

Qualité nutritionnelle des principaux casse-croûtes céréaliers produits et commercialisés dans sept (07) départements du Bénin

Gyraud Donwahoué HOUANSOU^{1*}, Clotilde Tognon GUIDI², Victorin CHEGNIMONHAN^{2,3},
Espérance Olive HOUNSOUNOU¹, Romaine Mèdecè CAPO - CHICHI¹
et Micheline AGASSOUNON DJIKPO TCHIBOZO¹

¹ Laboratoire des Normes et de Contrôle de Qualités Microbiologique, Nutritionnelle et Pharmacologique (LNCQ^{MNP}), Faculté des Sciences et Techniques (FAST), Université d'Abomey-Calavi (UAC),
01 BP 1636 RP, Cotonou, Bénin

² Laboratoire des Procédés et d'Innovations Technologiques, Institut Universitaire et Technologique (IUT) de Lokossa

³ Centre de Recherches Agricoles Agonkanmey (CRA), INRAB

* Correspondance, courriel : gyraudhouansou@yahoo.fr

Résumé

Les casse-croûtes sont des collations légères souvent consommés entre deux repas. L'objectif de cette étude est d'évaluer la qualité nutritionnelle des casse-croûtes produits à base de céréales et commercialisés dans sept (07) départements du Bénin. Onze (11) types d'échantillons de casse-croûtes ont été prélevés et analysés, pour chaque échantillon trois (03) prélèvements ont été faits, soit au total trente-trois (33) échantillons analysés. Les macronutriments (glucides et protéines) et les micronutriments (calcium, magnésium, potassium) ont été dosés dans lesdits échantillons par des méthodes standardisées. Les résultats issus des analyses révèlent que les teneurs moyennes en macronutriments varient de $1586,45 \pm 0,01$ mg/kg à $368585,11 \pm 0,008$ mg/kg. Les casse-croûtes tels que *abla* ($370875 \pm 0,005$ mg/kg) et *dégon klèklè* ($355762 \pm 0,02$ mg/kg) révèlent des teneurs moyennes en protéines élevées. Par contre, les teneurs moyennes en glucides obtenues dans ces derniers varient de $292337 \pm 0,04$ mg/kg à $411456,81 \pm 0,004$ mg/kg. Les casse-croûtes ayant enregistré de plus grandes teneurs moyennes en glucides sont *abla* ($411456,81 \pm 0,004$ mg/kg), *bokoun dida* ($374456,12 \pm 0,02$ mg/kg) et *gbadé dida* ($368585,11 \pm 0,008$ mg/kg). En ce qui concerne les teneurs moyennes en micronutriments dosés dans les casse-croûtes, il ressort que les plus fortes teneurs moyennes en magnésium ($19132,15 \pm 0,005$ mg/kg), en potassium ($71,32 \pm 0,02$ mg/kg) et en calcium ($2682,46 \pm 0,03$ mg/kg) sont enregistrées dans *bokoun dida* et la plus forte teneur en potassium ($69,33 \pm 0,005$ mg/kg) est enregistrée dans *gbadé dida*. Les résultats issus de cette étude biochimique révèlent que les casse-croûtes céréaliers sont dotés d'une qualité nutritionnelle non négligeable.

Mots-clés : casse-croûtes, céréales, macronutriments, micronutriments, Bénin.

Abstract

Nutritional quality of the main cereal snacks produced and marketed in seven (07) departments of Benin

Snacks are light snacks often eaten between meals. The objective of this study is to assess the nutritional quality of snack foods produced from cereals and marketed in seven (07) departments of Benin. Eleven (11)

snacks samples were collected and analyzed. For each sample, three (03) samples were collected, or thirty-three (33) samples were analyzed. Macronutrients (carbohydrates and proteins) and micronutrients (calcium, magnesium, and potassium) were measured in these samples by standardized methods. The results of the analyses revealed that mean macronutrients levels ranged from 1586.45 ± 0.01 mg/kg to 3685585.11 ± 0.008 mg/kg. Snacks such as *abla* (370875 ± 0.005 mg/kg) and *dégon klèklè* (355762 ± 0.02 mg/kg) showed high mean protein contents. On the other hand, the average carbohydrate content of these foods ranged from 292337 ± 0.04 mg/kg to 411456.81 ± 0.004 mg/kg. Snack foods with higher mean carbohydrate levels were *ablo* (411456.81 ± 0.004 mg / kg), *bokoun dida* (374456.12 ± 0.02 mg/kg) and *gbadé dida* (368585.11 ± 0.008 mg/kg). As regards the average levels of micronutrients measured in snacks, the highest average levels of magnesium ($19,132.15 \pm 0,005$ mg/kg), potassium ($71,32 \pm 0,02$ mg/kg) and calcium ($2682,46 \pm 0,03$ mg/kg) are recorded in *bokoun dida* and the highest level of potassium ($69,33 \pm 0,005$ mg/kg) is recorded in *gbadé dida*. The results of this biochemical study show that snack foods have a high nutritional quality.

Keywords : *snacks, cereals, macronutrients, micronutrients, Benin.*

1. Introduction

L'homme pour satisfaire ses besoins fondamentaux en l'occurrence l'habitation, l'alimentation et les soins sanitaires fait recours aux ressources naturelles. Ainsi, les besoins en alimentation des populations rurales africaines, sont assurés à partir de l'agriculture de subsistance qu'elles complètent par des espèces sauvages comestibles [1]. Les produits agricoles sont constitués des céréales, des racines et tubercules, des rhizomes et des produits maraîchers qui pour la plupart sont préparés au moyen de technologies traditionnelles rarement améliorées [2]. Dans la région Ouest africaine, les céréales les plus consommées sont, par ordre d'importance, le maïs, le riz, le mil et le sorgho [3, 4]. La transformation des céréales fait partie intégrante de l'artisanat alimentaire et de la vie socio-économique des peuples d'Afrique et en particulier ceux du Bénin [5 - 7]. Ces céréales peuvent être transformées en une large gamme de boissons et d'aliments dont les appellations varient selon les ethnies africaines. Il s'agit des boissons (*tchapkalo*, *tchoukoutou* ou *burkutu*, *dolo*), des bouillies (*aklui*, *akluyonou*, *koko*), des boulettes (*ciéré*, *yèkè-yèkè* etc.), des pâtes [6 - 11] et des casse-croûtes issus de diverses technologies [12]. Ces mets constituent pour la plupart des plats coutumiers des populations africaines [8]. Les casse-croûtes sont des collations considérées comme des portions de nourriture souvent plus petites qu'un repas ordinaire, consommées souvent entre les repas [13].

