la variété 55-33 et celle 78-936 n'est pas significative. Par contre, il existe une différence significative entre les teneurs des variétés 55-33 ,78-936 et la variété Boulkouss.

Au regard de ces résultats, on peut dire que du point de vue statistique, il n y a pas de différence entre les teneurs des trois variétés en protéines, cendre, cellulose, eau, potassium, calcium et glucides totaux. Par contre, on note des différences entre la variété Boulkouss et celle de 78-936 sur la teneur en matière grasse et entre une les variétés 55-33, 78-936 et la variété Boulkouss sur la teneur en énergie. Pour la teneur en phosphore, une nette différence existe entre les trois variétés.

3.2 Composition chimiques des concentrés de protéines des trois variétés

L'analyse des résultats des analyses biochimiques des concentrés de protéines des trois (3) variétés d'arachides (tableau 20) ont permis de constater que, la variété 55-33 a le **taux de protéines** le plus élevé soit 71,65 % suivie de la variété Boulkouss (71,28%). La différence en teneur de protéines est plus élevée entre la variété 55-33 et celle de 78-936 soit un écart de 1,93%. Par contre, entre le concentré protéique de la variété 55-33 et celui de Boulkouss, la différence est très faible (figure 11).

Tableau 20: Résultats Analyses biochimiques sur les Concentrés de Protéines des trois variétés d'arachides

Paramètres	Unité	Boulkouss	55-33	78-936	
Protéines	%	67,69 ± 4,37	68,34 ± 1,55	66,97 ± 3,83	
	g/100 g MS	71,28	71,65	69,72	
Eau (Humidité)	%	5,01 ±0,87	4,61 ± 0,03	3,97 ± 0,65	
Matière Grasse	%	5,11 ± 3,76	7,19 ± 2,91	10,64 ± 4,70	
	g/100 g MS	5,37	7,54	11,09	
Cellulose	%	1,08 ± 0,98	1,56 ± 0,35	2,72 ± 0,24	
	g/100 g MS	1,14	1,64	2,83	
Cendre	%	2,61 ± 0,13	5,25 ± 0,71	1,94 ± 0,47	
	g/100 g MS	2,75	5,51	2,02	
Glucides Totaux	%	18,5	13,05	13,76	
	g/100 g MS	14,45	9,05	10,37	
Valeur Energétique	Kcal / 100g	391,25	390,66	420,17	
Minéraux	Potassium	%	187,94 ±32,74	150,64 ± 8,85	172,96 ± 48,19
		g/100 g MS	197,77	157,92	179,91
	Calcium	%	72,23 ± 34,14	56,46 ± 2,17	62,47 ± 1,35
		g/100 g MS	76,00	59,18	65,05
	Magnésium	%	42,72 ± 14,43	42,55 ± 9,73	47,90 ± 14,10
		g/100 g MS	44,98	44,60	49,84
	Phosphore	%	70,78 ± 7,94	60,30 ± 7,23	54,72 ± 6,64
		g/100 g MS	74,54	63,21	56,96

MS : Matières sèche, g : gramme ; % pourcentage ; Kcal : Kilocalories ; mg : milligrammes

On note ainsi, un rapprochement des teneurs en protéines entre les variétés Boulkouss et 55-33. Ce constat est conforme aux résultats obtenus sur les analyses des graines des trois variétés (tableau 9). Ce qui montre que le processus d'extraction n'a pas altéré les caractéristiques biochimiques des graines.

Il est à noter que, les teneurs des concentrés de protéines des trois variétés comprises entre (69,72 et 71,65) que nous avons obtenus sont similaires à celles des études réalisées par Taha, Fahmy, et Sadek (1987), Leyris (1998) et Adballa, Elkhalfa, et Eltinay, (2001). Ces auteurs avaient extrait des concentrés de protéines respectivement sur des graines de Sésame, du Tourteau de Tournesol et sur la Dolique de Chine dont les teneurs des concentrés des protéines étaient respectivement de 68, 2 %, 72% et 76,4-78,1%.

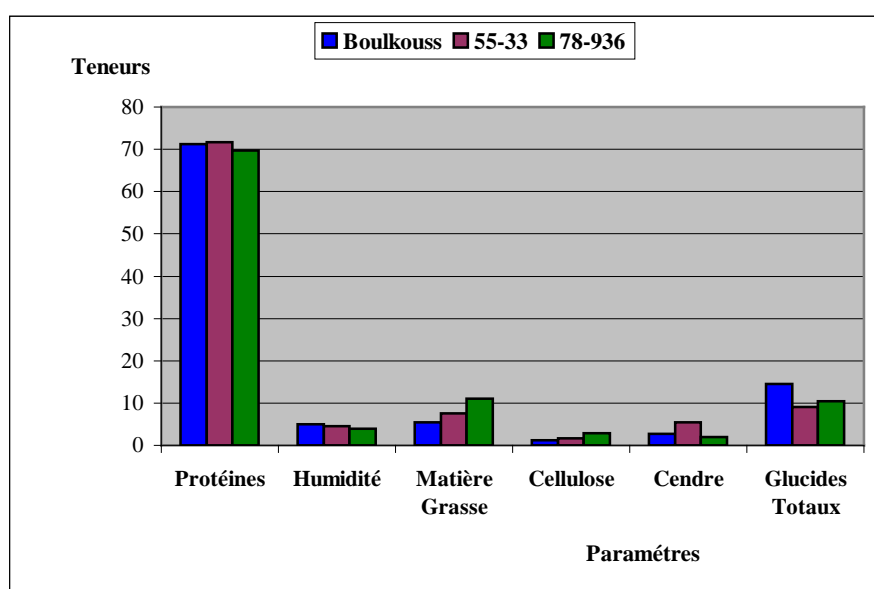


Figure 11 : Comparaison des teneurs en éléments chimiques des concentrés des trois variétés d'arachides

La différence notée entre les concentrés des trois variétés peuvent être dues, soient à des facteurs génétiques car se sont des variétés sélectionnées sur la base de leur génome pour une amélioration de leur qualité nutritionnelle et le rendement agricole, ou à des facteurs environnementaux et des pratiques agricoles différentes. Deosthale, (1972) dira que, les facteurs génétiques et environnementaux jouent un rôle important dans la détermination de la composition nutritive d'un aliment.

