

#UNIVERSITÉSENGHOR

université internationale de langue française  
au service du développement africain

# Analyse comparative du potentiel nutritif des variétés de niébé Wankoun et Atchawe-tola et des plats traditionnels à base de niébé

Consommés à Cotonou au Bénin

Présenté par

**Hadiara MAROU SOULEY**

Encadreur

**Dr Claire MOUQUET-RIVIER. NUTRIPASS IRD**

**Montpellier**

Pour l'obtention du Master en Développement de l'Université Senghor

Département Santé

Spécialité Politique Nutritionnelle

Le 10 avril 2019

Devant le jury composé de :

**Dr. Patrick THONNEAU** Président

DR/INSERM

Directeur du Département Santé/Université Senghor

**Thierry CALVEZ, MD** Examineur

**M. Pierre TRAISSAC, IR CE / IRD** Examineur

## Remerciements

Je remercie l'Equipe NUTRIPASS/IRD-UMR DE Montpellier Franche et l'Université SENGHOR à Alexandrie pour avoir su organiser et faciliter mon stage de formation au cours duquel j'ai réalisé ce travail.

J'adresse mes sincères remerciements à Dr Claire MOUQUET-RIVIER pour m'avoir permis de réaliser un stage au sein d'un Institut de recherche public français, pour avoir travaillé, malgré ses multiples tâches avec moi à l'élaboration de ce mémoire, pour ses conseils et orientations. Sa motivation et sa volonté de bien faire m'animait au jour le jour.

Je remercie Christian PICQ pour l'accueil chaleureux au niveau de l'aéroport de Montpellier, pour avoir partagé son bureau avec moi et pour mon initiation aux différentes manips et technique au Labo (dosages des lipides, protéines, minéraux et fibres totales selon Prosky)

Je tiens en particulier à remercier Isabelle ROCHETTE pour son soutien pendant toute la durée du stage, tu n'as ménagé aucun effort pour assurer mon transport tous les jours en aller-retour et ce pendant 11 semaines. Je continuerai de voir ton sourire amical où que je sois.

Je remercie Catherine PHILIBERT, secrétaire de l'UMR NUTRIPASS pour son aide inestimable pour les différents points administratifs de mon accueil pour le stage et en particulier pour ceux qu'il a fallu gérer dans l'urgence.

Je ne peux pas tous vous citer ici, mais j'adresse mes sincères remerciements à l'ensemble des permanents de l'UMR NUTRIPASS pour m'avoir accueilli dans l'Unité, pour avoir accepté de répondre à mes questions et préoccupations, et pour le partage du savoir avec moi.

Je remercie l'ensemble du personnel de l'Université SENGHOR à Alexandrie pour le soutien et l'accompagnement. J'adresse mes vifs remerciements au Rectorat et en particulier le Département Santé le Professeur Patrick THONNEAU Directeur du département et Mme Alice MOUNIR notre excellente Administratrice.

Je remercie la doctorante Lorène AKISSOE pour ta disponibilité, ton accompagnement dans tout le processus de mon initialisation aux analyses de laboratoire.

Je ne finirais pas mes propos sans te bénir Mme Yacoubou Amina pour ton amour, tes prières, ton don de soi afin que je sois une réussite, un succès pour la famille.

Enfin, je remercie tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à ce travail.

## **Dédicace**

### **A Dieu le Tout Puissant – EL' Shaddai**

Tu as rendu ce si possible que toute la Gloire te revienne à toi et toi seul mon Seigneur.

Mon âme, te bénis Seigneur !

Que tout ce qui est moi bénisse ton saint nom !

Mon âme, bénis le Seigneur,

Et n'oublie aucun de ses bienfaits !

### **A ma très chère mère Ruth OUMAROU ALANJA dite Moza**

Affable, courageuse, honorable, aimable et serviable : Tu représentes pour moi le symbole de la détermination par excellence, la source du courage et l'exemple du dévouement qui me pousse chaque matin vers l'excellence. Tes prières et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études.

Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte. Tu as fait plus qu'une mère puisse faire pour que ses enfants réussissent, tu m'as tout donné. Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse Dieu le Père, Dieu le Fils et Dieu le Saint-Esprit te préserver et t'accorder toujours une saine fermeté, longue vie et bonheur à toi Moza.

## Résumé

Le niébé est une légumineuse de base importante pour les Cotonnois au Bénin pour ses apports en nutriments et en composé bioactifs. Nos objectifs étaient de mener une analyse comparative du potentiel nutritionnel de deux variétés locales à savoir le Wankoun et Atchawe-tola toutes deux consommées au Bénin. De caractériser les deux variétés et leurs aptitudes à la transformation, et de choisir la plus adaptée au type de transformation voulu.

Cependant, un travail de communication a été observé ces dernières années dans plusieurs pays pour redonner envie aux consommateurs de cuisiner des légumineuses. Cette étude s'insère dans une étude plus large qui souhaite contribuer à la sécurité alimentaire en contexte urbain, via la valorisation et le développement de plats à base de niébé à forte valeur nutritionnelle et organoleptique. Cette étude est une analyse comparative du potentiel nutritionnel des variétés *wankoun* et *atchawe-tola* et des plats traditionnels à base de niébé consommés par les Cotonnois au Bénin.

Le but était de caractériser les spécificités de chacune des deux variétés en tant que source de protéines de qualité et de micronutriments biodisponibles. Des analyses biochimiques ont été menées afin de dresser le profil nutritionnel de cette légumineuse. Nous avons utilisé des méthodes d'analyse reconnues, comme la méthode de Kjeldahl pour l'extraction et le dosage des protéines, la méthode AOAC 2003.05 par gravimétrie où les lipides libres sont extraits par l'éther éthylique bouillant (34,6°C) sous reflux pour le dosage des lipides, la méthode de Prosky pour le dosage des fibres totales, fibres insolubles et fibres solubles et enfin la spectrométrie d'émission optique à induction de plasma (ICP – AES) pour le dosage des minéraux.

L'étude nous a permis de connaître le profil nutritionnel (teneurs en protéines, fibres totales, fibres insolubles, fibres solubles, lipides totaux et les minéraux Fer, Zinc, Ca, K, Mg, P), des deux variétés et les trois plats traditionnels (Ata, Ata doco et Abobo). Il est ressorti de cette étude que la variété locale brune « *Wankoun* » présente des teneurs en protéines, fibres totales, fibres insolubles, fibres solubles, et en minéraux (Fer, Mg) légèrement plus élevées.

Enfin, nos résultats suggèrent qu'augmenter les connaissances des consommateurs sur les avantages nutritionnels du niébé en général et en particulier la variété brune Wankoun peut renforcer leur statut nutritionnel et corriger à la longue certaines carences.

## Mots-clefs

Niébé, valeurs nutritives, Légumineuses, Propriétés fonctionnelles, Composition chimique, Cuisine, Bienfaits pour la santé

## Abstract

Cowpea is an important legume for the Beninese's for its usefulness in various fields. Our objectives were to conduct a comparative analysis of the potential nutrition values of two local varieties namely *Wankoun* and *Atchawe-tola* all consumed in Benin. And identifying the breed (variety) most appropriate to promote as a source of quality protein but also bioavailable micronutrients.

However, communication work has been observed in recent years in several countries to revive consumers' desire to cook pulses. This study is part of a wider study that aims to contribute to food security in the urban context, through the valorization and development of cowpea dishes with high nutritional and organoleptic value. This study is a comparative analysis of the potential nutrition potential of the *Wankoun* and *Atchawe-Tola* varieties and the traditional cowpea dishes consumed by the Beninese's.

The aim was to identify the most appropriate breed (variety) to promote as a source of quality protein but also bioavailable micronutrients. In parallel, biochemical analyzes were conducted to establish the nutritional profile of this legume. Assaying methods were adopted, such as the Kjeldahl method for protein extraction and assay, AOAC method 2003.05 by gravimetry where free lipids are extracted with boiling ethyl ether (34.6%. ° C) under reflux, the method of Prosky for the determination of total fiber, insoluble fiber and soluble fiber and finally the determination of minerals by plasma induction optical emission spectrometry (ICP - AES).

The study allowed us to know the nutritional profile (protein content, total fiber, insoluble fiber, soluble fiber, total lipids and minerals Iron, Zinc, Ca, K, Mg, P), of the two varieties and the three dishes. traditional (Ata, Ata doco and Abobo). It emerged from this study that the brown local variety "Wankoun" has slightly more protein content, total fiber, insoluble fiber, soluble fiber, and iron minerals, Mg. And that the variety *Wankoun* aspires less fat 17.35 g / 100g m.s during the frying than the variety *Atchawe-tola* 33.69 g / 100g m.s.

Finally, our results suggest that increasing consumer knowledge about the nutritional benefits of cowpea in general and in particular the brown Wankoun variety can enhance their nutritional status and eventually correct some deficiencies.

## Key-words

Cowpea, nutritive values, Legumes, Functional properties, Chemical composition, Cooking, Health benefits.