Les céréales et produits dérivés fournissent à la population mondiale près de la moitié de l'apport énergétique alimentaire global; ce faisant, elles procurent plus de 40 % des protéines [14]. Les grains de céréales constituent la principale ressource alimentaire de l'homme et de l'animal et possèdent un pouvoir nutritionnel important [15]. Pour la production des casse-croûtes céréaliers, une diversité de céréales sont exploitées [12]. Ces casse-croûtes classés dans la catégorie des aliments de rue sont vendus dans les lieux publics tels que les parkings (gares routières), les hôpitaux, les universités, les écoles et les marchés [16]. Les stands se trouvant le long des trottoirs sont aussi des lieux de vente [17]. De même, ils sont vendus le long des axes routiers au Bénin et occupent une place importante dans l'alimentation pour calmer la faim des voyageurs [18]. Cependant, ces casse-croûtes peuvent présenter parfois des insuffisances nutritionnelles. L'origine de ces insuffisances nutritionnelles sont multiples, ainsi les matières premières transformées, les matières secondaires et les ingrédients (épices) ajoutés avant ou au cours de la production peuvent influencer la qualité du produit. De même, la technologie utilisée, la qualité douteuse des huiles et de l'eau utilisée pour la transformation peuvent aussi impacter leurs qualités. Vu le recours important fait aux casse-croûtes au Bénin, des populations dans l'alimentation quotidienne surtout lors des voyages routiers [18], il s'avère indispensable d'évaluer la qualité nutritionnelle desdits casse-croûtes céréaliers commercialisés dans sept (07) département du Bénin une zone à forte pression démographique.

2. Matériel et méthodes

2-1. Cadre d'étude

Les recherches ont été effectuées dans sept (07) départements du Bénin. (Atlantique, Littoral, Mono, Couffo, Ouémé, Plateau et Zou). La zone d'étude (**Figure 1**) est une région à forte concentration démographique avec un climat tropical humide de deux saisons pluvieuses alternant avec deux saisons sèches. La température moyenne annuelle varie de 25 à 29°C. Les principales cultures agricoles sont: le maïs, le riz, le manioc, le niébé, l'arachide et le palmier à huile. Pour la présente étude, le choix porté sur les sept (07) départements est basé sur la densité de la population, les activités de transformation des produits céréaliers, et les habitudes alimentaires des populations.

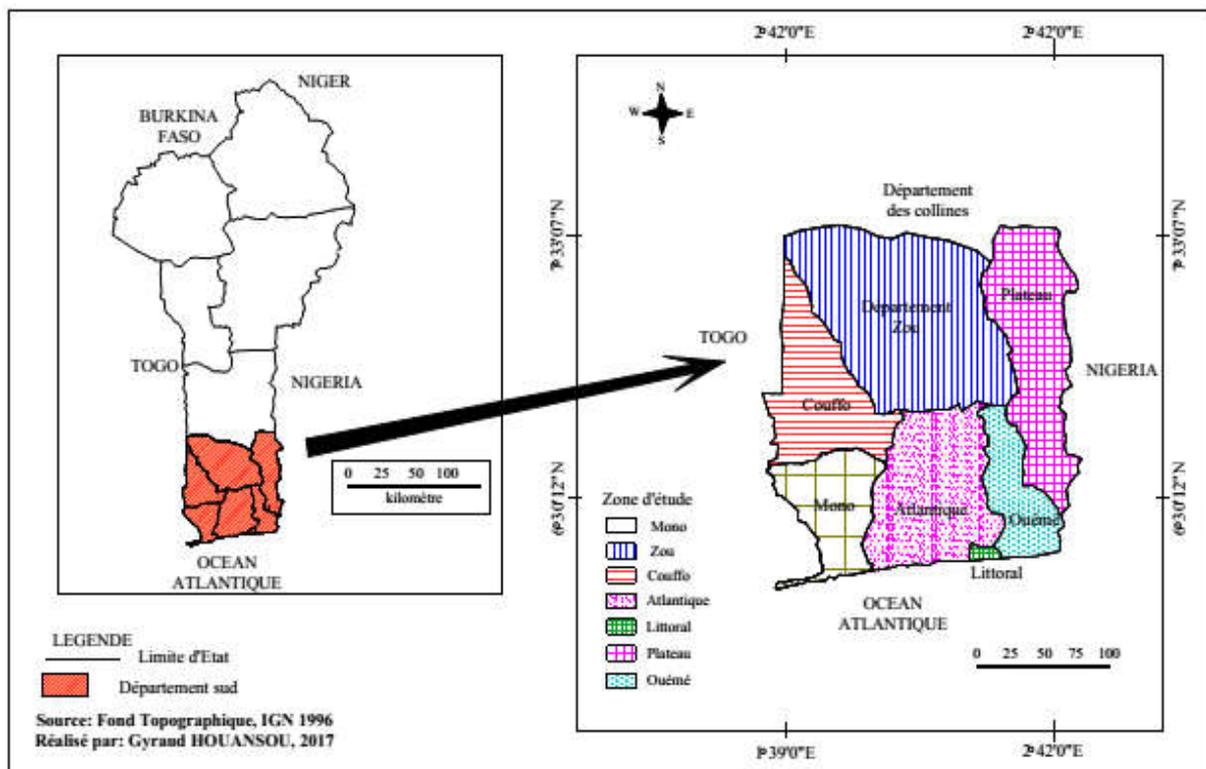


Figure 1 : Carte géographique montrant les sept (07) départements concernés

2-2. Matériel d'étude

Le matériel d'étude utilisé dans cette étude est constitué des échantillons des principaux casse-croûtes à base de céréales produits et commercialisés dans la zone d'étude. Il s'agit de : *mougnon ganvi*, *hanmi klaklou*, *dégon klèklè*, *avoumi*, *massa*, *bokoun dida*, *gbadé dida*, *ablo*, *abla*, *gbadé mimin* et *kandji*. La description sommaire des différents casse-croûtes produits et consommés dans la zone d'étude est présentée (**Tableau 1**).

Tableau 1 : Brève description des casse-croûtes

Noms des casse-croûtes selon les appellations en langues locales	Description sommaire
<i>Mougnon ganvi</i>	Galette salée frite à base de maïs façonnée sous forme de petites boules.
<i>Hanmi klaklou</i>	Galette allongée façonnée frite à base de maïs et de condiments
<i>Dégon klèklè</i>	Galette arrondie frite à base de maïs assaisonnée et mélangée aux crevettes
<i>Avoumi</i>	Galette assaisonnée frite à base de maïs faite en chaîne de boules
<i>Massa</i>	Gâteau frit sucré à base de farine de maïs légèrement fermentée
<i>Bokoun dida</i>	Grains de maïs bouillis ou grillé, mélangés avec des graines d'arachide cuites ou grillées.
<i>Gbadé mimin</i>	Épi de maïs grillé salé ou non et consommé avec de l'amande de noix de coco ou avec de l'arachide
<i>Gbadé dida</i>	Épis de maïs bouillis salé ou non et consommés avec de l'amande de coco ou de l'arachide
<i>Ablo</i>	Pâte cuite, sucrée salée, fermentée à la levure obtenue à partir du manwè (farine de maïs fermenté) et de la farine de maïs, de blé ou du riz
<i>Kandji</i>	Pâte cuite sucrée à base de maïs emballée dans des feuilles végétale
<i>Abla</i>	Pâte cuite à base de farine de maïs et de niébé emballée dans des feuilles végétales

La **Figure 2** montre les photos de quelques différents types de casse-croûtes utilisés pour cette étude.

