

## **Formulation de biscuits à base de farine de blé enrichie à la farine de patate douce à chair orange**

**Sènan VODOUHE-EGUEH<sup>1,2\*</sup>, Chérif ALIDOU<sup>1</sup>, Kowiou ABOUDOU<sup>1,3</sup>  
et Mohamed Mansourou SOUMANOU<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Université d'Abomey-Calavi, Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi, Département de Génie de Technologie Alimentaire, Unité de Recherche en Génie Enzymatique et Alimentaire 01 BP 2009 Cotonou 01, Bénin*

<sup>2</sup> *Université Nationale des Sciences, Technologies, Ingénierie et Mathématiques d'Abomey, Faculté des Sciences et Techniques de Dassa, Laboratoire de Biotechnologies, Ressources Génétiques et Amélioration des Espèces Animales et Végétale, 01 BP 14 Dassa, Bénin*

<sup>3</sup> *Université de Liège, Unité des Sciences et Formulation des Aliments, Passage des Déportés 2, 5030 Gembloux, Belgique*

---

\* Correspondance, courriel : [vodouhesenan@yahoo.fr](mailto:vodouhesenan@yahoo.fr)

### **Résumé**

La présente étude a pour objectif d'évaluer l'effet de l'incorporation de la farine de patate douce à chair orange dans la production de biscuits sur les caractéristiques physico-chimiques et sensorielles de ces derniers. A cet effet, des biscuits avec différents taux d'incorporation (P1 : 0 %, P2 : 20 %, P3 : 30 %, P4 : 50 %, P5 : 100 %) de la farine de patate douce ont été formulés. L'analyse des résultats a révélé que l'augmentation du taux d'incorporation de la farine de patate douce a entraîné une diminution significative du diamètre (de 5,14 à 4,80 cm), de l'épaisseur (de 0,91 à 0,61 cm) du volume (de 18,80 à 12,20 cm<sup>3</sup>) et de la densité (0,50 à 0,40 g/cm<sup>3</sup>) des biscuits. Cependant la teneur en eau, en lipides, en protéines, en cendres et en sucres réducteurs ont varié respectivement de 4,19 à 9,06; 13,38 à 15,19; de 1,79 à 2,60 et de 29,73 à 56,18 %. De façon générale, le biscuit P4 (50 % de farine de patate douce) est le plus riche en éléments minéraux, moins huileux et le plus sucré. Sur le plan sensoriel, l'analyse des résultats a révélé que les biscuits contenant 50 % de farine de patate douce sont de bonne qualité organoleptique. De cette étude, nous pouvons conclure que le meilleur taux d'incorporation de farine de patate douce dans la formulation de biscuit de bonne qualité nutritionnelle et organoleptique est de 50 %. Ceci entraîne une réduction de 50 % de la farine de blé dans la production de biscuits.

**Mots-clés :** *patate douce, biscuits, caractéristiques physico-chimiques.*

### **Abstract**

#### **Formulation of wheat flour biscuits enriched with sweet potato flour orange**

The objective of this work was to investigate the effect of incorporating orange-fleshed sweet potato flour into cookie production on the physicochemical and sensory characteristics of biscuits. For this purpose, biscuits with different incorporation rates (P1 : 0 %, P2 : 20 %, P3 : 30 %, P4 : 50 %, P5 : 100 %) of the sweet potato flour have been formulated. The results revealed that the increase in incorporation rate of sweet potato flour

showed a significant decrease in diameter (from 5.14 to 4.80 cm), thickness (from 0.91 to 0.61 cm) of the volume (18.80 to 12.20 cm<sup>3</sup>) and the density (0.50 to 0.40 g / cm<sup>3</sup>) of the biscuits. However, the content of moisture, lipids, proteins, ashes and reducing sugars varied respectively from 4.19 to 9.06; 13.38 to 15.19; from 1.79 to 2.60 and from 29.73 to 56.18 %. Generally, the P4 biscuit (50 % sweet potato flour) show high content of minerals, low oil content and very sweet. Analysis of sensory characteristics revealed that biscuits containing 50 % sweet potato flour are of good organoleptic quality. From this study, we can conclude that the best incorporation rate of sweet potato flour into the cookie formulation of good nutritional and organoleptic quality is 50 %. This leads a 50 % reduction of wheat flour in biscuit production.