## Liste des acronymes et abréviations utilisés

- IRD : Institut de Recherche pour le Développement
- UMR : Unité Mixte de Recherche
- ICOWPEA: Increasing COwpea value chain sustainability in West Africa through Product and procEss innovAtion
- MNT : Maladies Non Transmissibles
- LARES-2000 : Laboratoire d'Analyse Régionale et d'Expertise Sociale-2000
- RGPH4 : 4<sup>ème</sup> Recensement Général de la Population Humaine du Bénin

## Liste des figures

Figure 1 : Cartographie du Benin

Figure 2 : Niébé blanc atchawe-tola et niébé rouge wankoun

Figure 3 : Variétés de légumineuses

Figure 4 : Teneur en macronutriments de la matière végétale pour 100g de matière sèche

Figure 5 : Teneur en macronutriments des beignets Ata fait avec la variété Atchawe-tola

Figure 6 : Teneur en macronutriments des beignets Ata doco

Figure 7 : Teneur en macronutriments du ragout Abobo

Figure 8 : Teneur en minéraux de la matière végétale

## Sommaire

Analyse comparative du potentiel nutritif des variétés de niébé Wankoun et Atchawe-tola et des plats traditionnels à base de niébé .....	i
Consommés à Cotonou au Bénin .....	i
Remerciements .....	i
Dédicace .....	ii
Résumé .....	iii
Mots-clefs .....	iii
Abstract .....	iv
Key-words .....	iv
Liste des acronymes et abréviations utilisés .....	v
Sommaire .....	1
1 INTRODUCTION.....	3
2 CONTEXTES ET PROBLEMATIQUE .....	5
2.1 Le Benin.....	5
2.2 Le Projet ICOWPEA.....	6
2.2.1 Ses Objectifs .....	6
2.3 Présentation de la structure de stage.....	6
3 REVUE BIBLIOGRAPHIQUE .....	8
3.1 Qu'est-ce que les légumineuses ?.....	8
3.2 Qu'est-ce que le niébé ? .....	8
3.3 Quelques variétés de légumineuses consommées.....	10
3.4 Intérêt nutritionnel des légumineuses .....	10
3.5 Quelques plats traditionnels à base de niébé et leurs procédés de transformation .....	11
4 MATERIELS ET METHODES.....	13
4.1 MATERIELS .....	13
4.1.1 Matériel Végétal .....	13
4.2 METHODES.....	13
4.2.2 Description des 5 échantillons poolés.....	13
4.2.8 Dosage des minéraux par spectrométrie d'émission optique à induction de plasma (ICP – AES) 15	
4.3 Traitement des données .....	15
4.3.1 Test Statistique .....	15
5 RESULTATS.....	16



5.1	Teneurs moyennes en macronutriments de la matière végétale pour 100g de matière sèche	16
5.2	Teneurs moyennes en macronutriments des beignets ATA variété Atchawe-tola pour 100g de matière sèche.....	17
	.....	17
5.3	Teneurs moyennes en macronutriments des beignets ATA DOCO variété Wankoun et Atchawe-tola pour 100g de matière sèche.....	18
	.....	18
5.4	Teneurs moyennes en macronutriments du ragout ABOBO variété Wankoun et Atchawe-tola pour 100g de matière sèche.....	19
5.5	Teneurs moyennes en Minéraux de la matière végétale variété Wankoun et Atchawe-tola pour 100g de matière sèche .....	20
6	DISCUSSION .....	21
7	PERSPECTIVES .....	23
8	CONCLUSION .....	24
9	LES LIMITES DE CE TRAVAIL .....	25
10	BIBLIOGRAPHIE .....	26
11	ANNEXES.....	28
11.1	Description de quelques plats traditionnels à base de niébé en Afrique de l’Ouest .....	28
11.2	Chronogramme du stage .....	31

## 1 INTRODUCTION

Dans de nombreux pays, la viande, les produits laitiers et le poisson sont chers et par conséquent hors de portée de beaucoup, notamment des pauvres. Ces populations dépendent alors des aliments d'origine végétale pour couvrir leurs besoins en protéines et en acides aminés essentiels. La malnutrition chronique ou retard de croissance chez les enfants de 6 à 59 mois est un état pluri carenciel caractérisé par des apports en énergie et en plusieurs micronutriments insuffisants. De plus, les carences en fer constituent une importante carence en micronutriments dans le monde, notamment parmi les populations qui n'ont pas accès à un régime alimentaire équilibré. La demande pour les produits animaux est croissante de par le monde, la production de produits animaux est coûteuse sur les plans économique et environnemental.

Il est bon de rechercher des alternatives végétales à ces produits animaux, qui apporteront certains nutriments présents dans les produits animaux tels que des protéines de bonne qualité, mais aussi certains micronutriments tels que les minéraux et vitamines du groupe B. Les légumineuses sont produites partout dans le monde, l'Inde représente le plus grand producteur mondial avec une production annuelle de 1.969.425 tonnes soit 44%, suivie par l'Afrique subsaharienne avec une production de 1.236.408 soit 27%.

Le niébé est fréquemment consommé en Afrique de l'Ouest sous des formes très variées comme « moïn-moïn » frit ou « Akara, bouilli et cuit à la vapeur »

Durant la saison sèche, ses fanes ont une valeur monétaire très élevée dans certaines régions d'Afrique de l'Ouest et du Centre. Additionné au fait que les grains peuvent aussi être commercialisés, ce qui fournit un complément de revenu non négligeable pour les populations rurales. Les femmes en particulier, utilisent cette source de revenu pour l'approvisionnement en denrées alimentaires, mais aussi pour la scolarisation des enfants et l'acquisition d'équipements ménagers et agricoles (Montcho *et al.*, 2017). D'un point de vue nutritionnel, au Sénégal le niébé est surnommé « la viande du pauvre » du fait de sa teneur élevée en protéines. Mais cette légumineuse présente d'autres avantages nutritionnels, comme des teneurs élevées en fibres, en vitamines B et en minéraux.

En outre, les légumineuses sont de bonnes sources de composés bioactifs qui ne sont pas considérés comme des nutriments et se produisent généralement en petites quantités (par rapport aux macronutriments), mais exercent d'autres effets métaboliques bénéfiques sur le corps humain. L'utilisation des légumineuses et de leurs constituants dans la formulation des aliments est en augmentation dans de nombreux pays développés. Cette croissance est due aux avantages nutritionnels des légumineuses sur la santé, à l'évolution démographique et au développement de nouveaux produits à base de légumineuses.

Ce travail a été mené dans le cadre du projet ICOWPEA au sein de l'UMR « Nutripass » de l'IRD de Montpellier en France dont la matrice végétale étudiée est le niébé (*Vigna unguiculata*), plus précisément les variétés : « *Wankoun et Atchawe-tola* » une légumineuse consommée principalement en Afrique de l'ouest.

L'objectif du projet ICOWPEA est de développer des produits à base de niébé d'intérêt nutritionnel et appréciés des consommateurs. De cette manière, des solutions seront trouvées afin de valoriser la graine de niébé pour redynamiser sa filière de transformation et sa consommation en milieu urbain. On se questionne donc sur les variétés Wankoun ou Atchawe-tola et leurs différences de composition nutritionnelle respective, ainsi que leur aptitude à la transformation ?

Pour y répondre, des analyses biochimiques sur les graines entières des variétés Wankoun et Atchawe-tola et sur cinq échantillons de plats traditionnels béninois (beignets Ata, beignets Ata doco et ragout Abobo) ont été faites au laboratoire d'analyse biochimique de l'UMR « Nutripass » de l'IRD de Montpellier en France.

## 2 CONTEXTES ET PROBLEMATIQUE

### 2.1 Le Bénin

La République du Bénin est un pays situé entièrement dans la zone intertropicale entre l'Équateur et le Tropique du Cancer, plus précisément entre les parallèles 6°30' et 12°30' de latitude nord, d'une part, et le méridien 1° et 3°40' de longitude est, d'autre part. Elle fait partie de l'Afrique de l'Ouest. De forme allongée en latitude, le Bénin couvre une superficie de 114 763 kilomètres carrés, délimité au sud par l'Océan Atlantique, à l'ouest par le Togo, au nord par le Burkina-Faso et le Niger et à l'est par le Nigeria. Le quatrième Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH4) en 2013 a dénombré 9.983.884 habitants dont 51,02 % de sexe féminin.

Selon la STEPS 2008, le principal facteur lié à la survenue des Maladies Non Transmissibles (MNT) est :

Consommation insuffisante de fruits et de légumes 78% (les hommes 75,9% et les femmes 80,2%).

Au Bénin, pour une production annuelle céréalière (toutes céréales confondues) estimée à quelque 850.000 tonnes, le niébé n'oppose que quelque 70.000 tonnes. En effet, en dépit de sa valeur nutritive reconnue, le niébé fait l'objet d'une très faible attention de la part des services de vulgarisation agricole. Les rendements moyens varient entre 350 et 600 kg à l'hectare, débouchant sur des volumes de production en dessous des besoins locaux de consommation <sup>1</sup>

Cependant, dans l'ensemble, la production béninoise de niébé a été multipliée par 1,8 entre 1986 et 2000.