Par ailleurs, Mwanjala *et al.*, (1999) ont extrait des isolats de protéines sur des haricots et du pois à différents pH et leurs résultats ont permis de conclure que la teneur en isolats de

protéines était liée au pH du point isoélectrique de précipitation des protéines. Plus le pH est élevé, plus la teneur en isolat de protéines était élevée pour les deux légumineuses. Ce qui nous permet de supposer que, cette différence en teneur des concentrés de protéines peut être due à cela car le pH de précipitation des protéines n'était pas homogène pour les trois variétés.

Sur **la teneur en Matière Grasse** des concentrés des protéines, nous avons constaté que, la teneur enregistrée pour le concentré protéique de la variété 78-936 est la plus élevée avec un taux de 11,09 % suivi du concentré de la variété 55-33 soit 7,54%. Le concentré de la variété Boulkouss est celui qui a le taux le plus bas en matière grasse soit 5,37%. La différence entre la variété 78-936 et les deux autres est très nette (figure 7).

Ces résultats nous permettent ainsi de constater que, le concentré qui a le taux le plus élevé en matière grasse est celui dont la teneur en protéines est plus faible. Ces résultats confirment ceux enregistrés et décrits par d'autres recherches citées plus haut.

Par ailleurs, les teneurs en matière grasse des graines brutes des trois variétés s'inscrivent bien dans cette logique avec la teneur la plus élevée en matière grasse pour la variété 78-936 (51,30%) suivi de la variété 55-33 (49,68) et en fin la variété Boulkouss (48,09).

Ce constat se justifie par le fait que, le procédé d'extraction des protéines dans le but d'isoler des concentrés n'a pas modifié le rapport de teneur en matière grasse des trois variétés soumises aux mêmes conditions de préparation.

En outre, la teneur en matières grasses revêt une importance capitale au plan technologique car au moment de la conservation, il peut y avoir un phénomène de rancissement qui serait dû à l'oxydation. Cette dégradation augmenterait l'acidité grasse et aboutirait à une détérioration des produits conservés (Diallo, 2006).

La teneur en eau renseigne sur les possibilités de conservation durable du produit. Les résultats sur la teneur en eau des concentrés protéiques ont révélé que, la teneur en eau la plus élevée est rencontrée sur le concentré de protéines de la variété Boulkouss soit une teneur en eau de 5,01%. Il en suit la variété 55-33 avec 4,61%. La différence sur la teneur en eau est plus grande entre le concentré de Boulkouss et de celui de la variété 78-936 soit de 1,07% par contre entre la variété Boulkouss et celle de 55-33 la différence est relativement faible soit 0,4 %. En fait, la teneur en eau est un facteur très essentiel dans la conservation des produits. Plus cette teneur est élevée moins le produit alimentaire se conserve longtemps.

Cette teneur en eau des concentrés de protéines des variétés Boulkouss et 55-33 sont proches des résultats obtenus par Mwanjala *et al.*, (1999) sur l'isolat de protéine du Pois Pigeon soit (5,40). Mais ces résultats restent plus élevés pour l'ensemble des concentrés des trois variétés par rapport aux résultats trouvés par Chavan, McKenzie, et Shahidi (2001) sur le Pois de plage.

La teneur en cellulose ou fibres alimentaires évalue la quantité de matières organiques, qui chez l'homme, restent indigeste par défaut d'enzymes glycolytiques spécifiques (Diallo, 2006).

Les résultats des analyses sur la teneur en Cellulose ont permis de constater que, la teneur la plus élevée est rencontrée dans le concentré protéique de la variété 78-936 soit 2,83 % suivi de du concentré protéique de la variété 55-33 avec 1,64 %. La différence des teneurs est plus élevée, entre le concentré de protéine de la variété 78-936 et les concentrés des deux autres variétés soient 1,19 % pour la variété 55-33, et 1,69 % pour le concentré de Boulkouss. Par contre la différence de teneur en cellulose entre les concentrés Boulkouss et de celui de la 55-33 est très minime. Pour ce paramètre aussi, les deux variétés ont obtenu une composition très voisine.

Les résultats ainsi obtenus sur les concentrés de protéines des variétés (55-33 et Boulkouss) sont comparables à ceux obtenus par Chavan, McKenzie, et Shahidi (2001) sur le pois à partir d'une extraction avec du NaOH soit 1,51% de teneur en fibres.

La teneur en Cendre contenue dans le concentré protéique de la variété 55-33 (5,51%) est considérablement plus élevé que celle des concentrés protéiques des variétés Boulkouss et de 78-936 soit une différence respective de 2,76% et 3,49%. Cette teneur en cendre du concentré de la variété 55-33 est similaire à celle que Chavan, McKenzie, et Shahidi (2001) avaient trouvé sur l'isolat de protéines du pois « Beach pea » soit 5,99 %.

La teneur élevée de cendre obtenue sur les variétés 55-33 et Boulkouss peut être liée à un nombre élevé de graines immatures. Car, la teneur en cendre renseigne sur la maturité des graines et donc plus le taux de cendre est élevé plus les graines sont immatures et il y a de matières minérales. Nos observations sur la morphologie des graines ont permis de constater que ces deux variétés sont constituées en grande partie de graines de petites tailles par opposition à celles de la variété 78-936 qui sont toutes de grande taille (photo 2).

En ce qui concerne **la teneur en Minéraux**, les résultats des analyses chimiques ont permis de constater que le concentré de protéines de la variété Boulkouss est celui qui a les teneurs les plus élevées en potassium, en calcium, et en phosphore parmi les trois variétés (figure 12). Il est suivi du concentré de protéines de la variété 78-936. Par contre, le concentré de protéine de la variété 78-936 possède la teneur la plus élevée en magnésium. Ainsi, le concentré de protéines de la variété 55-33 est celui qui a la teneur la plus faible en minéraux à l'exception du phosphore où il devance la variété 78-936. La détermination de la teneur en minéraux renseigne sur ceux qui catalysent ou perturbent les processus enzymatiques. D'où son importance dans la détermination des qualités nutritionnelles des aliments.