**Keywords :** *weet potato, biscuits, physico-chemical characteristics.*

## 1. Introduction

La farine de blé constitue la matière première la plus utilisée dans l'élaboration de différents produits de pâtisserie y compris les biscuits [1] qui sont généralement consommés par les personnes de différents groupes sociaux [2]. Par ailleurs, la culture du blé n'est pas adaptée au climat des pays tropicaux comme le Bénin, d'où la nécessité de son importation en grande quantité pour satisfaire les besoins en pâtisserie [3]. Pour limiter cette dépendance accrue vis-à-vis du blé, il faut absolument développer d'autres produits qui doivent non seulement remplacer en grande partie le blé, mais aussi participer à la valorisation de nos produits locaux. Dès lors, plusieurs études ont montré que des farines de racines et tubercules peuvent être utilisées en substitution partielle ou totale de la farine de blé, dans la fabrication des produits boulangers et pâtisseries [4]. Les principales farines qui répondent pour le moment à cette incorporation, sont les farines de manioc et de maïs [5]. Par ailleurs, la patate douce (*Ipomoea batatas*) est une plante à racines tubérisées qui présente une grande importance socio-économique dans les régions tropicales, subtropicales et tempérées douces [6]. Elle est l'une des cultures vivrières les plus importantes, polyvalentes et sous-exploitées au monde [7]. Elle compte parmi les tubercules les plus consommés, bien que ses produits de transformation soient peu abondants. Elle regorge de plusieurs avantages agronomiques dont essentiellement la tolérance à la sécheresse et pousse facilement même sur les sols pauvres [8]. Ce tubercule est cultivé dans le monde pour ses racines comestibles [9] riches en calories, en fibres diététiques et en molécules biologiques actives comme la beta-carotène (précurseur de la vitamine A), l'acide ascorbique (vitamine C) [10].

Par ailleurs, les propriétés d'absorption d'eau de la farine de patate douce sont considérées comme assez bonne et stables, avec une capacité d'absorption d'eau de 232,2 % [11]. Au Bénin, la patate douce est abondamment produite au Sud et consommée sous forme bouillie ou frite. L'utilisation de la farine de ce tubercule dans la production de biscuits, pourrait permettre non seulement de réduire l'utilisation de la farine de blé mais aussi, d'améliorer la valeur nutritionnelle des biscuits. Comme le soulignent [12] qui ont rapporté que la substitution du sucre par la farine de patate douce réduirait la quantité de sucre nécessaire à la production du pain, le coût de la production, le prix du pain et une amélioration de la santé des consommateurs. Ainsi, les biscuits formulés à base de la farine de patate douce pourraient être un excellent choix en raison de leur valeur nutritionnelle et de leur faible coût [13]. Par ailleurs, les biscuits sont riches en sucre (saccharose), pauvres en fibres et en protéines et ne présentent pas un bon profil nutritionnel pour les patients âgés, diabétiques et obèses [14]. Pour ce faire, il faudra développer des biscuits avec différents taux d'incorporation de la farine de patate douce pouvant être adaptés aux personnes de tous les âges et acceptés sur le plan sensoriel et organoleptique. C'est sur ce point de vue que la présente étude a été réalisée pour développer des biscuits enrichissants à la farine de patate douce et évaluer l'acceptabilité globale des produits transformés.

## 2. Matériel et méthodes

### 2-1. Matériel

Les tubercules de patate douce à chair orange, la farine de blé et autres ingrédients (levure chimique, arôme, sucre, beurre, noix de muscade, sel) ont été approvisionnés auprès des vendeuses dans le marché de Glo-Djigbé, situé dans la commune d'Abomey-Calavi du département de l'Atlantique au Bénin.