En Afrique de l'Ouest, les habitudes alimentaires traditionnelles des populations pauvres sont associées à des régimes alimentaires basés sur les produits amylacés tels que les céréales, les racines et les tubercules avec un accès limité aux protéines animales. De nouveaux problèmes de santé publique comme l'obésité, les maladies cardiovasculaires, le cancer et le diabète émergent de ces régimes<sup>2</sup>

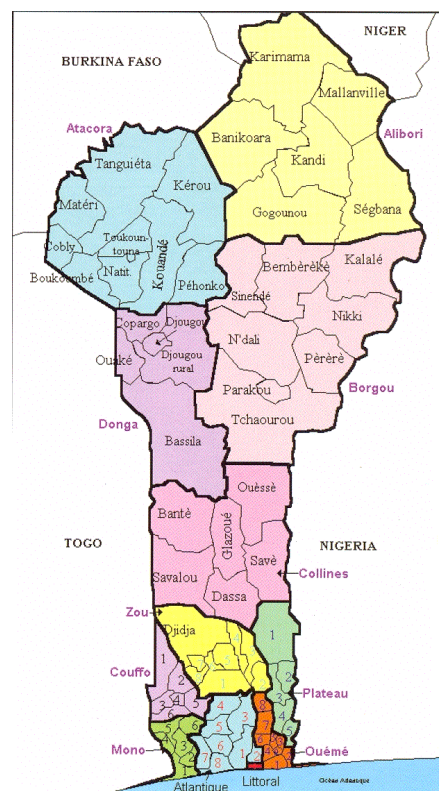


Figure 1 Cartographie du Bénin

<sup>1</sup> D'après Soule, 2002

<sup>2</sup> [http://www.journals.cambridge.org/abstract\\_S1368980002000149](http://www.journals.cambridge.org/abstract_S1368980002000149)

Dans ce contexte, il vaut la peine d'explorer et améliorer la qualité des plats traditionnels. L'urbanisation rapide, la croissance économique, les progrès technologiques et la mondialisation, ont provoqué des changements dans les habitudes alimentaires et les styles de vie, et sont identifiés comme les principaux moteurs de cette transition (Delisle *et al.*, 2012).

## **2.2 Le Projet ICOWPEA**

### **2.2.1 Ses Objectifs**

Dans ce contexte, le projet ICOWPEA (Increasing COWpea value chain sustainability in West Africa through Product and process innovation) est un projet de recherche collaboratif monté par différents partenaires (IRD, CIRAD et FSA) et financé pour une durée de 3 ans par les fondations Agropolis, Carrasso, et Cariplo. Les objectifs du projet sont :

- Améliorer la valorisation de la graine de niébé, afin de redynamiser sa filière de transformation et sa consommation en milieu urbain ;
- Mettre en place une démarche de recherche-action participative via une plateforme d'innovation, impliquant à la fois acteurs locaux de la filière et chercheurs, pour permettre l'émergence d'innovations durables ;
- Contribuer à la sécurité alimentaire en contexte urbain, par le développement de produits à forte valeur nutritionnelle et organoleptique.

## **2.3 Présentation de la structure de stage**

### **2.3.1 L'Institut de Recherche pour le Développement et l'UMR Nutripass**

L'IRD est un institut de recherche public français, qui œuvre pour le développement en réalisant des partenariats scientifiques équitables avec les pays du Sud (notamment les pays de l'espace méditerranéen et ceux des régions intertropicales). Son approche permet d'imaginer des solutions adaptées aux problèmes et défis actuels : crises humanitaires et politiques, malnutrition, pandémies ...

L'IRD est sous la tutelle des ministères de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, et des Affaires étrangères et du Développement international, il agit actuellement dans une cinquantaine de pays. Il existe 65 unités de recherche, réparties au sein de plusieurs départements, dont celui de « Santé et sociétés » qui a pour objectif de contribuer à améliorer la santé des populations du Sud. Plusieurs thèmes de recherche sont abordés, dont un qui est centré sur la nutrition et qui a pour objectif de lutter contre les carences nutritionnelles mais

aussi sur certaines pathologies de surcharge pondérale. C'est dans ce registre que s'inscrit l'unité mixte de recherche (UMR) Nutripass qui se divise en 3 axes : nutrition publique (NP), nutrition et aliments (NA) et nutrition et génome (NG). L'équipe NA s'intéresse à l'alimentation des groupes vulnérables dans les pays en développement en cherchant notamment à comprendre « quels sont les facteurs qui conditionnent la biodisponibilité en macro et micronutriments des aliments par l'étude des relations existantes entre procédés de transformation, matrices alimentaires, microbiotes et hôte » <http://www.nutripass.ird.fr/> .

### **2.3.2 L'insertion du stage au sein du Projet**

**Le sujet de stage englobait les aspects suivants :**

- Effectuer une revue bibliographique sur la consommation des légumineuses et plus particulièrement celle du niébé (*Vigna unguiculata*) en Afrique de l'Ouest.
- Échantillonner et analyser, en collaboration avec une doctorante de l'université d'Abomey Calavi (Bénin) les variétés de niébé Wankoun et Atchawe-tola et les plats traditionnels à base de niébé (Ata, Ata doco et Abobo).

**Les analyses avaient pour objectifs :**

- D'établir le profil nutritionnel des variétés Wankoun et Atchawe-tola du niébé.
- D'établir le profil nutritionnel des plats Ata, Ata doco et Abobo qui sont des plats traditionnels à base de niébé très appréciés des consommateurs Cotonnois.
- D'identifier la variété de niébé qui présentait plus de teneur en macronutriments et minéraux tant au niveau de la matière végétale que dans les plats.

**A partir de ces objectifs généraux et de la revue de littérature effectuée, une hypothèse de recherche a été définie :**

- ✓ Le choix des variétés de niébé ne s'est pas fait au fil des siècles sur leur valeur nutritionnelle ! Les qualités sensorielles sont également primordiales. Donc l'objectif était de caractériser les compositions nutritionnelles des deux variétés de deux niébés et leurs différences et de voir quel impact cela pouvait avoir sur la valeur nutritionnelle des plats de niébé, après transformation, sous la forme « tels que consommés ».

### **3 REVUE BIBLIOGRAPHIQUE**

#### **3.1 Qu'est-ce que les légumineuses ?**

Les légumineuses sont des plantes appartenant à la famille des fabacées. Elles sont intéressantes grâce à leurs graines comestibles et sont cultivées partout dans le monde principalement dans les régions tropicales (Muhammad Javid Iqbal, 2012). Les légumineuses sont d'importantes sources alimentaires de protéines, d'énergie, de fibres alimentaires et de minéraux pour l'Homme et les animaux, particulièrement dans les régions tropicales (Tharanathan and Mahadevamma, 2003). Les légumineuses sont consommées dans le monde entier sous diverses formes et en quantité variable, mais de façon plus importante en Afrique, en Asie et en Amérique du sud.

Les formes de consommation des légumineuses sont très variables allant des produits non fermentés (beignets, ragoûts, purées, etc.) aux produits fermentés (condiments, etc.). Toutefois, la consommation moyenne annuelle des légumineuses a chuté entre les années 70 et le début des années 90 (9 à 7 Kg par personne). Elle s'est stabilisée autour de 7kg/personne jusqu' à nos jours. Ces changements dans le niveau de consommation des légumineuses sont la conjonction de facteurs tels que la chute de la production mondiale, l'augmentation du niveau de vie permettant l'achat et la consommation de produits carnés, les contraintes technologiques inhérentes à leur transformation (long temps de cuisson, etc.) et les inconforts digestifs induits par leur consommation (Madodé *et al.*, 2013).

#### **3.2 Qu'est-ce que le niébé ?**

Originaire d'Afrique du Sud-Est, le niébé s'est diffusé dans le monde entier : on le retrouve dans les plats d'Amérique du Sud, d'Asie, des Caraïbes, du Moyen-Orient et d'Europe australe. Dans les années 90, l'Afrique de l'Ouest et centrale a produit chaque année environ 2,6 millions de tonnes de niébé sur 7,8 millions d'hectares, représentant 69% de la production mondiale et 80% de la superficie. Niger, Burkina Faso, Bénin, Mali, Cameroun, Tchad et Sénégal sont des exportateurs nets ; Le Nigéria, le Ghana, le Togo, la Côte d'Ivoire et la Mauritanie sont des importateurs nets. Les sources officielles indiquent au moins 285 000 t niébé ont été expédiés entre régions en 1998 (Langyintuo et al, 2003).

Le niébé est un aliment de base apprécié en Afrique, car ses feuilles et ses gousses (vertes ou sèches) peuvent être consommées et commercialisées, ce qui contribue à la sécurité alimentaire des populations cultivant cette légumineuse. De plus, certaines variétés sont à cycle court donc mûrissent tôt : cela permet de disposer d'un aliment de bonne qualité dans les périodes de « soudure » durant lesquelles la nourriture est plus rare. Le niébé est un produit traditionnel, utile dans divers domaines : les fanes constituent un fourrage de qualité pour le bétail du fait de leur haute teneur en protéine. Le niébé est intéressant d'un point de

vue nutritionnel du fait de son faible indice glycémique : entre 46 et 53 selon le mode de cuisson (King *et al.*, 1985), mais aussi pour sa faible teneur en graisse et sa teneur élevée en fibre. Ce qui en fait un aliment particulièrement adapté aux personnes atteintes de diabète ou en surpoids, notamment avec sa teneur en fibre qui augmente la satiété et aide à stabiliser la glycémie et le taux d'insuline. Associé à une céréale, le niébé permet de couvrir la couverture des besoins des 8 acides aminés essentiels. Mais ces graines contiennent aussi des facteurs antinutritionnels.

Durant la saison sèche, ces fanes ont une valeur monétaire très élevée dans certaines régions d'Afrique de l'Ouest et du Centre. Elle participe à assurer la sécurité alimentaire et à la réduction de la pauvreté des populations béninoises (Allogni *et al.*, 2004,). Additionné au fait que les grains peuvent aussi être commercialisés, ce qui fournit un complément de revenu non négligeable pour les populations rurales. Les femmes en particulier, utilisent cette source de revenu pour l'approvisionnement en denrées alimentaires, mais aussi pour la scolarisation des enfants et l'acquisition d'équipements ménagers et agricoles (Montcho *et al.*, 2017).

En Afrique de l'Ouest, et en particulier au Bénin, le niébé est la légumineuse la plus cultivée et la plus consommée (FAO, 2010). Le niébé est consommé aux stades plantules, jeunes feuilles, jeunes gousses, gousses immatures et graines sèches (MADODE, 2012).