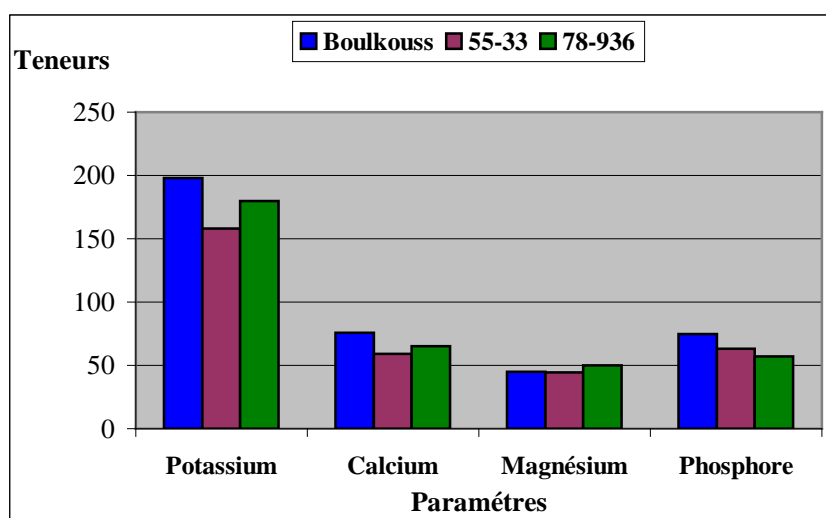


Figure 12 : Comparaison des teneurs en minéraux des concentrés de Protéines des trois variétés d'arachides

Les **glucides** ou "sucres" sont des molécules organiques riches en énergie. Le concentré de protéines de la variété Boulkouss a la teneur la plus élevée en glucides totaux soit 14,45% suivi du concentré de la variété 78-936 avec 10,37. L'écart entre les teneurs des concentrés de Boulkouss et 55-33 est très élevé soit 5,4% mais moyennement élevée avec la variété 78-936.

Ces résultats ne sont que, le reflet de la teneur des concentrés en protéines, matière grasse, cendre et cellulose. La variété 55-33 ayant la teneur la plus élevée du cumul de ces paramètres s'est retrouvée avec une teneur plus faible en glucides totaux.

Quant à **la valeur énergétique**, les résultats obtenus ont révélés que, le concentré protéique de la variété 78-936 est celui qui a la teneur la plus élevée (420,17 kcal/100g). Les teneurs des

concentrés des variétés Boulkouss et 55-33 sont sensiblement égaux. Ainsi, il est à noter que les concentrés des trois variétés ont tous une bonne teneur énergétique.

Tableau 21 : Sous ensemble homogène de Protéines **Tableau 22** : Sous ensemble homogène de Matière grasse

Protéines

Student-Newman-Keuls^a

Echantillon	N	Sous-ensemble pour alpha = .05
		1
78-936	3	66,9705
Boulkouss	3	67,6920
55-33	3	68,3434
Signification		,881

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Matière grasse

Student-Newman-Keuls^a

Echantillon	N	Sous-ensemble pour alpha = .05
		1
Boulkouss	3	5,1131
55-33	3	7,1911
78-936	3	10,6359
Signification		,263

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Tableau 23 : Sous ensemble homogène de Cendres **Tableau 24** : Sous ensemble homogène en Humidité (eau)

CENDRE

Student-Newman-Keuls^a

Echantillon	N	Sous-ensemble pour alpha = .05	
		1	2
78-936	3	1,9394	
Boulkouss	3	2,6092	
55-33	3		5,2524
Signification		,150	1,000

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

HUMIDITÉ

Student-Newman-Keuls^a

Echantillon	N	Sous-ensemble pour alpha = .05
		1
78-936	3	3,9655
55-33	3	4,6081
Boulkouss	3	5,0057
Signification		,185

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Tableau 25 : Sous ensemble homogène en VE

Valeur Energétique

Student-Newman-Keuls^a

		Sous-ensemble pour alpha = .05
Echantillon	N	1
55-33	3	390,2533
Boulkouss	3	390,8100
78-936	3	418,6833
Signification		,287

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Tableau 26: Sous ensemble homogène en Calcium

CALCIUM

Student-Newman-Keuls^a

		Sous-ensemble pour alpha = .05
Echantillon	N	1
55-33	3	56,4564
78-936	3	62,4683
Boulkouss	3	72,2285
Signification		,616

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Tableau 27 : Sous ensemble homogène en Magnésium

Magnésium

Student-Newman-Keuls^a

		Sous-ensemble pour alpha = .05
Echantillon	N	1
55-33	3	42,5453
Boulkouss	3	42,7151
78-936	3	47,8966
Signification		,871

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Tableau 28: Sous ensemble homogène en Potassium

Potassium

Student-Newman-Keuls^a

		Sous-ensemble pour alpha = .05
Echantillon	N	1
55-33	3	150,6407
78-936	3	172,9582
Boulkouss	3	187,9448
Signification		,425

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Tableau 29: Sous ensemble homogène en Phosphore

Phosphore		
Student-Newman-Keuls ^a		
Echantillon	N	Sous-ensemble pour alpha = .05
		1
78-936	3	54,7194
55-33	3	60,2957
Boulkouss	3	70,7761
Signification		,080

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Tableau 30: Sous ensemble homogène en GT

Glucides Totaux		
Student-Newman-Keuls ^a		
Echantillon	N	Sous-ensemble pour alpha = .05
		1
55-33	3	13,0400
78-936	3	13,7700
Boulkouss	3	18,5067
Signification		,066

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Tableau 31 : Sous ensemble homogène en Cellulose

Cellulose			
Student-Newman-Keuls ^a			
Echantillon	N	Sous-ensemble pour alpha = .05	
		1	2
Boulkouss	3	1,0755	
55-33	3	1,5616	1,5616
78-936	3		2,7213
Signification		,367	,059

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Du point de vue statistiques, les résultats des analyses d'homogénéité de Student-Newman-Keuls nous ont permis de constater que, les différences de valeurs notées entre les concentrés de protéines des trois variétés sur les teneurs en protéines, matière grasse, humidité, calcium, magnésium, potassium, phosphore, glucides totaux et en valeur énergétique ne sont pas significatives car les trois variétés forment un groupe de sous ensemble homogène pour l'ensemble de ses paramètres (tableau 21, 22, 24-30). Il n y a pas de différence entre les teneurs des concentrés des trois variétés sur ces paramètres.