### 2-2. Méthodes

#### 2-2-1. Production de la farine de patate douce à chair orange

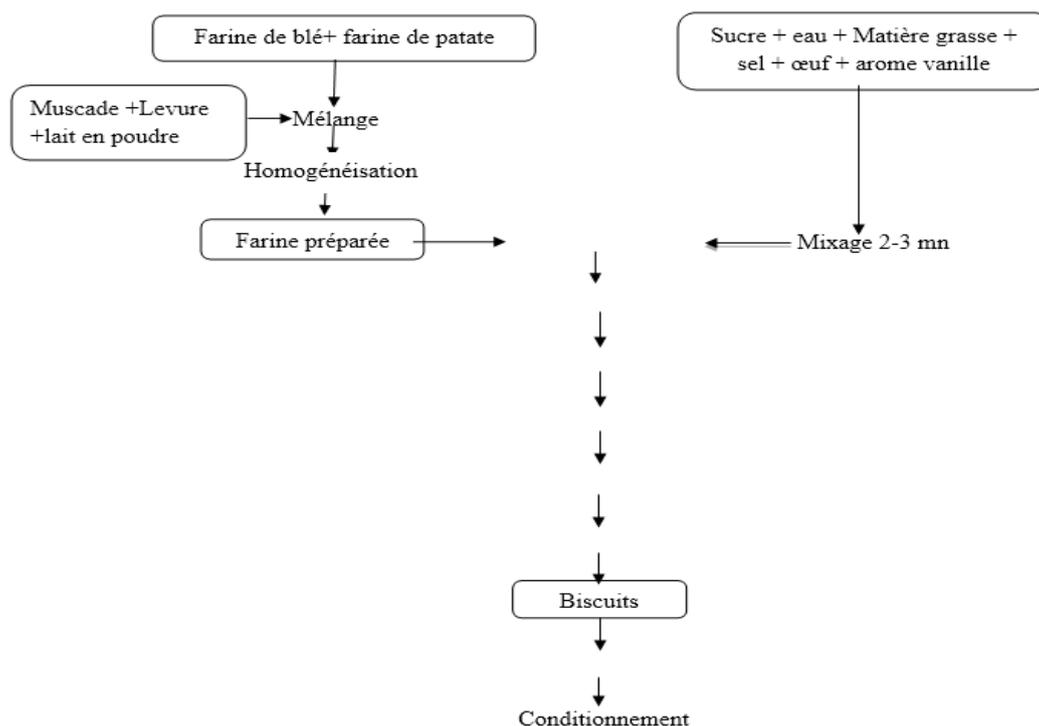
La production de la farine a été réalisée par la méthode modifiée rapportée par [15]. Des patates douces à chair orange de taille uniforme n'ayant aucun signe d'infection ou d'infestation ont été soigneusement lavées dans l'eau du robinet pour éliminer les impuretés et les saletés. Ensuite, ces tubercules de patate nettoyés sont épluchés manuellement à l'aide de couteaux (en inox). Les tubercules épluchés sont immédiatement trempés dans l'eau pour éviter le brunissement (changement de coloration de la chair). Ils ont été découpés en fines tranches de 2-3 mm d'épaisseur et séchés en surface à température ambiante (30-32° C) pendant 24 h puis dans un séchoir à 50° C pendant quatre heures. Les tranches de patate douce ont été ensuite broyées, passées à travers un tamis de maille de 200 µm de diamètre pour l'obtention d'une farine très fine de taille uniforme. La farine est conditionnée dans des emballages plastiques alimentaires et stockée dans des conditions sèches dans une salle pour des fins technologiques (production de biscuits).

#### 2-2-2. Production des biscuits

Cinq types de biscuits ont été produits en fonction de différentes proportions (P1 :100 % de farine de blé, P2 : 80 % de farine de blé pour 20 % de farine de patate douce, P3 :70 % de farine de blé pour 30 % de farine de patate douce, P4 : 50 % de farine de blé pour 50 % de farine de patate douce, P5 : 100 % de farine de patate douce) de farine de patate douce à chair orange suivant la méthode décrite par [16]. Les proportions des ingrédients utilisés ont été les mêmes au niveau de chaque pâte. L'eau a été mesurée au niveau de chaque pâte au cours du pétrissage en fonction du degré d'absorption des farines (*Tableau 1*). Les différentes étapes de production sont présentées par la *Figure 1*. Après refroidissement, les biscuits sont conditionnés dans des sachets alimentaires pour les différentes analyses.