Au Bénin 2 types de variétés sont principalement consommés : le niébé **blanc** et le niébé **rouge**. Les variétés blanches et grosses sont généralement préférées, car le temps de cuisson est moins long (Garcia, 2017).

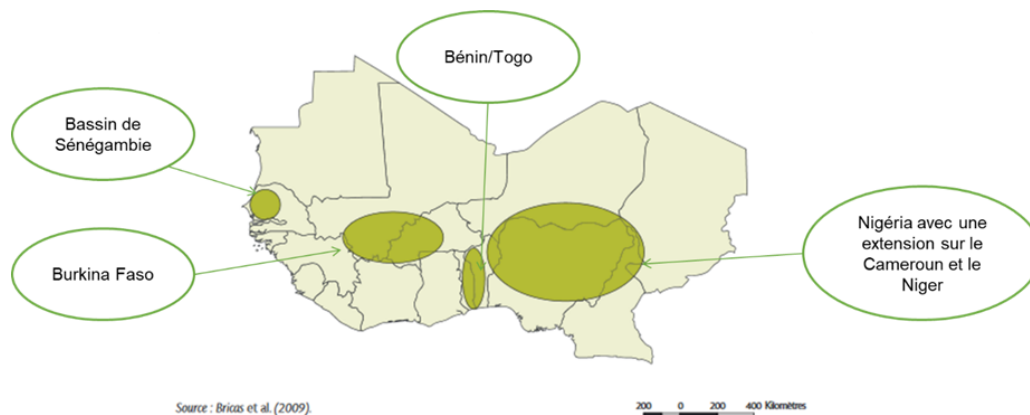


Figure 2 Niébé blanc *atchawe-tola* et Niébé rouge *wankoun*

Sa production s'élevait à 4,6 millions de tonnes en 2010 ([www.fao.org/faostat](http://www.fao.org/faostat)), principalement au Nigéria, au Niger, au Burkina Faso, au Cameroun et au Mali. Au Bénin, la production était d'environ 10

000 tonnes en 2015, et provient de tous les départements du pays (Collines, Zou, Atacora notamment) sauf le Littoral.





Source : Brizis et al. (2009).

Bassins de production d'haricot sec (y compris niébé) en Afrique de l'Ouest entre 2003-2007

### 3.3 Quelques variétés de légumineuses consommées

					
	Haricot à œil noir	Haricot commun	Pois vert ou jaune	Pois d'Egypte	Dolique à longue cosse
Variétés					
	Haricot velu	Haricot mungo, mongo	Pois de bois	Fève de soja	Pois carré, pois ailé

Figure 3 Variétés de légumineuses

### 3.4 Intérêt nutritionnel des légumineuses

Les grains de légumineuses occupent une place importante dans la nutrition, en particulier dans le modèle des groupes à faible revenu dans les pays en développement (Tharanathan and Mahadevamma, 2003). Elles sont réputées depuis longtemps pour leur bonne qualité nutritionnelle, du fait de leur teneur élevée en protéines et en fibres alimentaires, de leur densité nutritionnelle (Boye et al, 2010), et leur richesse en polyphénols aux propriétés antioxydantes intéressantes. De plus, les protéines des légumineuses contiennent des acides aminés essentiels complémentaires de ceux des céréales. Le potentiel santé des légumineuses est étudié depuis plusieurs années : le fait que leur indice glycémique soit bas (Jenkins *et al.*, 1983) permet de réguler le taux de glucose sanguin, la pression artérielle (Tasevska *et al.*, 2014) et aurait un effet protecteur contre le diabète et l'obésité (Ilous, 2014).

Les légumineuses sont également riches en fibres alimentaires qui vont avoir un effet positif sur la santé. Les fibres alimentaires insolubles telles que la lignine, la cellulose et certaines hémicelluloses, permettent de ralentir le transit intestinal. Les fibres alimentaires solubles comme la pectine ou l'inuline ont une activité prébiotique et sont associées à une réduction du taux de cholestérol sanguin. La teneur en fibre varie selon les légumineuses, pouvant aller de 15% à plus de 30%. Les légumineuses contiennent également des quantités importantes de micronutriments, à savoir les minéraux, les vitamines solubles dans l'eau.

Ces teneurs en ces constituants alimentaires non nutritifs varient selon les espèces et variétés, et incluent les glucides non digestibles : fibres insolubles, solubles et alpha-galactosides qui favorisent l'augmentation du volume du bol alimentaire, avec un effet régulateur du transit intestinal (rôle dans le rassasiement et la satiété). Et des composés bioactifs phytochimiques, principalement des polyphénols et des phytostérols. (Singh *et al.*, 2017) ont récemment examiné les effets de la stimulation de la santé par les légumineuses. Plusieurs rapports affirment que l'inclusion des légumineuses dans l'alimentation quotidienne a de nombreux effets physiologiques bénéfiques dans le contrôle et la prévention de diverses maladies métaboliques comme le diabète sucré, les maladies coronariennes et le cancer du côlon. Actuellement, le rôle des légumineuses dans le régime alimentaire des personnes souffrant de troubles du métabolisme gagne en intérêt.

L'utilisation des légumineuses dans la formulation des aliments est en croissance dans de nombreux pays développés. Cette croissance est due aux avantages nutritionnels des légumineuses sur la santé, à l'évolution démographique et au développement de nouveaux produits à base de légumineuses. L'importance nutritionnelle du groupe le fait participer au calcul du score de diversité alimentaire.

A l'instar des autres légumineuses, le niébé possède une valeur nutritionnelle intéressante : la graine mûre est riche en protéines (22 à 26 g/100 g), en fibres (10,6 à 20,6 g/100 g) et en vitamines du groupe B<sup>3</sup>, notamment en vitamine B9 (folates).

### **3.5 Quelques plats traditionnels à base de niébé et leurs procédés de transformation**

Au Bénin, le niébé est très apprécié par la population locale, qui le consomme sous différentes formes (MADODE, 2012). Mais ces graines contiennent aussi des facteurs antinutritionnels. Ce terme regroupe toutes les substances qui, même à l'état de traces, réduisent ou empêchent totalement l'utilisation d'un élément nutritif soit au niveau digestif, soit au niveau métabolique (Glossaire de l'Agriculture, 2017). Le niébé contient des alpha-galactosides, des inhibiteurs de protéase, de la lectine et de l'acide phytique. Les alpha-galactosides (raffinose,

---

<sup>3</sup> Souci et al, (2000)

stachyose et verbascose) sont à l'origine d'inconfort (Naczki et al, 1997) digestif et de flatulences souvent rapportés après consommation de plats à base de légumineuses. Indigestibles, ces alpha-galactosides sont fermentés au niveau du colon par le microbiote intestinal, entraînant la production d'hydrogène, de méthane, de dioxyde de carbone et d'acides gras à chaîne courte. Au Bénin, la consommation du niébé se fait principalement sous les formes suivantes : abobo (grains bouillis), ata / ata doco (beignets), adowé (purées), magni magni /olèlè/lèlè (pâte)... Mais des contraintes fortes liées à la préparation de ces plats ont été mises en évidence (Madodé *et al.*, 2011) : durées de cuisson longues, pénibilité et durée de l'étape de dépelliculage des grains, périssabilité des grains et des plats préparés...

Heureusement, il existe différentes méthodes pour réduire ou éliminer les facteurs indésirables dans les graines de légumineuses : des procédés biologiques et thermiques (trempage, cuisson, germination des graines) sont utilisés pour éliminer ces facteurs indésirables et également pour accroître la biodisponibilité de certains nutriments.

## 4 MATERIELS ET METHODES

### 4.1 MATERIELS

#### 4.1.1 Matériel Végétal

Les premiers travaux du projet ICOWPEA, réalisés par les partenaires de l'université d'Abomey-Calavi ont permis de retenir deux variétés de niébé, Wankoun (brune) et Atchawe-Tola (blanche). Quatre lots de ces deux variétés correspondant à trois années de récolte différentes ont été obtenus du centre de recherche IITA (International Institute of Tropical Agriculture) du Bénin. Dès la réception des différents lots, les graines ont été conditionnées sous vide et stockées dans une chambre froide à 7°C.

### 4.2 METHODES

#### 4.2.1 Echantillonnage des plats traditionnels à base de niébé

Les échantillons ont été collectés par une équipe de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey Calavi au Bénin et envoyés pour analyses à l'unité de recherche NUTRIPASS, dans le cadre du projet Icowpea. Ces échantillons ont été lyophilisés à l'aide de l'appareil CHRIST Alpha 1-2 LD PLUS. Des pools par lot de productrices, recettes et variétés de la matière première utilisée ont été réalisés. Pour chaque recette, 2 échantillons (matière première, produit final) ont été analysés. Au total, 5 pools issus de 12 échantillons de produits finis ont été réalisés.

#### 4.2.2 Description des 5 échantillons poolés

Produits	Technologies	Echantillons analysés
(3échantillons) Beignets Ata avec la variété de niébé atchawe-tola	Décorticage par trempage sans utilisation de bicarbonate au moment du battage	Ata = beignets frits et égouttés
(1échantillon) Beignets Ata doco avec la variété de niébé wankoun	Mouture des grains avec utilisation de bicarbonate au battage	Ata doco = beignets frits et égouttés
(3échantillons) Beignets Ata doco avec la variété de	Mouture des grains avec utilisation de bicarbonate au battage	Ata doco = beignets frits et égouttés

niébé Atchawe-tola		
(2échantillons) Ragout abobo avec la variété de niébé Atchawe-tola	Abobo blanc sans renouvellement eau et sans agent de ramollissement	Abobo = Ragout
(3échantillons) Ragout abobo avec la variété de niébé wankoun	Abobo rouge sans renouvellement eau et sans agent de ramollissement	Abobo = Ragout

#### **4.2.3 Broyage et tamisage de la matière première et des plats Ata, Ata doco et Abobo**

Les graines de niébé ainsi que les plats lyophilisés Ata, Ata doco et Abobo ont été broyés à l'aide du broyeur IKA A 10 basic. La farine obtenue a été tamisée avec une grille à 500µm. Le refus de tamis a été rebroyé jusqu'à ce que tout passe.