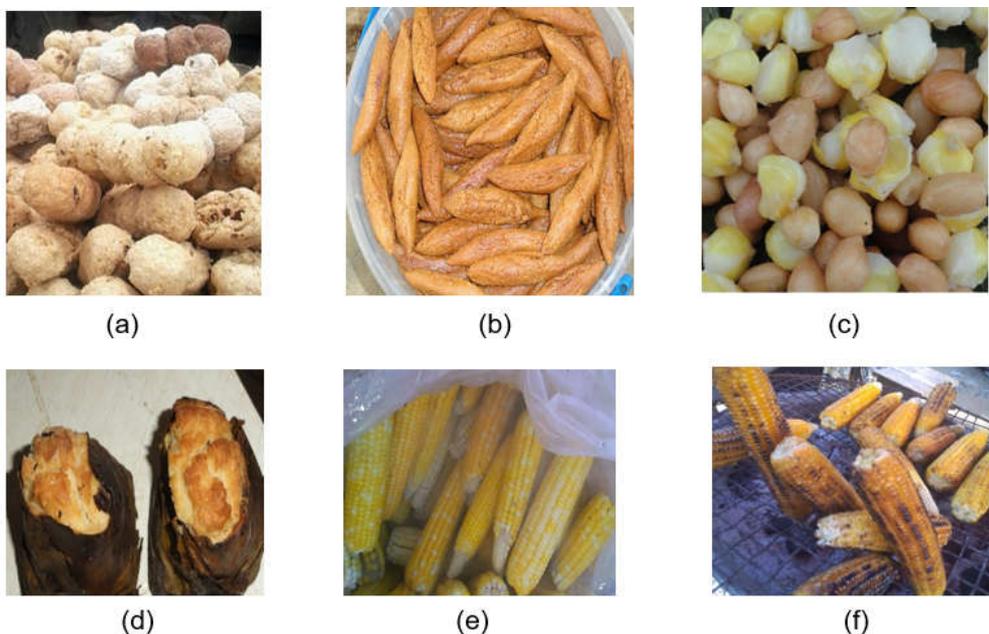


Figure 2 : Quelques casse-croûtes à base de céréales produits et commercialisés

Légende : (a) = Avoumi ; (b) = Hanmi klaklou ; (c) = Bokoun dida ; (d) = Kandji ; (e) = Gbadé dida ; (f) = Gbadé mimin

2-3. Méthodes

2-3-1. Échantillonnage

Les échantillons sont constitués des principaux casse-croûtes céréaliers produits et commercialisés dans sept (07) départements du Bénin. Onze (11) types de casse-croûtes ont été choisis et pour chaque type 3 échantillons ont été fait à raison d'un prélèvement toutes les deux (02) semaines. Au total, trente-trois (33) échantillons de casse-croûtes ont été prélevés et analysés. Les échantillons prélevés dans des sachets de prélèvement stérile de marque Dailypac MOKA avec une face transparente pour un contrôle visuel optimal ont été acheminés aussitôt au laboratoire dans un délai variant de 20 minutes à 2 heures pour les analyses nutritionnelles.

2-3-2. Analyses nutritionnelles

Les protéines totales, les glucides, le calcium (Ca), le magnésium et le potassium (K) (Mg) ont été dosés dans les échantillons prélevés.

2-3-2-1. Dosage des macronutriments

2-3-2-1-1. Dosage des protéines

Le dosage des protéines a été fait suivant la méthode NTK (American Oil Chemists Society [19]). Avant le dosage des protéines, une minéralisation a été faite. En effet, 0,5 gramme d'échantillon a été prélevé et moulu dans une fiole digesdhal de 100 mL auquel 4 mL d'acide sulfurique concentré ont été ajoutés et l'ensemble a été porté à 440°C sur le minéralisateur. Le mélange a été laissé carboniser pendant 3 à 5 minutes. A ce mélange, 10 mL d'eau oxygénée 30 ou 50 % volume ont été ajoutées à l'aide d'un entonnoir à capillaire. Si l'échantillon n'est pas tout à fait clair, il faut continuer à ajouter des fractions de 5 mL. L'eau oxygénée a été laissée s'évaporer entièrement et la fiole a été retirée du minéralisateur. Après refroidissement (15 min environ), de l'eau distillée a été complétée jusqu'au trait de 100 ml (minéralisât). Le minéralisât a été utilisé pour mesurer l'ammonium sous la forme NTK. Le résultat a été rapporté en mg/kg avant d'appliquer le facteur de conversion de l'azote en protéines (6,25) selon la **Formule** suivante :

$$\text{Protéines (mg/kg)} = \text{Ammonium (NTK) mesuré} \times F \times 10000 \quad (1)$$

F est le facteur de conversion de l'azote en protéines (F est égal à 6,25)

2-3-2-1-2. Dosage des glucides ou sucres totaux

Les sucres totaux sont déterminés selon la méthode décrite par [20]. Pour la détermination des glucides (sucres totaux) dans les échantillons de casse-croûtes, 0,1 g de l'échantillon finement broyé a été prélevé et mis dans un tube à essai. Dans chaque tube ont été ajoutés 10 mL d'acide sulfurique 60 %. Le mélange est incubé au bain-marie bouillant (à 80°C) pendant 15 mn puis à la température ambiante pendant 10 mn. À 0,5 mL de l'échantillon préalablement préparé ; 0,5 ml de l'orcinol 5 % a été ajouté. Après homogénéisation, 2 mL du H₂SO₄ (75 %) ont été ajoutés au mélange. Le mélange est ensuite traité comme le standard ayant servi à construire la courbe d'étalonnage. La concentration des sucres totaux est déduite à partir de courbe étalon des sucres totaux avec le D-glucose comme sucre de référence.

2-3-2-2. Dosage des micronutriments

Les micronutriments tels que le calcium (Ca), magnésium (Mg) et le potassium (K) ont été dosés suivant la méthode de [21] et de [22]. Avant le dosage des micronutriments (calcium, magnésium et potassium), une minéralisation a été faite. En effet, 0,5 g d'échantillon a été prélevé et moulu dans une fiole digesdhal de 100 ml auquel 4 ml d'acide sulfurique concentré ont été ajoutés. L'ensemble a été porté à 440°C sur le minéralisateur. Le mélange a été laissé carboniser pendant 3 à 5 minutes. A ce mélange, 10 mL d'eau oxygénée 30 ou 50 % volume ont été ajoutées à l'aide d'un entonnoir à capillaire. Si l'échantillon n'est pas tout à fait clair, il faut continuer à ajouter des fractions de 5 mL. L'eau oxygénée a été laissée s'évaporer entièrement et la fiole a été retirée du minéralisateur. Après refroidissement (15 min environ), de l'eau distillée a été complétée jusqu'au trait de 100 mL (minéralisât). Une neutralisation du minéralisât a été faite en ajoutant à un volume précis du minéralisât une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) 5N jusqu'à une valeur de pH comprise entre 4 et 5 et complété au double du volume de départ (prise en compte de la dilution).

➤ Dosage de calcium (Ca) et de magnésium (Mg)

Le dosage du calcium et celui du magnésium ont été fait sur la fraction neutralisée par la méthode à l'Éthylènediaminetétraacétique (EDTA) à l'aide d'un titreur digital de 25 mL avec un pas de 0,01 mL. L'Équation (2) a permis de calculer la teneur en calcium.

$$\text{Calcium (mg/kg)} = \frac{(V(\text{EDTA})_v - V_b) \times F \times 4 \times 0,1 \times 1000}{P} \quad (2)$$

avec, $V(\text{EDTA})_v$: le volume d'EDTA versé en ml ; V_b : le volume blanc en ml ; F : le facteur de dilution ; P : le poids minéralisé en g.