**Tableau1 : Plan expérimental**

Ingrédients					
Farine de blé (g)	1000	800	700	500	0
Farine de patate douce (g)	0	200	300	500	1000
Levure chimique (g)	70	70	70	70	70
Beurre (g)	250	250	250	250	250
Arôme (ml)	10	10	10	10	10
Lait en poudre (100g)	100	100	100	100	100
Sucre (g)	200	200	200	200	200
Noix de muscade (g)	2	2	2	2	2
Sel (g)	2	2	2	2	2
Eau (mL)	300	300	300	300	300



**Figure 1 :** Etapes de production des biscuits à base de la farine de patate douce à chair orange

### 2-2-3. Analyse physique des biscuits

Le diamètre (cm), l'épaisseur (cm) et le volume (cm<sup>3</sup>) (*Equation 1*) des biscuits ont été mesurés à l'aide du pied à coulisse [17]. La densité a été déterminée par le rapport de la masse du biscuit sur le volume (*Equation 2*) suivant la méthode décrite par [18].

$$\text{Volume}(\text{cm}^3) = \frac{D^2 \pi E}{4} \quad (1)$$

*D* étant le diamètre du biscuit (mm) et *E* l'épaisseur du biscuit (mm)

$$\text{Densité} \left( \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right) = \frac{\text{Masse de l'échantillon}(\text{g})}{\text{Volume de l'échantillon}(\text{cm}^3)} \quad (2)$$

### 2-2-4. Analyses nutritionnelles des biscuits

La norme internationale [19] est utilisée pour déterminer la teneur en eau des biscuits et la méthode de la norme [20], pour la teneur en lipides. Les teneurs en protéines, en cendres et en sucres totaux des différents biscuits ont été déterminées respectivement par la méthode de la norme [21, 22] et la méthode rapportée par [23].

### 2-2-5. Analyses sensorielles des biscuits

Le test de classement est un test hédonique qui consiste à donner, simultanément et dans un ordre aléatoire, les différents échantillons codés par 4 chiffres (distribution monadique séquentielle) à chaque dégustateur. Cette technique permet de décrire objectivement et de mesurer les caractéristiques organoleptiques des biscuits. Trente dégustateurs ont apprécié les biscuits en se basant sur les critères agréables, désagréables et très agréables [24] selon les paramètres aspect, goût, croustillance, arôme et forme.

**2-2-6. Analyses statistiques des biscuits**

Les données des analyses physico-chimiques ont été traitées à l'aide des logiciels Microsoft Excel 2007 et SPSS v 16.0. Ces derniers ont servi à l'analyse des données pour la comparaison des moyennes et pour l'analyse de la variance (ANOVA) par le test de Student Newman Keuls avec un seuil de signification fixé à 5 %. Les données ont été soumises à une Analyse en Composantes Principales (ACP) en utilisant le logiciel Minitab 14 afin de décrire les relations entre les caractéristiques physiques, nutritionnelles et les différents biscuits.