Par contre, sur la teneur en cendre des concentrés de protéines, on a enregistré deux groupes de sous ensembles homogène constitué d'une part, par les variétés Boulkouss et 78-936 et d'autre part, par la variété 55-33. Ainsi, la différence des valeurs obtenues entre la variété Boulkouss et celle de 78-936 n'est pas significative ; par contre il existe une nette différence entre les teneurs en cendre des concentrés de protéines des variétés Boulkouss, 78-936 et celle de la variété 55-33.

Sur la teneur en cellulose, il est apparu deux groupes de sous ensemble homogène constitués d'une part, par les variétés Boulkouss et 55-33 et d'autre part, par les variétés 55-33 et 78-936. Au sein de chaque sous ensemble la différence des teneurs n'est pas significative. Par contre, il existe une différence significative du point de vue statistique entre les teneurs des concentrés de protéines des variétés Boulkouss et 78-936.

Ainsi, à l'issue de ces résultats, nous pouvons dire que, du point de vue statistique, il n'y a pas de différences entre des concentrés de protéines des trois variétés sur les teneurs en protéines, matière grasse, eau, minéraux, valeur énergétique et en glucides totaux. Les différences sont enregistrés par contre, sur les teneurs en cendre, entre les concentrés de protéines des variétés Boulkouss, 78-936 et celui de la variété 55-33, et en cellulose, entre le concentré de la variété Boulkouss et celui de la variété 78-936.

Au vu des résultats enregistrés, les teneurs des concentrés de protéines des trois variétés sont toutes en accord avec les résultats fournies par les études antérieures. Les concentrés de protéines servant comme compléments nutritionnels et destinés à la population sont régis par des normes internationales.

Ainsi, l'extraction des protéines suivant différents méthodes ont aboutis à l'identification de trois types de produits en rapport avec la teneur en protéines du produit fini. Sur ce fait, la FAO a défini des normes sur les teneurs en protéines et l'appellation du produit correspondant au Soja qui nous serve de repère pour une comparaison avec notre concentré.

La norme générale Codex pour les matières protéiques de soja (MPS) - codex stan 175-1989 - définit trois catégories de MPS (FAO, 1996):

- les farines protéiques de soja, dont la teneur en protéines (N x 6,25) est comprise entre 50 et 65 % du poids sec ;
- les concentrés protéiques de soja, dont la teneur en protéines (N x 6,25) est comprise entre 65 et 90 % du poids sec ;
- les isolats protéiques de soja, à au moins 90 % de protéines (N x 6,25) sur poids sec.

Les teneurs en protéines des concentrés des trois variétés d'arachides, qui ont fait l'objet de cette étude, sont comprises entre 69,72 et 71,65% et donc comprises dans l'intervalle définie pour les produits dits concentrés protéiques. En plus, les teneurs enregistrées sur les concentrés protéiques des trois variétés (Boulkouss, 55-33, et 78-936) en cendre et en cellulose (fibres) sont en deçà de la norme limite à ne pas dépasser, soient selon la FAO 8 % pour les cendres et 6 % pour la cellulose. Elles sont comprises entre 2,02 et 5,51 pour les cendres et 1,14 et 2,83 pour la cellulose. Ainsi, les trois concentrés issus des trois variétés d'arachides ont des compositions conformes à la norme de la FAO. À part leur bonne teneur en protéines, les concentrés sont très riches en glucides, en minéraux et en valeur énergétique. Ce qui explique d'une part la valeur nutritionnelle de notre produit et justifie son appellation de « concentré protéique d'arachides » d'autre part.

Par ailleurs, plusieurs études ont été faites portant sur l'extraction des protéines de différentes légumineuses et aboutissant à des produits soient des concentrés ou des isolats de protéines (Taha, Fahmy, et Sadek, 1987 ; Leyris, 1998 ; Mwanjala *et al.*, 1999 ; Abdalla, Elkhaila, et Eltinay, 2001 ; Chavan, McKenzie, et Shahidi, 2001 ; Pedroche *et al.*, 2004) avec des teneurs comprises entre « 68,2 et 73% » pour les concentrés de protéines et, « 82,8 et 92,9 % » pour les isolats protéiques.

3.3 Rendement en concentré de Protéines

L'extraction a été effectuée à partir de deux cent grammes (200 g) de graines pour chaque variété. Le rendement qui a été obtenu à l'issue de la préparation des concentrés de protéines présenté au tableau (32), laisse apparaître qu'il est plus élevé pour la variété Boulkouss soit 17,92% suivi de la variété 55-33 et en fin la variété 78-936.

Tableau 32: Rendement en concentré de protéines des trois variétés d'arachides

Paramètres	Unité	Boulkouss	55-33	78-936
Rendement	(g)	35,85 ± 2,34	34,65 ± 0,53	32,52 ± 0,45
Rendement	(%)	17,92	17,33	16,26

g : grammes ; % pourcentage

La différence du rendement en concentré de protéines est très nette entre ces trois variétés (figure 13).

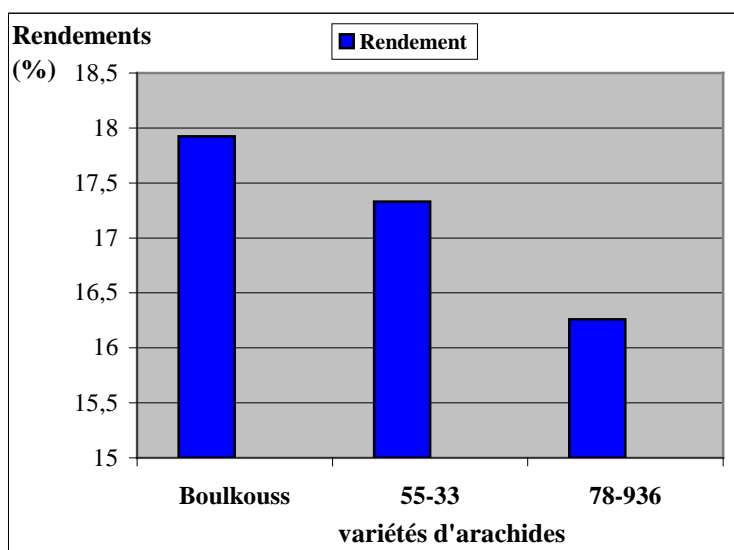


Figure 13 : Comparaison des rendements en concentré de protéines des trois variétés d'arachides

Cette différence de rendement peut être due par plusieurs facteurs parmi lesquels, le poids des pellicules et des résidus peuvent influencer le rendement en concentré de protéines car les graines n'ont pas été dépelliculées et du point de vue taille, la variété 78-936 était celle qui était de plus grande taille et donc pouvant générer plus de pellicule et de résidu.