#### **4.2.4 Détermination de la teneur en matière sèche**

La détermination de la teneur en matière sèche dans les échantillons a été réalisée par séchage à l'étuve d'une prise d'essai de 1 g à une température comprise entre 103°C et 105°C jusqu'à poids constant (en pratique une nuit). La teneur en eau est exprimée en pourcentage, base humide.

#### **4.2.5 Dosage des Protéines par la méthode de Kjeldahl**

Le dosage des protéines a été réalisé suivant la méthode de Kjeldahl (NF EN ISO 20483) avec une prise d'essai de 0,3000g. La méthode consiste en une minéralisation de la matière organique par l'acide sulfurique en présence d'un catalyseur, l'alcalinisation des produits de réaction, la distillation de l'ammoniac libéré et la collecte dans une solution d'acide borique, suivie d'un titrage avec une solution d'acide chlorhydrique volumétrique standard.

#### **4.2.6 Dosage des Lipides totaux**

La méthode utilisée permet la détermination de la teneur en lipides libres (triglycérides, acides gras...), extractibles à l'éther éthylique, dans un échantillon donné. Elle s'applique à des produits secs dont la teneur en eau est inférieure à 14% (base humide). Cette procédure s'inspire de la méthode AOAC 2003.05. Il s'agit d'une méthode gravimétrique. Les lipides libres sont extraits par l'éther diéthylique bouillant (34,6°C) sous reflux. Après élimination du solvant, le résidu huileux est séché puis pesé.

#### **4.2.7 Dosage des Fibres solubles, Fibres insolubles et Fibres totales selon Prosky**

Les fibres totales (TDF) sont déterminées en double sur des échantillons séchés et délipidés (si leur teneur en lipides initiales est supérieure à 10%). Les échantillons sont traités à 100°C avec une amylase thermostable afin d'obtenir la gélatinisation, l'hydrolyse et la dépolymérisation de l'amidon. Ils sont ensuite incubés à 60°C avec une protéase (pour solubiliser et dépolymériser les protéines) et de l'amyloglucosidase (pour hydrolyser les fragments d'amidon en glucose). Ils sont ensuite additionnés de 4 volumes d'éthanol pour précipiter les fibres solubles et enlever les protéines dépolymérisées et le glucose (de l'amidon). Le résidu est filtré, lavé avec de l'éthanol à 78%, de l'éthanol à 95% et de l'acétone, puis séché et pesé. Un des doubles est analysé pour la teneur en protéines et l'autre est incubé à 525°C pour déterminer sa teneur en cendres. La teneur en fibres totales TDF est la masse du résidu filtré et séché moins la masse de protéines et de cendre.

$$\text{Fibres (\%)} = \frac{[(R1 + R2) / 2] - p - A - B}{[(m1 + m2) / 2]} * 100$$

#### **4.2.8 Dosage des minéraux par spectrométrie d'émission optique à induction de plasma (ICP – AES)**

Après minéralisation par voie humide à l'aide d'un four micro-ondes Ethos (Thermo Scientific) en milieu acide, les extraits sont dosés par ICP-AES. La méthode consiste à ioniser l'échantillon en l'injectant dans un plasma d'argon c'est-à-dire que les atomes de la matière à analyser sont transformés en ions par une sorte de flamme extrêmement chaude : jusqu'à 8 000 °K.

### **4.3 Traitement des données**

L'analyse statistique des résultats a été réalisée avec le logiciel Xlstat.

#### **4.3.1 Test Statistique**

L'analyse de variance (ANOVA) nous a permis de détecter la présence ou non d'effets statistiquement significatifs liés au lot de graines de niébé (4 lots issus de trois récoltes différentes sur la teneur en nutriments), ou à la variété (wankoun ou atchawe-tola) sur les teneurs en nutriments.

## 5 RESULTATS

La composition biochimique du niébé en macro- et micro- nutriments des graines de niébé et des plats (Ata, Ata-doco et Abobo) à base de niébé consommés à Cotonou au Bénin a été déterminée en vue d'évaluer leur potentiel nutritionnel. Les figures suivantes présentent pour 100 g de matière sèche les teneurs gramme en protéines, lipides, fibres solubles, insolubles et fibres totales du niébé pour les variétés wankoun et atchawe-tola et pour trois plats traditionnels à base de niébé tels que consommés à Cotonou au Benin, il s'agit : « des beignets Ata, des beignets Ata-doco ainsi que du ragout Abobo ».

### 5.1 Teneurs moyennes en macronutriments de la matière végétale pour 100g de matière sèche

Deux variétés de niébé ont été analysées, les concentrations moyennes obtenues respectivement pour le « Wankoun » et « Atchawe-tola » sont représentées sur la figure 4

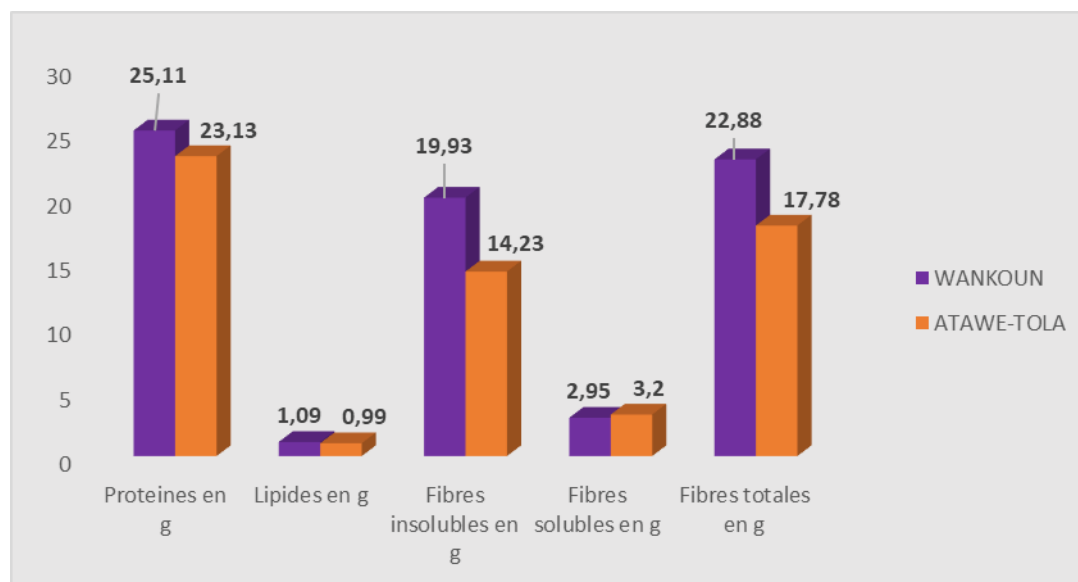


Figure 4 Teneur en macronutriments de la matière végétale pour 100g de matière sèche

L'analyse de variance ANOVA indique un effet significatif de la variété ( $p=0.033$ ) et aussi du lot ( $p=0.046$ ). La teneur en protéines de la variété Wankoun est légèrement supérieure à celle de la variété Atchawe-tola. Pour ce qui est de la teneur en Lipides, l'analyse de variance ANOVA indique qu'il n'y a pas de différence significative de variétés, ni du lot. Par contre l'analyse indique un effet significatif de la variété ( $P = 0.0001$ ) pour les fibres insolubles.

## 5.2 Teneurs moyennes en macronutriments des beignets ATA variété Atchawe-tola pour 100g de matière sèche

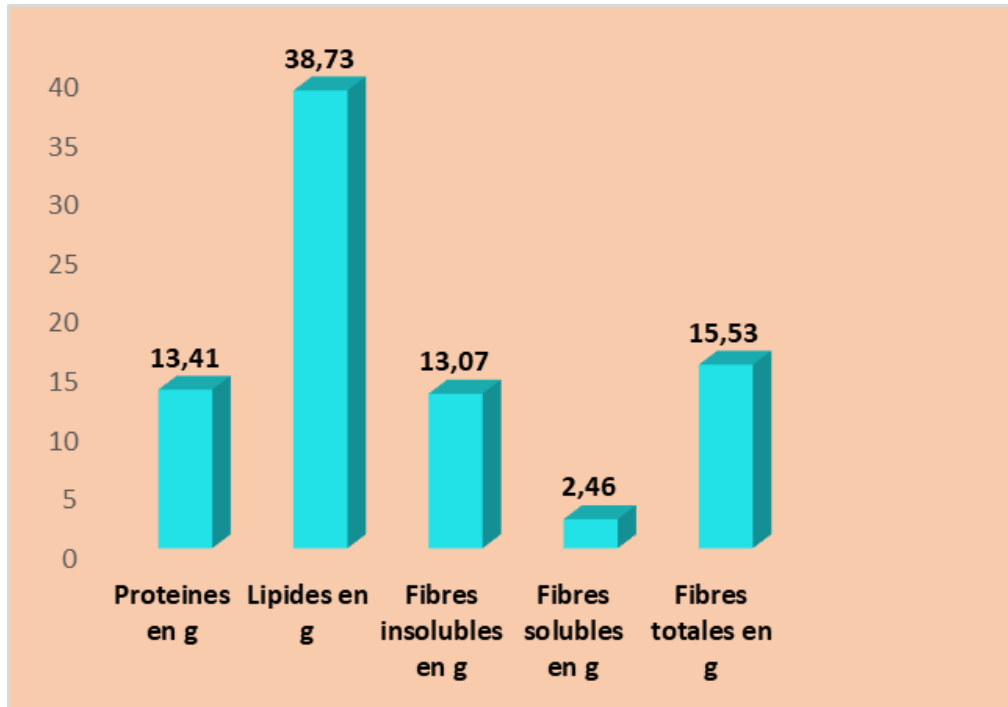


Figure 5 Teneur en macronutriments des beignets Ata fait avec la variété Atchawe-tola

On remarque sur la figure 5 que les beignets Ata contiennent jusqu'à **38,73g/100g de Lipide** dans la matière sèche analysée.