La teneur en magnésium a été calculée suivant l'Équation (3)

$$\text{Magnésium (mg/kg)} = \frac{((V(\text{EDTA})_d - V_b) \times F - (V(\text{EDTA})_v - V_b) \times F) \times 2,42 \times 0,1 \times 1000}{P} \quad (3)$$

$V(\text{EDTA})_v$: le volume d'EDTA versé en ml ; $V(\text{EDTA})_d$: le volume d'EDTA de la dureté totale en ml ; V_b : le volume blanc en ml ; F : le facteur de dilution ; P : le poids minéralisé en g.

➤ Dosage du potassium (K)

La détermination de la teneur en potassium est faite par la méthode à la flamme grâce à des lampes spécifiques sur spectrophotomètre d'absorption atomique. Cette teneur est calculée suivant l'Équation (4)

$$\text{Log}(I_0/I) = KCL \quad (4)$$

I = intensité du rayonnement transmis; I_0 = intensité du rayonnement incident; K = coefficient d'absorption.

2-3-3. Analyses statistiques

Les valeurs des paramètres nutritionnels déterminées ont fait l'objet d'une analyse statistique descriptive (moyenne, minimum, maximum et écart-type). L'Analyse en Composante Principale (ACP) a été également réalisée afin de mettre en évidence les relations entre les différents casse-croûtes et les paramètres nutritionnels. Le logiciel STATISTICA version 6 a été utilisé pour la réalisation de l'ACP.

3. Résultats

3-1. Teneurs en macronutriments des casse-croûtes analysés

Les teneurs moyennes en macronutriments ainsi que celles des micronutriments varient selon les casse-croûtes. Cependant, les extrêmes des écarts types des casse-croûtes varient de 0,01 à 0,03 pour les casse-croûtes frits, de 0,004 à 0,025 pour les casse-croûtes cuits et de 0,005 à 0,04 pour les casse-croûtes grillés. Les 33 échantillons de casse-croûtes analysés révèlent des valeurs moyennes comprises entre 1586,45 ± 0,01 mg/kg et 411456,81 ± 0,004 mg/kg. La plus forte teneur moyenne en protéines (370875 ± 0,005 mg/kg) est enregistrée dans *abla*, ensuite suivie de *dégon Klèklè* (355762 ± 0,02 mg/kg). Les casse-croûtes tels que *hanmi klaklou*, *avoumi*, *mougnon ganviet* et *massa* ont une teneur moyenne en protéines respectives de 306875 ± 0,03 mg/kg ; 300765 ± 0,03 mg/kg ; 150236 ± 0,02 mg/kg et 90210 ± 0,01 mg/kg. Les plus faibles teneurs moyennes en protéines sont obtenues dans les casse-croûtes communément appelés *bokoun dida*, *ablo*, *gbadé dida*, *gbadé mimin* avec des valeurs respectives de 3525,5 ± 0,05 mg/kg, 3021,25 ± 0,08 mg/kg, 2756,61 ± 0,02 mg/kg et de 1586,45 ± 0,01 mg/kg. Dans l'ensemble des casse-croûtes analysés, *abla* concentre 1,04 fois de protéines que *dégon klèklè* ; 1,21 fois que *hanmi klaklou* ; 1,23 fois que *avoumi* ; 4,11 fois que *massa* ; 16,98 fois que *kandji* ; 24,69 fois que *mougnon ganvi* ; 105,20 fois que *bokoun dida* ; 122,75 fois que *ablo* ; 134,54 fois que *gbadé dida* et 233,78 fois que *gbadé mimin*. Les teneurs moyennes en glucides (**Figure 3**) obtenues dans les échantillons de casse-croûtes analysés oscillent entre 292337 ± 0,04 mg/kg et 411456,81 ± 0,004 mg/kg. Celles en glucide les plus élevées sont obtenues dans les casse-croûtes tels que *ablo*, *bokoun dida* et *gbadé dida* avec des teneurs respectifs de 411456,81 ± 0,004 mg/kg, 374456,12 ± 0,02 mg/kg et de 368585,11 ± 0,008 mg/kg. Les plus faibles teneurs moyennes en glucide sont enregistrées dans les casse-croûtes *abla* et *dégon klèklè* avec des teneurs respectives de 292337 ± 0,04 mg/kg et de 301896 ± 0,09 mg/kg. Par contre, il n'y a pas eu trop de différence entre les teneurs en glucides dosées dans les casse-croûtes tels que *mougnon ganvi* (320875 ± 0,09 mg/kg), *hanmi klaklou* (322337 ± 0,05 mg/kg), *dégon klèklè* (321896 ± 0,09 mg/kg), *avoumi* (322236 ± 0,03 mg/kg) et *massa* (323650 ± 0,009 mg/kg). Sur l'ensemble des casse-croûtes analysés, il révèle que *ablo* concentre 1,09 fois de glucides que *bokoun dida* ; 1,12 fois que *gbadé dida* ; 1,21 fois que *gbadé mimin* ; 1,24 fois que *kandji* ; 1,28 fois que *mougnon ganvi*, *hanmi klaklou*, *avoumi*, *bokoun dida* ; 1,36 fois que *dégon klèklè* et 1,41 fois que *abla*. Les teneurs en glucide pour l'ensemble des casse-croûtes dépassent celle des protéines, soit un pourcentage de 81,81 % exceptés les casse-croûtes *abla* et *dégon klèklè* (**Figure 3**).