Les rendements obtenus pour les trois variétés restent cependant très faibles. Ce phénomène peut être expliqué soit par la présence de la pellicule car Asiedu (1991) renseigne que, la graine d'arachide se compose de 72,4 % de cotylédons, 4,1 % de testa et 3,3 % de tégument, soit par un taux élevé des résidus.

Par ailleurs, d'autres explications sont fournies par les études antérieures. Leyris (1998) a montré que le rendement peut résulter du meilleur compromis entre les conditions optimales d'extraction des protéines, et celles plus favorables à leurs précipitations. Deshpande et Campbell (1992) ont rapporté que, les isolats de protéines du pois « grass pea » contenaient 83,3-92,1% de protéines du fait du solvant qu'ils ont utilisé lors de la préparation des isolats de protéines. Sumner, Nielsen, et Youngs (1981) ont mis en évidence, après extraction des isolats de protéines sur la farine de pois avec des rendements de 59 à 65% sur des teneurs en protéines comprises entre 91 et 98% que 8% des protéines se retrouvent dans les résidus. Ainsi, autant de facteurs doivent être pris en compte pour améliorer le rendement en concentré de protéines.

3.4. Valorisation des concentrés de protéines

Les protéines sont des nutriments indispensables au bon fonctionnement de notre organisme (croissance et renouvellement). Ils permettent de reconstituer les réserves azotées de l'organisme, en compensant les pertes et en apportant la matière nécessaire à la croissance. Leur principale utilisation par l'organisme n'est pas la fourniture d'énergie, mais la synthèse protéique. Les nutritionnistes recommandent que 11 à 15 % de la ration calorique globale soient apportés par les protéines quotidiennement et en quantité suffisante, mais doivent aussi, et surtout être de qualité satisfaisante.

Les concentrés de protéines d'arachides peuvent être valorisés de façon multiple. En fait, les protéines d'arachide ont certaines propriétés fonctionnelles particulières, telles une viscosité basse à des concentrations relativement élevées (5 à 10 %), une bonne compatibilité avec les différents systèmes de panification, une couleur blanche et une saveur suave (Asiedu, 1991). Ils peuvent être de parfaits suppléments nutritionnels pour les pays en voie de développement où les compléments nutritionnels (alimentaire) traditionnels reçus par les enfants sont souvent monotones, et ont une faible densité énergétique, une teneur en protéines et autres aliments insuffisante (Chauliac, 1991). Sur ce fait, Latham (2001) dira que, si chaque enfant, chaque femme et chaque homme d'Afrique mangeaient une poignée d'arachides par jour en plus de son alimentation normale, il n'y aurait plus de malnutrition protéinoénergétique sur le continent, du fait de leur contenu protéique et énergétique élevés. En plus, dans les régimes à base de maïs (10% de proteines), une petite quantité d'arachides, avec leur teneur élevée en Niacine et en protéines (avec l'acide aminé essentiel, le tryptophane), peut réduire le pellagre.

Par ailleurs, beaucoup de tests sur la valorisation des concentrés des protéines ont été menées. Taha, Hamouda, et Shehata (1986) ont enrichi différemment des pains avec de la farine d'arachide, ensuite avec un concentré protéique et en fin avec un isolat protéique d'arachide et ils ont étudié la valeur nutritive de ces pains ainsi obtenus. Un autre groupe de chercheurs constitués par Taha, Hamouda, El-Rayes (1986) ont fait une étude comparative sur les effets de l'enrichissement par 5 ou 10% de protéines d'arachides sous forme de farine, d'isolat protéique ou de concentré de protéines, et ils ont étudié les conséquences sur les propriétés organoleptiques, et les teneurs des produits finis. Ounane et Autran (2001), ont montré que, l'ajout d'isolat de proteines de pois chiche (légumineuse) à des proportions (5, 10 et 20%) sur des pâtes alimentaires fabriquées à base de semoule de blé dur accroît la teneur en proteines,

en acides aminés essentiels notamment en lysine et diminue la teneur en gluten. C'est pour ainsi dire que, ce processus de mise en place de concentrés ou d'isolats de protéines est au cœur de la recherche et que, les combinaisons alimentaires sont en cours pour fournir des produits très riches en protéines et pouvant diminuer le problème de malnutrition protéinoénergétique.

L'avantage des ces concentrés de protéines est qu'elles sont ni produites, ni consommées isolément. Elles sont l'un des constituants des produits alimentaires incluant des glucides, des lipides, des sels minéraux, des vitamines, et des oligo-éléments (Padilla, 1999), comme l'attestent nos résultats d'analyses sur les concentrés des trois variétés. Donc, elles constituent de bons suppléments en protéines, associées à d'autres éléments nutritifs, pour les céréales (7,1 % de protéines pour le riz) et surtout pour les tubercules qui ne contiennent que 1 à 2 % de protéines.

Les céréales étant pauvres en lysine et les arachides en méthionine, cette combinaison de céréales et légumineuses constituent une source potentielle de suppléments nutritionnels avec les formules les plus adéquates pour l'alimentation des enfants (Mensa-Wilmot, Phillips et Hargrove, 2001).

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Au Sénégal, l'arachide constitue la culture de rente par excellence et elle rentre dans plusieurs préparations culinaires quotidiennes. Avec l'effet de la concurrence au niveau mondial avec d'autres légumineuses, la valorisation de l'arachide de bouche constitue une voie très prometteuse.

Les concentrés de protéines constituent actuellement une véritable source de protéines très prônée pour être des suppléments pour pas mal de céréales et de tubercules. En ces dernières années, la recherche de compléments nutritionnels a été une préoccupation majeure de la recherche ainsi que la diversification des sources pouvant être valorisées en vue de la mise en place des protéines.