### 5.3 Teneurs moyennes en macronutriments des beignets ATA DOCO variété Wankoun et Atchawe-tola pour 100g de matière sèche.

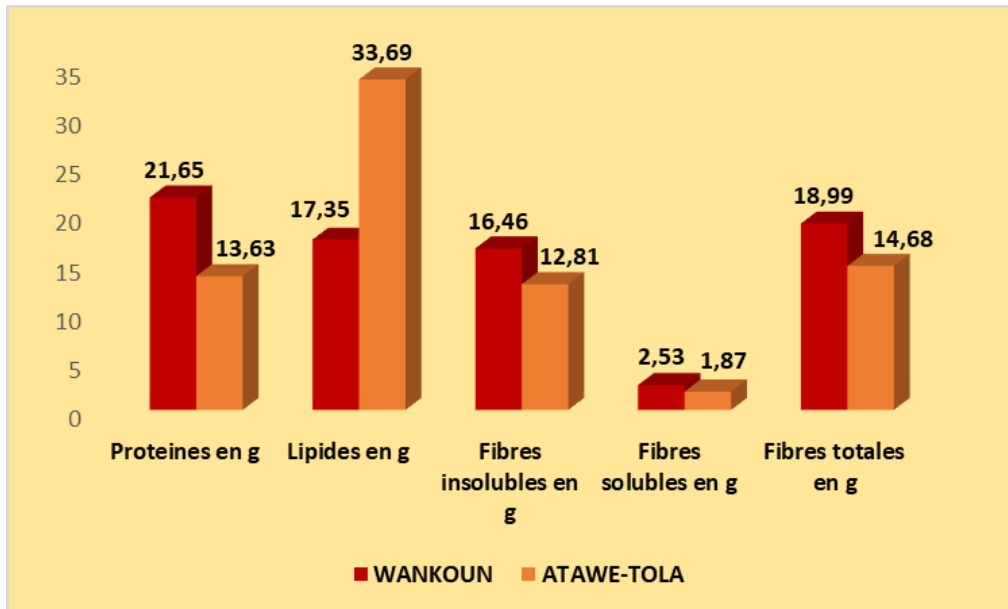


Figure 6 Teneur en macronutriments des beignets Ata doco

L'analyse ANOVA de la variance indique un effet significatif ( $P = 0.005$ ) de la variété au niveau de la teneur en Protéines. Même constat pour la teneur en Lipides des beignets Ata doco, l'analyse de la variance ANOVA indique un effet très significatif ( $P = 0.0001$ ) de la variété. Pour ce qui est des Fibres insolubles, on note après l'analyse de la variance ANOVA qu'il ya un effet significatif ( $P = 0.009$ ) de la variété et aussi un effet significatif ( $P = 0.027$ ) de la variété au niveau des Fibres totales.

#### 5.4 Teneurs moyennes en macronutriments du ragout ABOBO variété Wankoun et Atchawe-tola pour 100g de matière sèche.

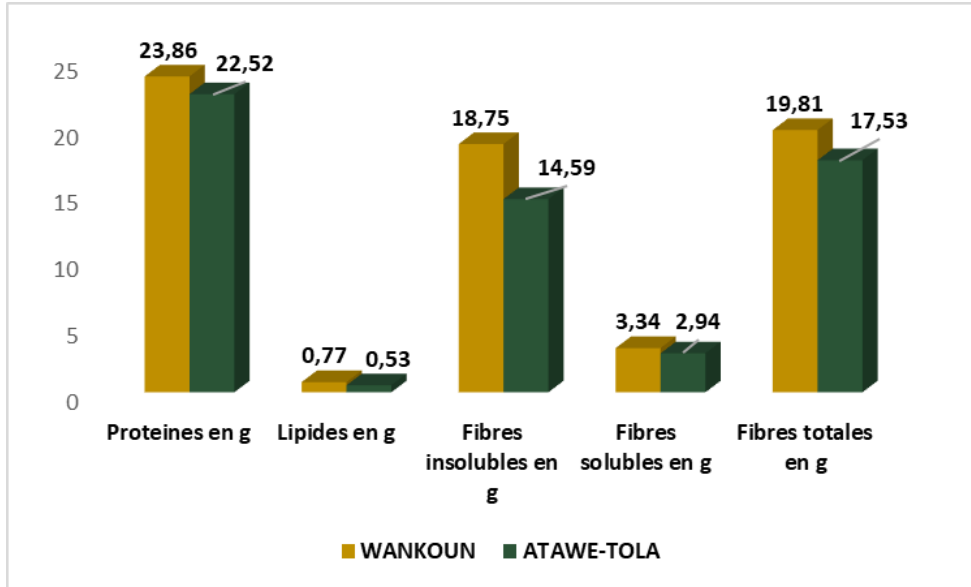


Figure 7 Teneur en macronutriments du ragout ABOBO

L'analyse ANOVA indique qu'il ya un effet significatif ( $P = 0.040$ ) de la variété pour les Fibres insolubles et un effet significatif ( $P = 0.036$ ) de la variété au niveau des Fibres totales.

### 5.5 Teneurs moyennes en Minéraux de la matière végétale variété Wankoun et Atchawe-tola pour 100g de matière sèche

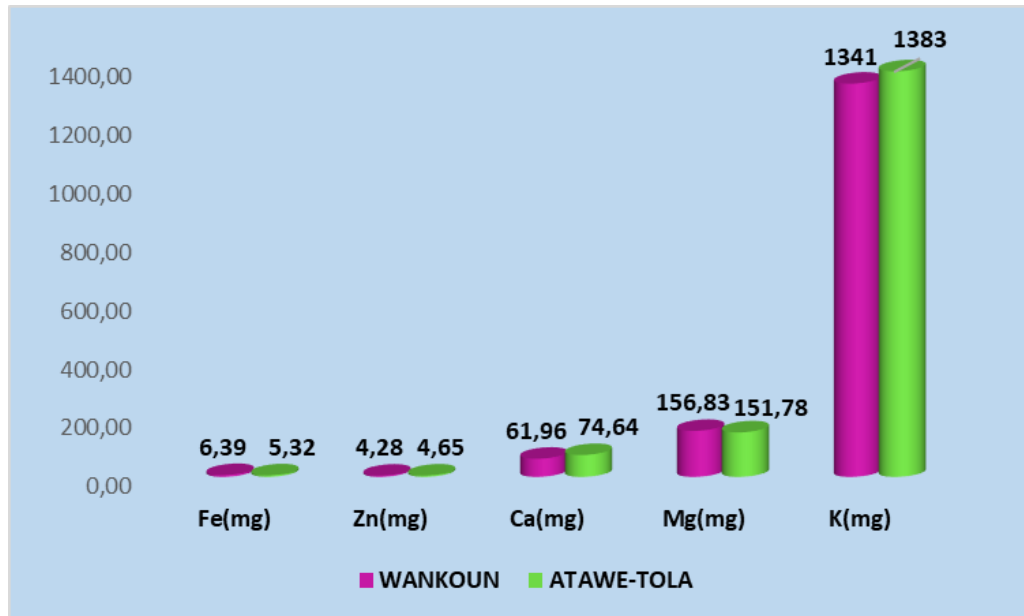


Figure 8 Teneur en minéraux de la matière végétale

La teneur en micro nutriments varie d'un lot à un autre selon la variété. On note sur la figure 8 que la teneur moyenne en Fer pour la variété wankoun est 6,39 mg/100g de matière sèche. Et la variété Atchawe-tola peut contenir du Calcium jusqu'à 74,64 mg/100g de matière sèche.

## 6 DISCUSSION

Les principales questions de ce travail sont de déterminer le potentiel nutritif des variétés de niébé Wankoun et Atchawe-tola, des plats traditionnels à base de niébé consommés à Cotonou au Bénin, et de caractériser les deux variétés et leurs aptitudes à la transformation, et de choisir la plus adaptée au type de transformation voulu.

Pour cela, des analyses biochimiques sur quatre lots de ces deux variétés correspondant à trois années de récolte différentes obtenus du centre de recherche IITA (International Institute of Tropical Agriculture) du Bénin ont été réalisées.

Les analyses statistiques des différents résultats obtenus au niveau du laboratoire d'analyse biochimique de l'IRD de Montpellier en France ont permis de répondre à certaines questions.