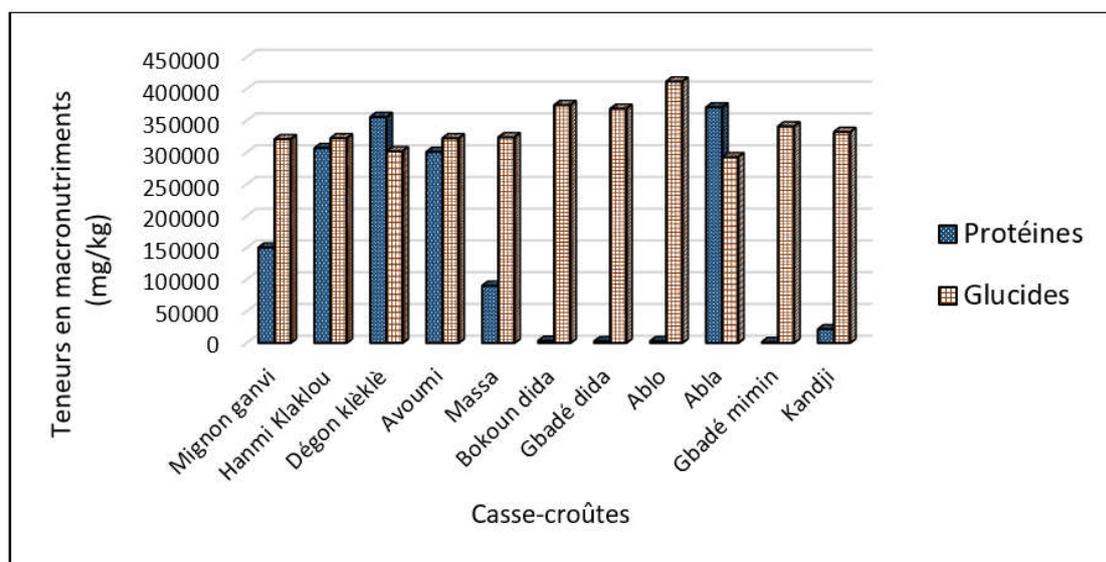


Figure 3 : Composition moyenne en macronutriments des casse-croûtes céréaliers

3-2. Teneurs en micronutriments des casse-croûtes analysés

Les teneurs moyennes en micronutriments des 33 échantillons de casse-croûtes présentent dans l'ensemble une teneur maximale égale à $2682,46 \pm 0,03$ mg/kg et minimale de $25,44 \pm 0,03$ mg/kg (**Figure 4**). Les résultats obtenus révèlent que les plus fortes teneurs en magnésium sont obtenues dans *bokoun dida* ($19132,15 \pm 0,005$ mg/kg) (**Figure 3**). Par contre, les plus faibles teneurs sont obtenues dans les casse-croûtes tels que *gbadé mimin* ($89,35 \pm 0,02$ mg/kg) ; *kandji* ($93,13 \pm 0,02$ mg/kg) ; *massa* ($235,23 \pm 0,025$ mg/kg) ; *gbadé dida* ($101,11 \pm 0,02$ mg/kg), *ablo* ($202,2 \pm 0,025$ mg/kg), et *abla* ($265,35 \pm 0,02$ mg/kg). De cette analyse, il ressort que *bokoun dida* concentre 28,12 fois que *dégon klèklè* ; 28,75 fois que *hanmi klaklou* ; 34,96 fois que *mougnon ganvi* ; 36,21 fois que *avoumi* ; 72,1 fois que *abla* ; 81,33 fois que *massa* ; 94,62 fois que *ablo* ; 189,22 fois que *gbadé dida* ; 205,43 fois que *kandji* et 214,43 fois que *gbadé mimin*. Les plus fortes teneurs en potassium sont enregistrées dans les échantillons de *bokoun dida* ($71,32 \pm 0,02$ mg/kg), de *gbadé dida* ($69,33 \pm 0,005$ mg/kg) et de *abla* ($65,42 \pm 0,005$ mg/kg) (**Figure 3**). Puis, viennent les casse-croûtes *gbadé mimin* ($57,96 \pm 0,02$ mg/kg) et *kandji* ($56,44 \pm 0,005$ mg/kg). La teneur en potassium la plus faible est celle obtenue dans *massa* ($25,44 \pm 0,03$ mg/kg). Le magnésium ne présente pas une grande différence de teneur dans les échantillons *avoumi* ($40,75 \pm 0,02$ mg/kg), *hanmi klaklou* ($41,42 \pm 0,02$ mg/kg) et *dégon klèklè* ($42,3 \pm 0,01$ mg/kg). Dans l'ensemble des casse-croûtes analysés, *bokoun dida* concentre 1,02 fois de potassium que *gbadé dida* ; 1,09 fois que *abla* ; 1,23 fois que *gbadé mimin* ; 1,26 fois que *kandji* ; 1,51 fois que *ablo* ; 1,68 fois que *dégon klèklè* ; 1,72 fois que *hanmi klaklou* ; 1,75 fois que *avoumi* ; 1,81 fois que *mougnon ganvi* et 2,80 fois que *massa*. Les échantillons de casse-croûtes analysés ont des teneurs en calcium qui varient de $239,33 \pm 0,005$ mg/kg à $2682,46 \pm 0,03$ mg/kg (**Figure 4**). Les plus faibles teneurs en calcium sont obtenues dans les échantillons de *gbadé mimin* ($239,33 \pm 0,005$ mg/kg), *kandji* ($313,11 \pm 0,015$ mg/kg) et *massa* ($336,23 \pm 0,02$ mg/kg). Par contre, les plus fortes teneurs en calcium sont obtenues dans *bokoun* ($2682,46 \pm 0,03$ mg/kg) et *gbadé dida* ($2306,12 \pm 0,015$ mg/kg). Des teneurs importantes sont aussi obtenues dans les casse-croûtes tels que *hanmi klaklou*, *mougnon ganvi*, *avoumi*, *abla* et *ablo* avec des valeurs respectives de $1774,26 \pm 0,015$ mg/kg, de $1621,89 \pm 0,02$ mg/kg, de $1603,75 \pm 0,02$ mg/kg, de $1574,26 \pm 0,02$ mg/kg et de $697,35 \pm 0,02$ mg/kg. Dans l'ensemble des casse-croûtes analysés, *bokoun dida* concentre 1,16 fois que *gbadé dida* ; 1,41 fois que *dégon klèklè* ; 1,51 fois que *hanmi klaklou* ; 1,65 fois que *mougnon ganvi* ; 1,67 fois que *avoumi* ; 1,70 fois que *abla* ; 3,85 fois que *ablo* ; 7,98 fois que *massa* ; 8,57 fois que *kandji* et 11,21 fois que *gbadé mimin*.

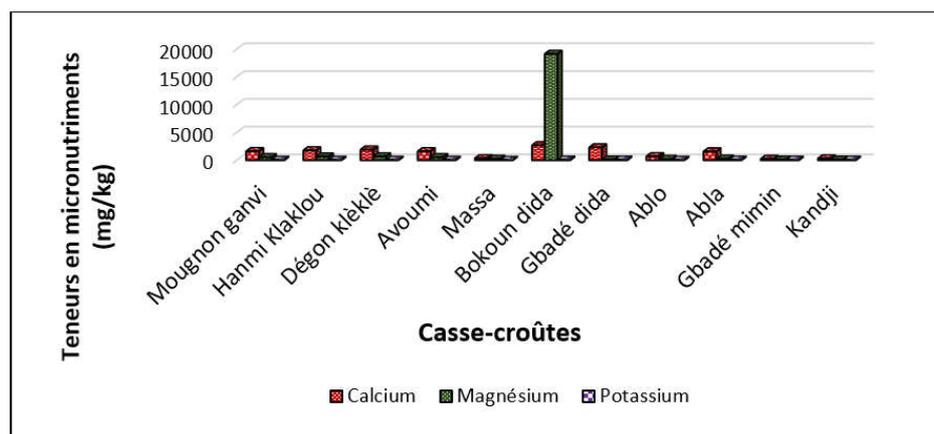


Figure 4 : Composition en micronutriments des casse-croûtes céréaliers

3-3. Relation entre les différents casse-croûtes et les paramètres nutritionnels

La relation entre les différents casse-croûtes et les paramètres nutritionnels a été mise en exergue à travers l'analyse en composante principale. Les résultats de l'ACP des paramètres nutritionnels des casse-croûtes à

base de céréale produits dans sept départements du Bénin montrent que les deux premiers axes expliquent à 78,31 % (**Figure 5**) toute la variabilité de l'impact de ces paramètres sur la qualité des casse-croûtes. L'axe F1 contribue à 46,05 % et est corrélé positivement avec les protéines et négativement avec les glucides (sucres totaux), le potassium et le magnésium. Par contre, l'axe F2 contribue à 32,26 % et est corrélé positivement avec les protéines et le calcium et négativement avec les glucides.