Au regard des résultats obtenus, les trois variétés objets de cette étude ont présenté des particularités caractéristiques de chacune d'elle. Le procédé d'extraction utilisé a permis d'obtenir des concentrés de protéines avec des teneurs comprises entre 69,72 et 71,65%. Ces sont importantes et répondent parfaitement au nom de concentré de protéines, selon les normes de la FAO. En outre, la variété 55-33 est celle qui a le concentré de protéines qui a le taux le plus élevé de protéines suivi de la variété Boulkouss. La variété 78-936 est celle qui a le concentré de protéines qui a le plus faible taux en protéines. Le constat qui se dégage est qu'il y a une nette corrélation entre la teneur initiale des graines en protéines et la teneur des concentrés de protéines. Ainsi, l'extraction n'a pas altérée les caractéristiques biochimiques des graines.

Quant à la teneur en matière grasse, en minéraux (potassium, calcium, et phosphore) et en glucides totaux, la variété 78-936 est celle qui possède le concentré de protéines qui a les teneurs les plus élevées suivi de la variété 55-33 (pour matière grasse) et Boulkouss (en minéraux). Cette dernière a le taux le plus faible en matière grasse. Ainsi, en plus des bonnes teneurs en protéines, il est important de noter que, l'extraction des concentrés de protéines a permis l'obtention d'un produit très riche en minéraux, en glucides, et à valeur énergétique élevée.

Toute fois, il est à souligner que, ces différences de teneurs des concentrés de protéines des trois variétés sont statistiquement non significatives en ce qui concerne les teneurs en protéines, matière grasse, humidité, glucides totaux, valeur énergétique et en minéraux. Par

contre, pour les teneurs en cendre et en cellulose, il existe des différences significatives entre les concentrés de protéines des trois variétés. Les différences sont notées entre les concentrés de protéines des variétés Boulkouss, 78-936 et celui de la variété 55-33, en ce qui concerne la teneur en cendre; pour la cellulose, la différence est enregistrée entre le concentré de protéine de la variété Boulkouss et celui de la variété 78-936.

Par ailleurs, les rendements obtenus sont relativement faibles d'où la nécessité de mieux affiner la méthode d'extraction des concentrés de protéines.

Ainsi, dans le but de mieux valoriser ces concentrés de protéines, il est nécessaire voire fondamentale de connaître la valeur nutritionnelle de protéines. Elle est définie en fonction de la digestibilité des protéines et par leurs compositions en acides aminés indispensables dans des proportions adaptées aux besoins nutritionnels. D'où la nécessité d'identifier la totalité des protéines dont ils contiennent, et quels acides aminés, notamment essentiels et dans quelles proportions. Pour cela des analyses complémentaires sur le profil des acides aminés devront être menées. En outre, l'étude du rôle de la pellicule permettra aussi d'identifier son effet sur le rendement et les caractéristiques organoleptiques des concentrés, en plus de la valeur nutritive.

Par ailleurs, certains éléments antinutritionnels sont décrits sur les protéines végétales. Mais, les recherches ont montré que, le plus souvent après un traitement technologique adéquat, les protéines végétales peuvent présenter une haute biodisponibilité et être utilisées pour assurer les besoins protéiques de l'homme.

Actuellement, la découverte de nombreux facteurs associés aux protéines végétales, jouant ou susceptible de jouer un rôle physiologique important dans la prévention de certaines maladies, a suscité un vif intérêt et ouvert de larges perspectives.

Références bibliographiques

- Abdallah Muna, H., Elkhalfa Abdelmoneim, O., et Eltinay Abdullahi, H., 2001. Facteurs affectant l'extraction des protéines de la Dolique de Chine. *Journal of Food Science and Technology*, Vol. 38, (3), p 532-533.
- Agbessi, D.S, H., et Damon, M., 1987. *Manuel de Nutrition Africaine*. Tome 2, Karthala, ACCT, IPD, 157 p.
- ANSD, 2007. Statistiques Nationales. Ministères de l'Economie et des Fiances. Disponible sur le site: <http://www.ansd.sn>, consulté le 24/10/2007.
- AOAC, 1995. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 16 th edition. Vol. I.
- Asiedu, J.J., 1991. *La Transformation des produits agricoles en zone tropicale, Approche Technologique* : Karthala et CTA, 332 p.
- Bâ, A., Schilling, R., Ndoeye, O., Ndiaye, M., et Kane, A., 2005. L'arachide. In : *Bilan de la recherche agricole et agroalimentaire au Sénégal de 1964 à 2004*, ISRA, ITA, CIRAD, P163 - 188.
- Bassène E., 2001- *Extraction et analyses en phytochimie*. Cours AEA (Attestation d'Etudes Approfondies) de Chimie et Biochimie de Produits Naturels, 63 p.
- Chauliac, M., Brun, H., Masse-Raimbault, A.M., 1991. Utilisation des farines de sevrage de Ouando, Benin. In *Alimentation et Nutrition dans les pays en voie de développement*, LEMONNIER, D., INGENBLEEK, Y., et HENNART, Ph, Karthala, ACCT, et AUPELF, P 143-148.
- Chavan, U.D., Mckenzie, D.B, et Shahidi., 2001. Functional properties of protein isolates from beach pea (*Lathyrus maritimus* L.) *Journal of Food Chemistry*, 74, 177-178.
- Clavel, D., Drame, N.K., Zuily-Fodil, Y., Diop, N. D., 2005. *Adaptation à la sécheresse et création variétale : le cas de l'arachide en zone sahélienne*, OCL VOL. 12 (3), P 248 – 260.
- Deosthale Y.G., 1972- *Some factors influencing the nutrient composition of sorghum grain*. *Indian Journal of Agricultural Science*, Vol 42, (2), p 100-108.
- Deshpande, S.S., et Campbell, C.G., 1992. Genotype Variation in BOAA, condensed tannins, phénolics and enzyme inhibitors of grass pea (*Lathyrus sativus*). *Canadien Journal Of Plant Science*, Vol 72, p1037-1047.
- Diallo, Y. 2003. Caractérisation de trois variétés de mil cultivées au Sénégal (Souma 3, Thialack et IBMV 8402) pour la production de couscous. Mémoire de DEA, UCAD, 60 p.