Les résultats montrent que la race locale « Wankoun » variété brune du niébé contient une forte teneur en protéines brutes tant au niveau de la matière végétale que des plats traditionnels. Pour la matière végétale elles vont de (23,03 à 27,94 g/100g m.s) avec une moyenne de  $25,11 \pm 0,33$  g/100g m.s. La thèse de Fanny Coffigniez (Nov 2015 – Oct 2018) confirme ces résultats ( $25,3 \pm 0,2$  g/100g m.s), mais nos résultats sont légèrement supérieures aux résultats obtenus par (Hamid *et al.*, 2016) pour la même variété au Ghana ( $21,29 \pm 0,15$  g/100g m.s). Cette forte teneur en protéines se confirme dans d'autres études (Madodé *et al.*, 2012) qui démontre que ses protéines constituent une alternative à la consommation des protéines d'origine animale.

La variété blanche locale « Atchawe-tola », dispose aussi d'une gamme de protéines très appréciable même si elles sont légèrement inférieures à celles de la variété rouge « le Wankoun ». La concentration en protéines brutes est de : 23,13 g/100g m.s ces résultats sont proches de ceux obtenus par Guillaume Donat (22,7 g/100g m.s) dans ses travaux de recherche au cours de son stage en Aout 2017.

Les résultats obtenus pour les plats en termes de teneur en protéines sont : le plat « abobo » variété Wankoun contient 23,86 g/100g m.s. Cette concentration en protéines brutes suggère l'importance du rôle du « niébé » dans un futur proche dans le secteur des légumineuses. Une étude a montré que la graine de niébé entière et ses protéines isolées sont utiles pour remédier à l'hypercholestérolémie induite par l'alimentation et la stéatose, même dans les régimes contenant des niveaux élevés d'acides gras saturés et de cholestérol (Frota *et al.*, 2008). Un autre avantage retrouvé au niveau de nos résultats est que, le plat « abobo » présente une teneur en lipides très faible (0,53 – 0,77 g/100g m.s.).

Bien que les variétés rouges, marrons ou mouchetées présentent des teneurs plus élevées en nutriments (protéines, fibres, et minéraux etc...) les consommateurs d'Afrique de l'Ouest et de Centre Afrique ont une préférence de consommation pour les grains de niébé de variété blanche, de plus grande taille (Langyintuo *et al.*, 2003). Cette préférence pour les grains de

niébé de variété blanche a été également exprimée au cours des focus group menés au Bénin dans le cadre du projet ICOWPEA, notamment par les femmes. Il a été majoritairement déclaré que le niébé de variété blanche était « plus doux » et plus savoureux que le niébé de variété rouge.

La gamme de valeur obtenue avec la variété Wankoun pour le Fer 6,39 g/100g m.s et Zinc 4,28 g/100g m.s corrobore à celle obtenue pour le Fer (4,9 à 8,2 mg/100g m.s) et de Zinc (2,7 à 4,1 mg/100g m.s) par (Abizari *et al.*, 2013).

Cependant, nous avons trouvé au niveau de l'analyse statistique de nos résultats pour les beignets Ata-doco une différence significative ( $P=0.0001$ ) observée pour l'imprégnation en Lipides entre les beignets Ata-doco variété wankoun  $17,35 \text{ g/100g m.s} \pm 0,08$  et Ata-doco variété atchawe-tola  $33,69 \text{ g/100g m.s} \pm 0,04$ . Cette différence montre que la variété blanche atchawe-tola a une capacité d'imprégnation en Huile très élevée par rapport à la variété rouge Wankoun.

Les beignets Ata et Ata doco variété Atchawe-tola ont les plus faibles teneurs en protéines mais ont une matière grasse très élevées (Patterson *et al.*, 2004) confirme ce ci en disant que Akara (Ata, Ata doco) est un aliment riche en graisses (environ 31%, poids sec).

Ce qui est aussi ressorti de nos résultats, est que le niébé cru comme transformé est aussi une source importante de fibres totales, solubles, insolubles et de minéraux comme le Magnésium et le Potassium.

Les résultats obtenus de cette étude auront permis de donner au projet ICOWPEA des résultats sur le potentiel nutritionnel du niébé (*Vigna unguiculata*) variété Wankoun et Atchawe-tola et sur les plats traditionnels Ata, Ata doco, Abobo mais aussi l'apport nutritionnel que peuvent avoir les consommateurs des produits Ata, Ata doco et Abobo très prisés par les Cotonnois comme étant un amuse-gueule et qui est souvent consommé soit en collation, soit nourriture du petit déjeuner. Ces données ajoutées à celles des autres stagiaires vont permettre d'avoir une compréhension des produits et procédés existants, ils vont aussi permettre de pouvoir identifier des leviers d'innovation, pour la mise en place de la plateforme d'innovation.

## 7 PERSPECTIVES

La friture est un processus très ancien qui donne aux aliments une saveur et une texture uniques (Singh et al., 2003) et certaines caractéristiques à l'aliment qui sont très difficiles à obtenir par d'autres procédés.

Cependant, avec l'incidence croissante de l'obésité dans les Pays du Sud, réduire les teneurs en lipides) dans les produits frits tout en donnant la caractéristique « frit » aux aliments est un défi permanent pour l'industrie alimentaire et les transformatrices de produits locaux. La friture implique un transfert de chaleur et de masse ou le produit est immergé dans l'huile chaude. Dans une étude sur la friture de tranches de pommes de terre (Gamble et al., 1987) a rapporté que la quantité d'huile pénétrant dans les tranches était directement proportionnelle à la quantité d'humidité perdue. Il a également été constaté que plus la teneur en eau initiale de la nourriture est élevée, plus la nourriture va absorber de gras pendant la friture (Gamble & Rice, 1988) car le processus de friture implique la migration de l'huile dans la nourriture et de l'eau dans l'huile simultanément (Singh, 1995).

Par conséquent, baisser la teneur en eau initiale du produit pourrait réduire sa teneur en lipide finale parce que moins d'eau serait disponible pour migrer.

La suite de ces travaux est construite autour d'une thèse de doctorat en court comportant deux objectifs majeurs :

- Évaluer la contribution des plats à base de niébé existants à la couverture des besoins en micronutriments (minéraux, vitamines B1 et B9) et ses facteurs de changement dans l'espace (rural vs urbain) ; dans le temps (avant/après, effet de l'âge) ; et en fonction du niveau de vie dans le contexte de transition alimentaire, qui accompagne l'urbanisation ou l'augmentation des revenus.
- Comprendre, pour mieux contrôler et prédire par modélisation, les mécanismes qui régissent les changements de teneurs et de biodisponibilité des micronutriments au cours des étapes critiques de la transformation du niébé, qui peuvent induire des pertes par diffusion ou dégradation enzymatique ou thermique, ou des gains par synthèse endogène grâce à une initiation de la germination.

## **8 CONCLUSION**

L'étude nous aura permis de constater que le niébé est une légumineuse à fort potentiel nutritionnel en particulier les variétés brune ou rouge appelée « Wankoun » et blanche appelées « atchawe-tola » en langue locale au Bénin.

Pour les trois plats étudiés dans le cadre de ce projet, il est apparu que le ragout abobo pour les deux variétés présente des teneurs en nutriments et composés d'intérêt plus élevées avec surtout une faible teneur en lipides.

Les deux variétés de niébé étudiées contiennent aussi des quantités appréciables de minéraux, et qu'il est nécessaire d'étudier l'impact des procédés de transformation sur ces teneurs en minéraux.

## 9 LES LIMITES DE CE TRAVAIL

Durant la phase bibliographique de mon stage, l'étude du projet ICOWPEA portant sur la « Promotion de la consommation de plats à base de niébé à hautes teneurs en micronutriments en milieu urbain au Bénin » m'a poussée à m'interroger sur la pertinence de mon stage, à ce que je pouvais apporter en plus comme travail. J'ai pris conscience que le travail qui m'était attribué allait avoir un impact sur de nombreuses décisions lors de la suite du projet. Que j'avais la responsabilité, en partenariat avec la doctorante qui travaille sur ce projet, de réussir ce qui m'a été attribué. A partir de ce moment ce fut un vrai plaisir à travailler pour l'avancement d'ICOWPEA.

Le travail que je menais était de contribuer à l'analyse du Potentiel nutritionnel des variétés de niébé Wankoun et atchawe-tola et des plats traditionnels à base de niébé consommés à Cotonou au Bénin, pour un projet qui souhaite innover en remettant en avant des produits et une cuisine qui existe depuis des centaines d'années.

Nos objectifs de départ étaient de :

- ✓ Caractériser les compositions nutritionnelles des deux variétés de deux niébés et leurs différences
- ✓ Et de voir quel impact cela pouvait avoir sur la valeur nutritionnelle des plats de niébé, après transformation, sous la forme « tels que consommés ».

Pour des contraintes de temps (10 semaines de stage), nous avons seulement atteint le premier objectif de ce travail.