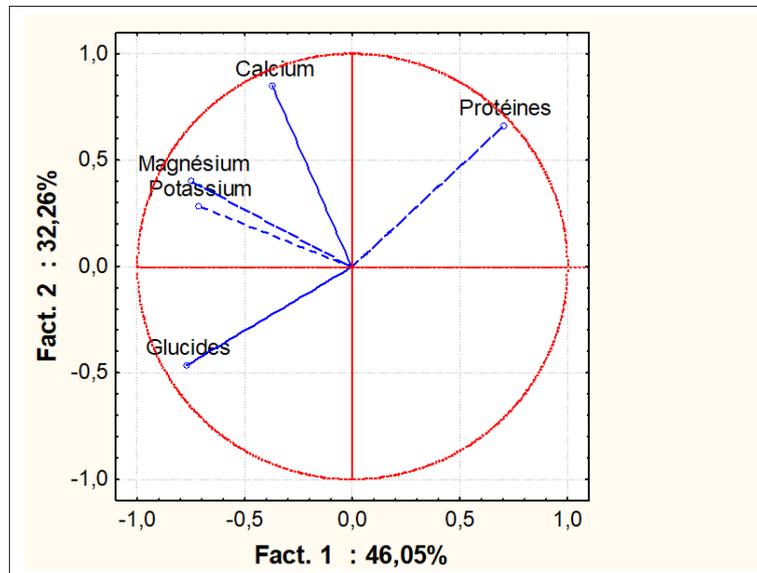


Figure 5 : Projection des variables (paramètres nutritionnels) sur le plan factoriel F1-F2

L'analyse de la projection des individus (type de casse-croûtes) sur le plan factoriel F1-F2 (**Figure 6**) permet de mettre en évidence trois regroupements. Le premier regroupement prend en compte les casse-croûtes *bokoun dida* et *gbadé dida* qui sont riches en glucides, en magnésium et en potassium mais pauvres en protéines. Le deuxième regroupement implique les casse-croûtes *abla*, *dégon klèklè*, *hanmi klaklou* et *avoumi* qui sont riches en protéines et en calcium. Le troisième regroupement prend en compte les casse-croûtes *kandji*, *gbadé mimin*, *massa* et *ablo* qui sont riches en glucides mais pauvres en protéines et en calcium.

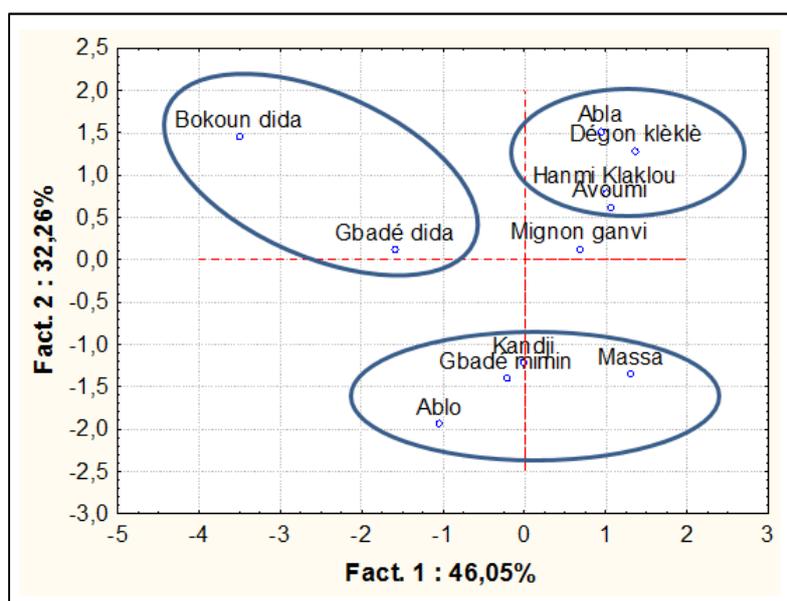


Figure 6 : Projection des individus (types de casse-croûtes) sur le plan factoriel F1 - F2

4. Discussion

Les résultats issus de cette étude permettent de révéler que les casse-croûtes produits à base des céréales et commercialisés dans sept départements du Bénin (l'Atlantique, le Littoral, le Mono, le Couffo, l'Ouémé, le Plateau et le Zou) possèdent des teneurs en macronutriments (protéines et glucides) et en micronutriments (calcium (Ca), magnésium (Mg) et potassium (K)) non négligeables. Parmi les types de casse-croûtes analysés, ceux de types frits (*dégon klèklè*, *avoumi* et *hanmi klaklou*) sont plus riches en protéines que les deux autres types (cuits et grillés) de casse-croûtes analysés. Il faut noter que parmi les casse-croûtes cuits, *abla* révèlent une forte valeur nutritionnelle en protéines à cause des ingrédients ajoutés. Cette variation de teneurs en protéines obtenues ou celles de tout autre élément dosé dans ces casse-croûtes s'explique par la richesse en composants nutritionnels de différentes variétés de céréales utilisées [23]. Ces résultats sont en accord avec ceux des travaux de [24] qui ont rapporté que la qualité nutritionnelle et l'intégrité des grains de maïs sont influencées par de nombreux facteurs, notamment le patrimoine génétique, l'environnement et le traitement des grains. Également, la forte teneur en protéines déterminée dans *abla* et *dégon klèklè* a pour origine l'ajout d'autres denrées au cours de la production. Il s'agit notamment des crevettes, du niébé et des noix de palme qui sont des sources de protéines. Ces denrées procurent aux casse-croûtes *abla* et *dégon klèklè* une teneur en protéines qui constituent des nutriments essentiels pour le maintien de l'organisme.

Selon [25], le rôle principal des protéines alimentaires est de combler les besoins de l'organisme en azote et en acides aminés essentiels dont elle est composée. Les faibles teneurs en protéines enregistrées dans certains casse-croûtes (*gbadé mimin* (1586,45 mg/kg), *gbadé dida* (2756,61 mg/kg) et *ablo* (3021,25 mg/kg)), sont dues au fait qu'au cours de la production aucune denrée riche en protéines n'est ajoutée en complément comme dans le cas de *abla* et *dégon klèklè*. Ces mêmes observations ont été faites par [3], dans leur étude relative à l'évaluation des procédés traditionnels de production du *ablo*, un pain humide, commercialisé au Bénin et dans la sous-région. Selon les mêmes auteurs, les faibles teneurs en protéines dans du *ablo* s'expliquent par l'utilisation du riz importé qui a été usiné avant sa commercialisation. L'utilisation des variétés locales de riz pour la production du *ablo* constitue donc un atout sur le plan nutritionnel, puisqu'elles peuvent permettre de relever la teneur en protéines de cet aliment. En dehors de la valeur diversifiée en protéines que contiennent les casse-croûtes analysés de fortes teneurs en glucides sont enregistrées. Les casse-croûtes cuits (*gbadé dida*, *bokoun dida* et *ablo*) sont plus riches en glucides que ceux frits et grillés. Tous les casse-croûtes analysés ont des teneurs en glucides plus élevées que celle des protéines sauf dans les denrées *Abla* et *Dégon klèklè* dont les teneurs en protéines sont supérieures à celles des glucides. Cette forte teneur en glucides obtenues dans les casse-croûtes se justifie par le fait que les glucides représentent la portion la plus importante de la matière sèche des céréales [25].