- FAO, 1996. Codex alimentarius. Céréales, légumes secs, légumineuses, produits dérivés et protéines végétales. Rome, éd FAO, Vol 7, 164 p.
- FAO, 2004. Statistiques FAO.
- Forbes, RM., et Erdman JW, JR., 1983. *Bioavailability of trace mineral elements*. Annuaire revue nutrition, vol 3, p213-221.
- <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Arachide&oldid=8282694>, Arachides :(consulté le 03/07/2006)
- ICRISAT., 2007. *Groundnut, L'arachide (Arachis hypogaea Linnaeus)* disponible sur le site <http://www.icrisat.org/text/coolstuff/crops/gcrops4.html> , Consulté le : 26/10/07
- Kane, A., Ndir, B., Sarr, A.B., Diop, N., Mane, Y., Diack, T.S., 1991. Occurrence de l'aflatoxine B₁ dans les principales denrées alimentaires vendues sur les marchés Sénégalais. In *Alimentation et Nutrition dans les pays en voie de développement*, Lemonnier, D., Ingenbleek, Y., et Hennart, Ph, KARTHALA, ACCT, et AUPELF, P 143-148.
- Latham, M. C., 2001. *La nutrition dans les pays en développement*. Archive de documents de la FAO.
- Letheve, H., C., Rouziere, A., Schilling, R. et Taillez, B., 2002. Les Plantes Oléagineuses in *Mémento de l'Agronome*. Paris, France, CIRAD, GRET, CTA, p 879-927.
- Mariotti, F., et Tome, D., 1999. *Les propriétés nutritionnelles des protéines végétales en alimentation humaine*. JOHN Libbey Eurotext, Vol. 6, (6), p487-493.
- Mensa-Wilmota, Y., Phillipsa, R.D., Hargroveb, J.L., 2001. Protein quality evaluation of cowpea-based extrusion cooked cereal/legume weaning mixtures. *Nutrition Research*, vol 21, p 849–857.
- Mayeux, A et Sène E, 2005 : *Le développement d'une filière d'arachide de bouche au Sénégal : un challenge pour les organisations de producteurs*. CIRAD, 2 p.
- Mayeux, A. H., 2001. *Importance de la culture et caractéristiques principales de la production de semences d'arachide en Afrique de l'ouest et du centre*. Document de stage, Atelier de formation- Echange, CNRA de Bambey, Sénégal, Projet Germplasm Arachide, 119 p.
- Mayeux, A., I-l. Dasyilva, A., Schilling, R., 1997. *La production de semences en Afrique de l'ouest*. *Journal Agriculture et Développement* N° 14, p 22 – 30.
- Mwanjala, A. M., Kharidah, M., Jamila, B., Yaakob, B., et Che, M., 1999. *Effects of isolation technique and conditions on the extractability, physicochemical and functional properties of pigeonpea (Cajanus cajan) and Cowpea (Vigna unguiculata) protein isolates*. *Journal of Food Chemistry*, 67, 435-443.

- Ndoye, O et Sankara, P., 2005. *Synthèse des recherches sur les cercosporioses de l'arachide au Sénégal in Revue Sénégalaise de recherches agricoles et agroalimentaire*, Vol 1 (00), P 17-24.
- Novello, C., et Santamaria C. 2005. *L'Allergie Alimentaire à l'Arachide*. Université Paris XII, Val de Marne, 40 p.
- Ounane, G., et Autran, J.C., 2001. *Essai de fabrication de pâtes alimentaires supplémentées par de la farine, isolat et concentré protéique de pois chiche : caractérisation physico-chimique*. Annales de l'institut national agronomique El Harrach, vol 22, (1-2), p 125-145.
- Padilla, M., 1999. *Evolution de la place des protéines végétales dans l'alimentation des populations des pays économiquement moins développés*. John Libbey Eurotext, Vol.6, (6), p482-486.
- Page, D., et Duc, G., 1999. La graine de pois, une source de protéine prometteuse. John Libbey Eurotext, vol. 6, (6), p518-523.
- Pedroche, J., Yust, M.M., Lqari, H., Giron-Calle, J., Alaiz, M., Vioque, J., et Millan, F., 2004. Brassica carinata protein isolates: chemical composition, protein characterization and improvement of functional properties by protein hydrolysis. *Journal of Food Chemistry*, 88, 337-346.
- Schilling, R., 2003. *L'ARACHIDE: Histoire et Perspectives*. Conférence donnée à Agropolis Museum, Disponible sur le site ; <http://museum.agropolis.fr/pages/savoirs/arachide/arachide.htm#retour>
- Schilling, R., et Métral, R. 2004; les Protéines Végétales : Enjeu agroalimentaire. Conférence donnée à Agropolis Museum ; <http://museum.agropolis.fr/pages/savoirs/proteines/>
- Sumner, A., Nielsen, M.A., et Youngs, C.G., 1981. Production and evaluation of pea protein isolate. *Journal of food science*, vol.46, p364-366,372.
- Taha, F.S., Fahmy, M., et Sadek, M.A., 1987. Concentré et isolat protéiques, à faible teneur en phytate, obtenus à partir des graines de sésame. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol 35, (3), p 289-292.
- Taha, F.S., Hamouda, A.A., et El-Rayes, F., 1986. Composition chimique et analyse sensorielle de pains et gâteaux à l'anis enrichis en protéines d'arachides. *Getreide, Mehl und Brot*, vol 40, (7), p213-215.
- Taha, F.S., Hamouda, A.A., et Shehata, N.A., 1986. Evaluation nutritionnelle du pain enrichi à l'aide de protéines d'arachides. *Getreide, Mehl und Brot*, vol 40, (3), p91-93.