## 10 BIBLIOGRAPHIE




- Allogni et al., 2004** Impact des nouvelles technologies de la culture de niébé sur le revenu et les dépenses des ménages agricoles au Bénin.
- Boye et al, 2010** Pulse proteins: Processing, characterization, functional properties and applications in food and feed.
- Delisle, H., Ntandou-Bouzitou, G., Agueh, V., Sodjinou, R. and Fayomi, B.** (2012) Urbanisation, nutrition transition and cardiometabolic risk: the Benin study. *British Journal of Nutrition*, **107**, 1534–1544.
- Frota, K.M.G., Mendonça, S., Saldiva, P.H.N., Cruz, R.J. and Arêas, J.A.G.** (2008) Cholesterol-Lowering Properties of Whole Cowpea Seed and Its Protein Isolate in Hamsters. *Journal of Food Science*, **73**, H235–H240.
- Garcia, R.** (2017) *Alexandre Chayanov: pour un socialisme paysan*,.
- Hamid, S., Muzaffar, S., Wani, I.A., Masoodi, F.A. and Bhat, M.M.** (2016) Physical and cooking characteristics of two cowpea cultivars grown in temperate Indian climate. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, **15**, 127–134.
- Jenkins, D.J., Wolever, T.M., Jenkins, A.L., Thorne, M.J., Lee, R., Kalmusky, J., Reichert, R. and Wong, G.S.** (1983) The glycaemic index of foods tested in diabetic patients: a new basis for carbohydrate exchange favouring the use of legumes. *Diabetologia*, **24**, 257–264.
- King, J., Nnanyelugo, D.O., Ene-Obong, H. and Ngoddy, P.O.** (1985) Household consumption profile of cowpea (*vigna unguiculata*) among low-income families in Nigeria. *Ecology of Food and Nutrition*, **16**, 209–221.
- Langyintuo et al, 2003** Cowpea supply and demand in West and Central Africa.
- Madodé, Y.E., Houssou, P.A., Linnemann, A.R., Hounhouigan, D.J., Nout, M.J.R. and Van Boekel, M.A.J.S.** (2011) Preparation, Consumption, and Nutritional Composition of West African Cowpea Dishes. *Ecology of Food and Nutrition*, **50**, 115–136.
- Madodé, Y.E., Linnemann, A.R., Nout, M.J.R., Vosman, B., Hounhouigan, D.J. and Boekel, M.A.J.S. van** (2012) Nutrients, technological properties and genetic relationships among twenty cowpea landraces cultivated in West Africa. *International Journal of Food Science & Technology*, **47**, 2636–2647.
- Madodé, Y.E., Nout, M.J.R., Bakker, E.-J., Linnemann, A.R., Hounhouigan, D.J. and Boekel, M.A.J.S. van** (2013) Enhancing the digestibility of cowpea (*Vigna unguiculata*) by traditional processing and fermentation. *LWT - Food Science and Technology*, **54**, 186–193.
- MADODE, Y.E.E.** Keeping local foods on the menu: A study on the small-scale processing of cowpea. , 176.
- Montcho, M., Babatounde, S., Aboh, A.B., Bahini, M.J.D., Chrysostome, C.A.A.M. and Mensah, G.A.** (2017) Caractéristiques physiques et nutritionnelles des blocs multi nutritionnels fabriqués à partir des sous-produits agricoles et agroindustriels du Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **10**, 2485.




- Muhammad Javid Iqbal**, (2012) Antioxidant and antimicrobial activities of Chowlai (*Amaranthus viridis* L.) leaf and seed extracts. *Journal of Medicinal Plants Research*, **6**.
- Naczk et al**, 1997  $\alpha$ -Galactosides of Sucrose in Foods: Composition, Flatulence-Causing Effects, and Removal.
- Patterson, S.P., Phillips, R.D., McWatters, K.H., Hung, Y.-C. and Chinnan, M.S.** (2004) Fat reduction affects quality of akara (fried cowpea pastes). *International Journal of Food Science and Technology*, **39**, 681–689.
- Singh, B., Singh, J.P., Singh, N. and Kaur, A.** (2017) Saponins in pulses and their health promoting activities: A review. *Food Chemistry*, **233**, 540–549.
- Singh et al., 2003** Singh et al., 2003. Asian-Aust. J. Anim. Sc. Available at: Singh et al., 2003 [Accessed November 18, 2018].
- Tasevska, N., Park, Y., Subar, A.F. and Potischman, N.** (2014) Reply to V Ha et al. *Am J Clin Nutr*, **100**, 1400–1401.
- Tharanathan, R. and Mahadevamma, S.** (2003) Grain legumes—a boon to human nutrition. *Trends in Food Science & Technology*, **14**, 507–518.

## 11 ANNEXES

### 11.1 Description de quelques plats traditionnels à base de niébé en Afrique de l'Ouest

Plats	Noms et Pays	Operations	Ingrédients	Photo du plat
Beignets ata	Koosay (Niger, Tchad et Ghana), Atta (Benin), Akara (Nigeria)	Triage, Trempage, Concassage Dépêliculage, Egouttage, Mouture, Battage, Salage, Friture, Egouttage	Sel, oignons ou ail en option	
Beignets Ata doco (differt de Ata uniquement par le procédé de transformation)	Cosay (Niger, Tchad et Ghana), Atta (Benin), Akara (Nigeria)	Triage, Mouture, Ajout d'eau +battage, Friture, Egouttage	Sel, oignons ou ail en option	
Niébé cuit	Watchee (Nigeria), Atassi (Benin), Chinkafa-dawake (Niger), Benga (Burkina Faso)	Triage, Lavage, Pré cuisson Ajout du riz, Salage, Cuisson	Riz, sel. En Option (potasse ou bicarbonate, de sodium)	

<p>Niébé bouilli fondant</p>	<p>Doungouri hari (Niger), Abobo (Benin)</p>	<p>Triage, Lavage, Ebullition, Assaisonnement, Salage</p>	<p>Sel. En option (Potasse, Bicarbonate de sodium)</p>	
<p>Pate</p>	<p>Koki (Cameroun)</p>	<p>Triage, Concassage, Dépêliculage Trempage, Assaisonnement Mouture, Ajout oignon + ail + macabos, ajout de l'eau, Homogénéisation, Salage, Emballage, Cuisson vapeur</p>	<p>Sel, piment frais, feuilles de macabos, ail, oignons</p>	 <p><i>En cuisine au Kamer</i></p>
	<p>Moin-Moin (Nigeria), Olelé (Benin)</p>	<p>Triage, Concassage, Dépêliculage Trempage, Assaisonnement Mouture, Ajout oignon + ail + macabos, ajout de l'eau, Homogénéisation, Salage, Emballage, Cuisson vapeur</p>	<p>Crevettes, sel, huile de palme, (poisson ou viande ...)</p>	

	Adowè (Benin)	Trempage, Dépêlliculage, Mouture, Cuisson, ébullition	Sel	
Couscous	Béroua (Niger)	Triage, décorticage, lavage, mouture, tamisage, roulage et granulation, cuisson, séchage,		
Boulettes	Dan-waké (Niger)	Triage, Concassage, Dépêlliculage  Trempage, Assaisonnement  Mouture, Ajout farine de feuilles de baobab + farine de manioc, homogénéisation, cuisson à l'eau bouillante	Feuilles de baobab, farine de manioc, sel, natron ou bicarbonate de sodium, mayonnaise, piments frais et oignons	

## 11.2 Chronogramme du stage

<b>Missions</b>	<b>Date de début</b>
Accueil et présentation du service et de l'équipe Nutrpass + Réunion NA	7/5
Férié	8/5
Rencontre d'équipe (Définition des objectifs du stage)	9/5
Férié	10/5
Manip (la minéralisation et ses étapes)	11/5
weekend	12/5
weekend	13/5
Elaboration du protocole de recherche	14/5
Réunion équipe NA - NP, (Avancement des manip - minéralisation)	15/5
Poursuite des manip (technique de broyage)	16/5
Manip techniq de broyage + (cours sur les légumineuses)	17/5
Cours sur les légumineuses (suite et fin)	18/5
weekend	19/5
weekend	20/5
Férié	21/5
Manip ( extraction des protéines)	22/5
suite manip avec les protéines (digestion)	23/5
suite manip avec les protéines (distillation)	24/5
suite manip avec les protéines ( titration)	25/5
weekend	26/5
weekend	27/5
Manip extraction des Lipides totales (méthode gravitrique)	28/5
Bibliographie	29/5

Manip (minéralisation des échan - suite extraction lipides)	30/5
Bibliographie	31/5
Bibliographie	1/6
weekend	2/6
weekend	3/6
Réunion équipe NA - Suite biblio	4/6
Réunion équipe NA - NP, Présentation équipement et protocole extraction des fibres totales	5/6
Manip fibres totales alimentaires	6/6
Manip fibres totales alimentaires	7/6
Manip fibres totales alimentaires	8/6
weekend	9/6
weekend	10/6
Formulation question de recherche	11/6
Manip fibres totales alimentaires	12/6
Calcul des resultats des analyses	13/6
Rédaction rapport de stage	14/6
Analyse et calculs des résultats pour les fibres	15/6
weekend	16/6
weekend	17/6
Suite rédaction du rapport de stage	18/6
Reunion NA - NP et calcul des minéraux	19/6
Manip solution tampon - récap des résultats des manip	20/6
Récap des résultats des manip	21/6
Récap des résultats des manip	22/6
weekend	23/6
weekend	24/6
Analyse statistique des résultats	25/6
Analyse statistique des résultats	26/6

Analyse statistique des résultats	27/6
Analyse statistique des résultats	28/6
Analyse statistique des résultats	29/6
weekend	30/6
weekend	1/7
Capitalisation des acquis avec Dr Claire	2/7
Réunion équipe NA – Suite des travaux	3/7
Rédaction de la Discussion	4/7
Rédaction de la Discussion	5/7
Rédaction de la Discussion	6/7
weekend	7/7
weekend	8/7
Récap avec la doctorante	9/7
Récap avec la doctorante	10/7
Rédaction du rapport de stage	11/7
Rédaction du rapport de stage	12/7
Rédaction du rapport de stage	13/7
weekend	14/7
weekend	15/7
Synthèse générale du stage avec la tutrice du stage	16/7
Soumission du rapport pour correction	17/7
Intégration des remarques de la tutrice dans le rapport	18/7
Intégration des remarques de la tutrice dans le rapport	19/7
Déjeuner d'aurevoir et fin de stage	20/7