Ces résultats sont en accord avec ceux de [23], où les teneurs en glucides de deux farines infantiles faites à base de céréales font 65 % et 62 % de la composition totale des valeurs nutritionnelles. Les différences observées au niveau de cette teneur en glucides des casse-croûtes analysés sont dues au type de variétés de céréales utilisées et aux différentes technologies de production [23]. Il faut noter que la plus forte teneur en glucides obtenue dans du *ablo* ($411456,81 \pm 0,004$ mg/kg) est due à la combinaison de deux céréales telles que le maïs et le riz qui sont toutes deux riches en amidon [11]. Les glucides constituent la principale source énergétique utilisable par l'organisme [10]. En ce qui concerne les micronutriments dosés dans les casse-croûtes, les casse-croûtes de type cuit concentre plus de micronutriments que les deux autres (frits et grillés). Il faut noter que parmi ces casse-croûtes cuits analysés, *bokoun dida* a enregistré les plus fortes valeurs en micronutriments (Magnésium ($19132,15 \pm 0,005$ mg/kg), potassium ($71,32 \pm 0,02$ mg/kg) et calcium ($2682,46 \pm 0,03$ mg/kg)). Ces plus fortes teneurs en ces micronutriments obtenues dans *bokoun dida* sont dues au fait que *bokoun dida* est une association de grains de maïs cuit et de graines d'arachides cuites. Les graines d'arachides sont des produits riches en magnésium, en potassium et en calcium [26]. Ces résultats sont aussi en accords avec ceux de [27] sur la valeur nutritionnelle des légumineuses alimentaires au Burkina-

Faso. En dehors des casse-croûtes cuits, *dégon klèklè*, *hanmi klaklou* et *avoumi* sont également riches en calcium mais faibles en potassium. Ces fortes teneurs en calcium sont respectivement égales à $1902,05 \pm 0,02$ mg/kg ; à $1774,26 \pm 0,015$ mg/kg et à $1603,75 \pm 0,02$ mg/kg et sont dues aux différents ingrédients ajoutés à la production de ces casse-croûtes. Aussi, ces minéraux peuvent-ils provenir de l'utilisation de la matière inorganique du sol, des applications des engrais au cours de la culture des céréales et autres produits alimentaire d'origine végétale [10, 28]. Il ressort des résultats issus de l'analyse nutritionnelle des différents types de casse-croûtes que les casse-croûtes frits concentrent 1,65 fois plus de protéines que ceux cuits et grillés. Par contre, les casse-croûtes cuits concentrent 1,07 fois plus de glucides que les casse-croûtes frits et grillés. En ce qui concerne les micronutriments dosés dans les types de casse-croûtes analysés, il ressort que les casse-croûtes de types cuits concentrent plus de micronutriments (2,4 fois plus de magnésium; 1,25 fois plus de potassium et 1,32 fois de calcium) que les casse-croûtes frits et grillés. L'analyse en Composante principale des paramètres nutritionnels des casse-croûtes montre la relation entre les différents casse-croûtes et leur profil nutritionnel. Cette analyse confirme les résultats des macronutriments et micronutriments obtenus. Il faut noter que l'ACP révèle que le casse-croûtes *mougnon ganvi* n'appartient à aucun des trois regroupements du fait que sa composition nutritionnelle est faible à l'égard de tous les paramètres nutritionnels considérés. Cette différence notable est due au fait que ce casse-croûte au cours de sa production subit une double friture qui peut être à l'origine de la réduction de ces paramètres nutritionnels. De très nombreuses réactions sont mises en œuvre lors de la transformation des aliments solides [29]. Il s'agit entre autres de l'hydrolyse des lipides, des glucides et des protéines ; de la dénaturation des protéines ; de l'oxydation des vitamines, de la polymérisation des lipides et protéines ; de l'isomérisation des vitamines et des lipides, de la réaction de Maillard (formation de couleur par interaction entre acides aminés et glucides ; etc. [30]. L'une des conséquences d'une friture abusive des aliments est qu'elle provoque la consommation d'huile contenant des acides gras saturés reconnus comme étant des facteurs de risque contribuant aux maladies cardiovasculaires, au diabète, à l'hypertension, à l'obésité et au cancer [31, 32]. A l'issue, de ces travaux, il faut que des approches d'amélioration de point de vue hygiénique et technologique soit apportés à la production des casse-croûtes afin d'optimiser un peu plus leurs teneurs en composants nutritionnels.

5. Conclusion

Cette étude montre que les casse-croûtes produits localement à base de céréales et appelés *mougnon ganvi*, *hanmi klaklou*, *dégon klèklè*, *avoumi*, *massa*, *bokoun dida*, *gbadé dida*, *ablo*, *abla*, *gbadé mimin*, *kandji* dans diverses ethnies et commercialisés dans les sept départements de la zone d'étude constituent des aliments qui sont dotés de divers éléments nutritionnels. Les caractéristiques nutritionnelles de ces casse-croûtes révèlent la présence de protéines, de glucides, de calcium, de magnésium et de potassium. Ces différents nutriments présents dans les casse-croûtes jouent un rôle bénéfique pour le bon fonctionnement de l'organisme. Il ressort de cette étude que les casse-croûtes frits concentrent plus de protéines que ceux cuits et grillés. Et ceux cuits concentrent plus de glucides que les casse-croûtes frits et grillés. En ce qui concerne les micronutriments, il ressort que les casse-croûtes de types cuits concentrent plus de micronutriments que les casse-croûtes frits et grillés. Cependant, il est nécessaire de veiller à leur qualité sur le plan hygiénique afin de garantir une bonne sécurité sanitaire des consommateurs.