Annexe 1: Méthodes d'extraction des protéines d'arachides

Peanut protein extraction procédure (méthode A)

1. Prepare 20%W/W suspension of peanut flour in deionized water
2. Adjust pH to 10-12 using NaOH or HCl
3. Centrifuge at 8000g for 15 minutes
4. Collect supernatant from. each tube
5. Collect all precipitates and pool them in one flask
6. Adjust the ph of the pooled supernatants in step 4 to 4,5 using HCl or NaOH
7. Centrifuge at 10,000g for 15 minutes
8. Collect precipitate and discard supernatant
9. Place pooled precipitates from step 8 in a flask
10. Adjust protein slurry to pH 7
11. Spray or freeze dry protein slurry
12. Conduct lab tests

❖ Add minimum water as needed to allow easy stirring

Peanut protein extraction procedure (méthode B)

1. Prepare 20%W/W suspension of peanut flour in deionized water
2. Adjust pH to 10-12 using NaOH or HCl
3. Centrifuge at 10,000g for 20 minutes
4. Collect supernatant from each tube
5. Collect all precipitates and pool them in one flash
6. Adjust the pH of the pooled supernatants in step 4 to 4,5 using HCL or NaOH
7. centrifuge at 10,000g for minutes
8. Collect precipitate and discard supernatant
9. Place pooled precipitates from step 8 in a flask
10. Re-suspend pooled precipitates in step 5 in deionized water(use 15%w/w)
11. Adjust ph to 1-2 using HCl or NaOH
12. Centrifuge at 10,000g for 20 minutes
13. Collect from each tube and discard precipitates
14. Adjust pooled supernatants from step 13 to ph 4,5
15. Centrifuge at 10,000g for 20 minutes
16. Collect pool precipitate and add them to pooled precipitates
17. Adjust protein slurry in step 16 to pH 7
18. Spray or freeze dry protein slurry
19. Conduct lab tests

❖ Add minimum water as needed to allow easy stirring

Annexe 2 : lecture du PHOSPHORE

Méthode spectrophotométrie molybdo-vanado-phosphate

-Appareil

Spectrophotométrie avec des cellules de un (1) centimètre

-Réaction

a) réactif du molybdovanadate

- dissoudre 20g d'ammonium molybdate dans 400ml d'eau (50°C), laisser refroidir ;
- dissoudre 1g d'ammonium vanadate dans 300ml d'eau bouillante, laisser refroidir puis ajouter graduellement 140ml d'HNO₃ concentré ;
- ajouter graduellement la solution de molybdate à la solution de vanadate en agitant ;
- Compléter à un litre.

b) solution standard de phosphate

- dissoudre 3,834g de KH₂PO₄ dans un litre d'eau ;
- diluer 25ml de cette solution dans 250ml

1ml de standard = 0,2mg P₂O₅.

-Préparation de la courbe standard

- Dans une série de fioles de 100ml, mettre 0-2,5-5-10-50ml de la solution standard (0-10mg de P₂O₅) et diluer à 50ml avec de l'eau distille ;
- Additionner quelques gouttes de hno3 un demi puis quelques gouttes de NH₃ (0,88) ;
- Ajouter 25ml de réactif vanadate molybdate ;
- Compléter à 10minutes et lire l'absorbance à $\lambda = 470nm$

- Préparation de la solution d'essai

- Procéder de la même manière sue pour la préparation de la courbe standard

Expression des résultats

$$Phosphore(mg / 100g) = \frac{Concentration \times 50 \times k \times 100}{P_E \times 20}$$

P_E : prise d'essai

K : pente de la droite

Essai d'obtention de concentrés de Protéines à partir de trois variétés d'arachides de bouche (*Arachis hypogaea* L.) cultivées au Sénégal : Caractéristiques biochimiques des concentrés

RESUME

Au Sénégal, comme partout dans les pays en développement, le problème de malnutrition protéinoénergétique est une question préoccupante face à une alimentation dominée par des céréales pauvre en protéines et des protéines animales très onéreuses. Cette étude, réalisée à l'Institut de Technologie Alimentaire, a pour but l'identifier un procédé d'extraction adéquat de concentré de protéines et son application sur trois variétés d'arachide de bouche cultivées au Sénégal (Boulkouss, 55-33, 78-936) afin d'identifier celle qui donne le taux le plus élevé de protéines. Pour cela, des analyses sur les caractéristiques biochimiques des concentrés de protéines des trois variétés ont été conduites au laboratoire et les teneurs en protéines, matière grasse, eau, cendre, cellulose, et en minéraux ont été calculées.

Les résultats des analyses ont permis de constater que le concentré de protéines de la variété 55-33 était celui qui avait la teneur la plus élevée en protéines soit 71,65 % sur la base de matière sèche suivi ceux de la variété Boulkouss, 71,28 % et de la variété 78-936 avec la teneur la plus faible, soit 69,72 %. Par ailleurs, ces résultats sont corollaires à ceux trouvés sur les graines brutes avec respectivement 25,75 %; 25,14 % et 24,22%. Les teneurs en matière grasse et en cellulose par contre étaient plus élevées sur le concentré de protéines de la variété 78-936 soit 11,09 % et 2,83 % suivi de ceux de la variété 55-33 avec 7,54 % et 1,64 % respectivement. Ces résultats ont permis de constater que, plus la teneur en protéines est élevée moins la variété est riche en matière grasse. En plus, sur les teneurs en minéraux, il est ressorti que le concentré de protéines de la variété Boulkouss était celle qui possédait les fortes teneurs en minéraux soient 197,77 % en potassium, 76 % en calcium et 74,54 % en phosphore. Elle est suivie par la variété 78-936. Ces différences de valeurs peuvent être liées à plusieurs facteurs parmi lesquels, on a l'environnementaux, les pratiques culturales et les facteurs génétiques des variétés. Ainsi, l'extraction a permis d'obtenir, en plus des bonnes teneurs en protéines conformes avec les normes de la FAO sur ce qui doit être considéré comme concentré de protéines, des concentrés riche en glucides, sels minéraux et à valeur énergétique élevée. Par ailleurs, le rendement en concentré protéique qui est obtenu est très faible pour les trois variétés avec le taux le plus élevé pour Boulkouss (17,92 %) suivi de la variété 55-33 (17,33 %) et la 78-936 (16,26 %). Ce résultat peut être influencé par la présence de la pellicule ou du pH de précipitation isoélectrique des protéines. Par conséquent, parmi ces trois variétés, la 55-33 est celle qui est la plus riche en concentré de protéines ; la variété 78-936 fera une bonne source en d'huile. Ainsi, ces concentrés constituent un bon supplément pour les céréales et les tubercules pauvres en protéines. Toutefois, il serait important d'étudier le rôle de la pellicule sur le rendement et la qualité nutritive des concentrés, et de déterminer le profil des acides aminés des protéines.

Mots Clés : Arachides; Concentrés de protéines; Extraction; Sénégal; Caractéristiques biochimiques

Mr Alpha Amadou Saïkou DIALLO
Tel : 77 609 00 37
Email : dialloalphasaïkou@yahoo.fr