**3. Résultats et discussion**

**3-1. Caractéristiques Physiques des biscuits**

Les paramètres physiques tels que le diamètre, l'épaisseur, le volume et la densité des différents biscuits produits ont varié de 4,80 à 5,14; 0,61 à 0,91; 12,2 à 18,8 et de 0,40 à 0,55 cm respectivement (**Tableau 2**). De l'analyse du **Tableau**, il ressort que ces paramètres pour le biscuit témoin P1 réalisé avec 100 % de farine de blé diminuent proportionnellement avec le taux d'incorporation de farine de patate douce pour les biscuits P2 (80 % de farine de blé et 20 % de farine de patate douce), P3 (70 % de farine de blé et 30 % de farine de patate douce) et P4 (50 % de farine de blé et 50 % de farine de patate douce). En outre, l'analyse statistique a révélé une différence significative au seuil de 5 % entre les différents biscuits pour tous les paramètres physiques déterminés. Nous pouvons donc dire que l'augmentation du taux d'incorporation de la farine de patate douce entraîne une diminution significative des valeurs obtenues pour les paramètres physiques déterminés sur les biscuits. Cette conclusion corrobore les résultats rapportés par [25] pour lesquels le volume des pains diminue avec l'augmentation du taux de substitution de farine de patate douce. Cette diminution serait due à la faible capacité de gonflement de la farine de patate douce [26]. Par contre, on note que le volume du biscuit P5 (100 % patate douce) diminue de façon significative alors que, sa densité augmente. Ce constat serait également dû à la richesse en fibres de la patate douce. Les résultats obtenus pour ces différents paramètres physiques sont en accords avec ceux rapportés par [27, 28].

**Tableau 2 : Caractéristiques physiques des biscuits**

Type de biscuits	Diamètre (cm)	Epaisseur (cm)	Volume (cm3)	Densité (g /cm 3)
$P_1$	5,14d	0,91bc	18,8b	0,53a
$P_2$	5,13d	0,83ab	17,1ab	0,5a
$P_3$	4,92b	0,78ab	14,8a	0,48a
$P_4$	4,80a	0,74	13,3a	0,40b
$P_5$	5,05c	0,61a	12,2a	0,55 a

*Les valeurs portant des lettres différentes dans la même colonne sont significativement différentes au seuil de 5 %*

**3-2. Caractéristiques nutritionnelles des biscuits**

Les caractéristiques nutritionnelles des biscuits sont présentées par le **Tableau 3**. La teneur en eau a varié de 4,19 à 9,06 %. Les biscuits P2, P3, P4 et P5 ont une teneur en eau élevée que celle du biscuit témoin P1. La plus forte teneur en eau est obtenue au niveau du biscuit P4 réalisé avec 50 % de farine de blé et 50 % de farine de patate douce. Par ailleurs, l'analyse de la variance a montré qu'il existe une différence significative au seuil de 5 % ( $F = 49,282$  ;  $P = 0,000$ ) entre la teneur en eau des biscuits produits. Cela pourrait s'expliquer par la capacité d'absorption d'eau de la farine de patate douce [29]. Ces valeurs sont similaires à celles obtenues par [30] mais supérieures à celles rapportées par [31] et sur respectivement les biscuits secs à base de blé (2 %) et ceux à base

de sorgho enrichis à la farine de patate douce (5,3 à 5,9 %). Elles sont également similaires à celles obtenues par [27, 32] qui ont obtenu respectivement 7,9 % pour le biscuit formulé à base de la patate douce et 4,4 % et le biscuit préparé avec de la farine de blé tendre remplacé par 30 % de farine de noix de cajou. La teneur en lipides des différents biscuits a varié de 13,38 à 17,61 % tandis que celle en protéines oscillait entre 8,68 et 10,22 %. L'analyse des résultats obtenus a montré que la plus forte teneur en lipides (17,61 %) a été obtenue au niveau du biscuit P3 et la plus faible (13,38 %) au sein du biscuit P4 réalisé avec 50 % de farine de patate douce et 50 % de farine de blé. L'analyse statistique a révélé que les différents biscuits ont une teneur en lipides significativement différente au seuil de 5 %. Nous pouvons donc dire que la teneur en lipides diminue en fonction de la quantité de farine de patate douce incorporée. Le biscuit P4 étant moins huileux, cette proportion (50 % de farine de blé et 50 % de farine de patate douce) peut être donc utilisée dans la production des biscuits secs. Ces valeurs sont nettement supérieures à celle rapportée par [31] qui a trouvé une valeur de 12,0 % sur les biscuits secs à base de blé mais inférieures à celles (20,2 à 21,1%) obtenues par [33] sur ceux à base de sorgho enrichis à la farine de patate douce. Quant aux protéines, la plus forte teneur (10,22) a été obtenue pour le biscuit P1 réalisé avec 100 % de farine de blé et la plus faible (8,68) pour le biscuit P5 réalisé avec 100 % de farine de patate douce. L'analyse statistique a révélé que les différents biscuits ont une teneur en protéines significativement différente au seuil de 5 %. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par [34, 35]. Nous pouvons donc dire que la teneur en protéines diminue en fonction de la quantité de farine de patate douce incorporée. Ainsi, la farine de patate douce est moins riche en protéines que la farine de blé. Les sels minéraux participent à la synthèse des hormones et de nombreuses enzymes dans l'organisme.