Références

- [1] - K. M. SHIUNDU, "Role of African Leafy Vegetables (ALVs) in alleviating food and nutrition insecurity in Africa" *African Journal Food Nutrition of Science*, 2 (2) (2002) 96 - 97
- [2] - C. CANET, l'alimentation de rue en Afrique. Revue et Collection "Aliments dans les villes" Service de la commercialisation et des financements ruraux (AGSM), (1997) 12 p.
- [3] - J. DOSSOU, G. E. OSSEYI, F. K. K. AHOKPE, S. D. P. ODJO, "Évaluation des procédés traditionnels de production du *ablo*, un pain humide cuit à la vapeur, au Bénin" *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5 (3) (2011) 953 - 967
- [4] - FAOSTAT, Division Statistique de la FAO, (2016). <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>. Consulté le 10/07/2019 à 14h
- [5] - C. M. NAGO, "La transformation alimentaire traditionnelle du maïs au Bénin : détermination des caractéristiques physicochimiques des variétés en usage ; relations avec l'obtention et la qualité des principaux produits dérivés" Thèse de doctorat d'État Ès Sciences, Université Paris 7-Denis Diderot-UFR de Biochimie, (1997) 199 p.
- [6] - R. NOUT, D. J. HOUNHOUGAN, T. V. BOECKEL, "Les aliments : transformation, conservation et qualité (Backhuys Publishers)", Wageningen, Pays-Bas, (2003)
- [7] - C. C. K. TCHEKESSI, I. Y. BOKOSSA, G. J. F. HOUNKPATIN, J. BANON, N. ADIGUN, P. SACHI, C. AGBANGLA, "Étude socio-économique et technologique de fabrication des boulettes de céréales pour la production d'une boisson fermentée de type probiotique consommée au Bénin" *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 9 (3) (2014) 1323 - 1335
- [8] - K. F. AHOKPÈ, "Valorisation des aliments traditionnels locaux : Évaluation des procédés traditionnels de préparation de Ablo, une pâte fermentée cuite à la vapeur". Maîtrise, FAST/UAC, (2005) 51 p.
- [9] - B. SARR, L. KAFANDO, S. ATTA, "Identification des risques climatiques de la culture du maïs au Burkina Faso" *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5 (4) (2011) 1659 - 1675
- [10] - K. P. DEFFAN, L. AKANVOU, R. AKANVOU, G. J. NEMLIN, P. L. KOUAMÈ, "Évaluation morphologique et nutritionnelle de variétés locales et améliorées de maïs (*zea mays*) produites en Côte d'Ivoire" *Afrique Science*, 11 (3) (2015) 181 - 196
- [11] - I. Y. BOKOSSA, J. S. B. BANON, C. C. K. TCHEKESSI, P. SACHI, A. DJOGBE, R. BLEOUSSI, "Production de *Ablo*, un aliment céréalier fermenté du Bénin". Synthèse bibliographique. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 16 (2016) 356 - 369
- [12] - G. D. HOUANSOU, T. C. GUIDI, A. C. AYENA, V. CHEGNIMONHAN, M. AGASSOUNON DJIKPO TCHIBOZO, "Technologies traditionnelles de production des casse-croûtes à base de céréales au Bénin: importance nutritionnelle, caractéristiques socio-économiques et risques toxicologiques" *Journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé (Togo)*, 20 (2) (2018) 35 - 51
- [13] - B. I. OLUWALANA, "Sensory and microbiological quality assessment of fried snacks produced from ripe and unripe plantain fruits (*Musa paradisiaca*) fortified with *Vigna unguiculata* (L.) Walp (cowpea)" *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8 (1) (2014) 182 - 188
- [14] - A. MARTIN, "Aliments-Classification-typologie" Extraits encyclopedie universalis, (2010) 61 p.
- [15] - N. MAHIDEB, H. MERROUCHE, "Étude des moisissures potentiellement productrices de mycotoxines isolées à partir des grains de blé dur (traités et non traités)". Master. Université des Frères Mentouri Constantine. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Biotechnologie des Mycètes, (2015) 107 p.
- [16] - C. KAMA KASONGO, "Qualité hygiénique des aliments vendus sur la voie publique". Licence en Sciences, Biotechnologie. Université de Kisangani/Congo, (2015) 43 p.
- [17] - L. BABA-MOUSSA, Y. I. BOKOSSA, F. BABA-MOUSSA, H. AHISSOU, Z. ADEOTI, B. YEHOUEOU, A. MAMADOU, F. TOUKOUROU, A. SANNI, "Étude des possibilités de contamination des aliments de rues

- au Bénin : cas de la ville de Cotonou." *Journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé* (Togo), série A, 8 (2) (2006) 149 - 156
- [18] - G. D. HOUANSOU, "Évaluation de la qualité et du risque sanitaire lié aux aliments consommés lors des transports routiers: cas de l'axe Cotonou-Parakou". Master. Université d'Abomey-Calavi. Faculté des Sciences et Techniques. Microbiologie et Technologie Alimentaire, (2013) 48 p.
- [19] - AOCS (American Oil Chemist's Society), 1990. Official methods and recommended practices, 4 Edition, (1990)
- [20] - M. DUBOIS, K. A. GILLES, J. K. HAMILTON, P. A. PEBERS, F. SMITH, Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal Chemical*, 28 (1956) 350 - 356 p.
- [21] - PINTA, "Méthodes de référence pour la détermination des éléments minéraux dans les végétaux : détermination des éléments Ca, Mg, Fe, Mn, Zn et Cu par absorption atomique". *Oléagineux*, 2 (1973) 87 - 92
- [22] - AOAC (Association of Official Analytical Chemists), official methods of analysis chemists. Approved methods of the American Association of Cereal Chemists, USA, (1990)
- [23] - L. M. AMAGBÉGNON, "Évaluation de la qualité nutritionnelle des farines infantiles : Farine mickelange et Blédima-Choco". École Polytechnique D'Abomey-Calavi (EPAC). Université d'Abomey-Calavi. Génie de Technologie Alimentaire. Licence Professionnelle, (2015) 64 p.
- [24] - E. T. NUSS, S. A. TANUMIHARDJO, "Maize : a paramount staple crop in the context of global nutrition". *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9 (2010) 417 - 436
- [25] - F. HONGBÉTÉ, J. M. KINDOSSI, J. D. HOUNHOUGAN, M. C. NAGO, "Production et qualité nutritionnelle des épis de maïs frais bouillis consommés au Bénin" *International Journal of Biological and Chemical Science*, 11 (5) (2017) 2378 - 2392
- [26] - ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire, de l'alimentation, de l'environnement et du travail), table de composition nutritionnelle/Ciqua, (2008) 7 p.
- [27] - F. HAMA-BA, M. SIEDOGO, M. OUÉDRAOGO, A. DAO, H. M. DICKO, B. DIAWARA, "Modalités de consommation et valeur nutritionnelle des légumineuses alimentaires au Burkina-Faso" *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 17 (4) (2017) 12871 - 12888. DOI: 10.18697/ajfand.80.17315
- [28] - M. AGASSOUNON DJIKPO TCHIBOZO, F. TOUKOUROU, C. DE SOUZA, M. H. DICKO, A. S. TRAORE, M. GBEASSOR, "Etudes phytochimiques des feuilles de *Rytigynia canthioides* (Benth.) Robyns (Rubiaceae), une plante médicinale et alimentaire utilisée au Bénin". *Journal de la Société de Biologie Clinique*, 10 (2006) 56 - 61
- [29] - P. BOHUON, B. BROYART, G. TRYSTRAM, "création et transformation de solides alimentaires. In : Mise en œuvre des matières agroalimentaires" (Colonna, P. and Della Valle, G., eds.), Lavoisier, Paris, (2006) 169 - 229 p.
- [30] - H. D. BELITZ, W. GROSCH, P. SCHIEBERLE, food Chemistry, 3ème ed. Springer, Heidelberg - Germany, (2004) 1124 p.
- [31] - IS. SAGUY, D. DANA, "Integrated approach to deep fat frying: engineering, nutrition, health and consumer aspects" *Journal of Food Engineering*, 56 (2003) 143 - 152
- [32] - P. CORNET, N. MASSEBOEUF, le guide Nutrition et Santé. "Alimentation équilibrée et compléments alimentaires". VIDAL, (2006) 480 p.