La teneur en cendres et en sucres totaux des différents biscuits a varié de 1,79 à 2,60 et de 29,73 à 51,84 respectivement. L'analyse des résultats obtenus a révélé que plus le taux d'incorporation de farine de patate douce est élevé, plus les biscuits sont riches en éléments minéraux. Des tests statistiques effectués, il ressort que les teneurs en cendres et en sucres réducteurs des différents biscuits sont significativement différentes au seuil de 5 %. On n'en déduit donc que la farine de patate douce a un apport significatif en éléments minéraux comparativement à la farine de blé. Cela constitue un avantage important surtout sur le plan nutritionnel. Le biscuit P4 étant le plus riche en minéraux, la combinaison 50 % de farine de blé et 50 % de farine de patate douce peut être donc recommandée dans la production des biscuits. Ces valeurs sont en accord avec celles rapportées (2,19 %) par [36] lors de son étude sur optimisation de la production de biscuits à base de patate douce à chair orange et celles (2,3 à 2,7 %) rapportées par [33] pour les biscuits à base de la farine de sorgho enrichie à la farine de patate douce. Pour ce qui est des sucres totaux, la teneur a varié de 28,09 à 51,84 %. De l'analyse des résultats obtenus, il ressort que la plus forte teneur en sucres totaux (51,84 %) est obtenue au sein du biscuit P5 (100 % de farine de patate douce) et la plus faible teneur (28,09 %) au sein du biscuit P1 (100 % de farine de blé). Remarquons aussi que, plus le taux d'incorporation de la farine de patate douce est élevé, plus la teneur en sucres totaux du biscuit augmente. Cette forte teneur en sucres totaux du biscuit P5 pourrait s'expliquer par la forte teneur en glucides (22,5 %) de la patate douce [31].

**Tableau 3 : Caractéristiques nutritionnelles des biscuits**

Type de biscuits	Teneur en eau (%)	Teneur en lipides (%)	Teneur en protéines (%)	Teneur en cendres (%)	Teneur en sucres totaux (%)
P <sub>1</sub>	4,19a	15,19a	10,22	1,79	28,09 ± 1,9a
P <sub>2</sub>	5,39a	14,22a	9,52	2,40c	29,57 ± 5,55a
P <sub>3</sub>	5,67a	17,61b	10,08	2,55d	29,73 ± 2,6a
P <sub>4</sub>	9,06a	13,38a	9,24	2,60d	42,9 ± 6,76b
P <sub>5</sub>	6,27b	13,90a	8,68	1,99b	51,84 ± 7,6c

*Les valeurs portant des lettres différentes dans la même colonne sont significativement différentes au seuil de 5%*

### 3-3. Caractéristiques organoleptiques des biscuits

La **Figure 2** présente l'arôme, la croustillance, l'aspect, le goût et la couleur des différents biscuits. De l'analyse de la figure, il ressort de façon générale que plus de 90 % des dégustateurs ont apprécié agréablement les biscuits P<sub>1</sub> et P<sub>4</sub> pour tous les paramètres. En effet, 60 % des dégustateurs ont apprécié agréablement le goût, la croustillance et l'aspect des biscuits P<sub>1</sub> et P<sub>4</sub> contre 40 % qui n'ont pas apprécié le biscuit P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> et P<sub>5</sub>. Par ailleurs, 60 % des dégustateurs ont apprécié agréablement l'arôme et la couleur des biscuits P<sub>1</sub>, P<sub>3</sub> et P<sub>4</sub> contre 40 % qui n'ont pas apprécié le biscuit P<sub>2</sub> et P<sub>5</sub>. Ces résultats sont similaires à ceux rapportés par [27] qui montrent que la substitution de farine de blé par celle de farine de patate douce jusqu'au taux de 50 % donne des biscuits de bonne qualité organoleptique.

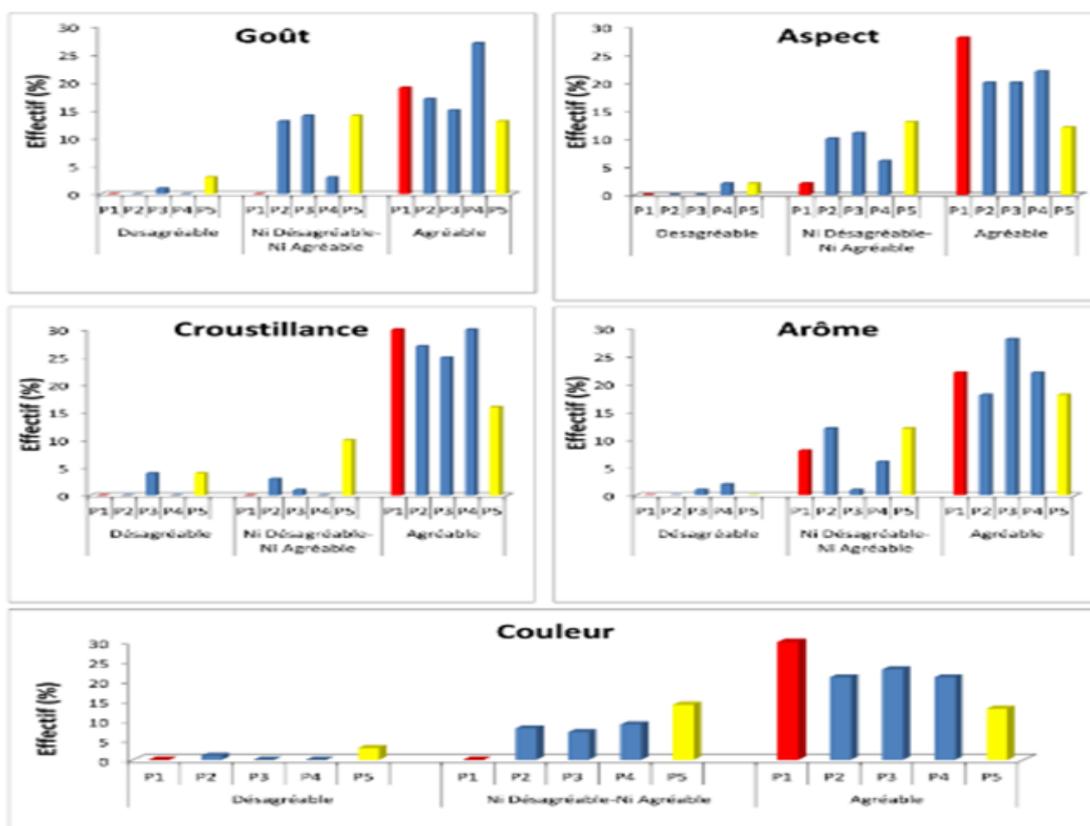


Figure 2 : Caractéristiques organoleptiques des biscuits

### 3-4. Relation entre les caractéristiques physiques, nutritionnelles et les différents biscuits

L'ACP appliqué aux caractéristiques physico-chimiques des cinq échantillons de biscuits, nous permet de constater que la première composante explique 53,9 % des informations de départ et qu'avec trois axes, on arrive à expliquer 94,2 % des informations contenues dans les variables initiales (**Tableau 4**), ce qui est suffisant pour garantir une précision d'interprétation de la **Figure 3**.

**Tableau 4 : Valeurs propres de la matrice des corrélations entre les variables**

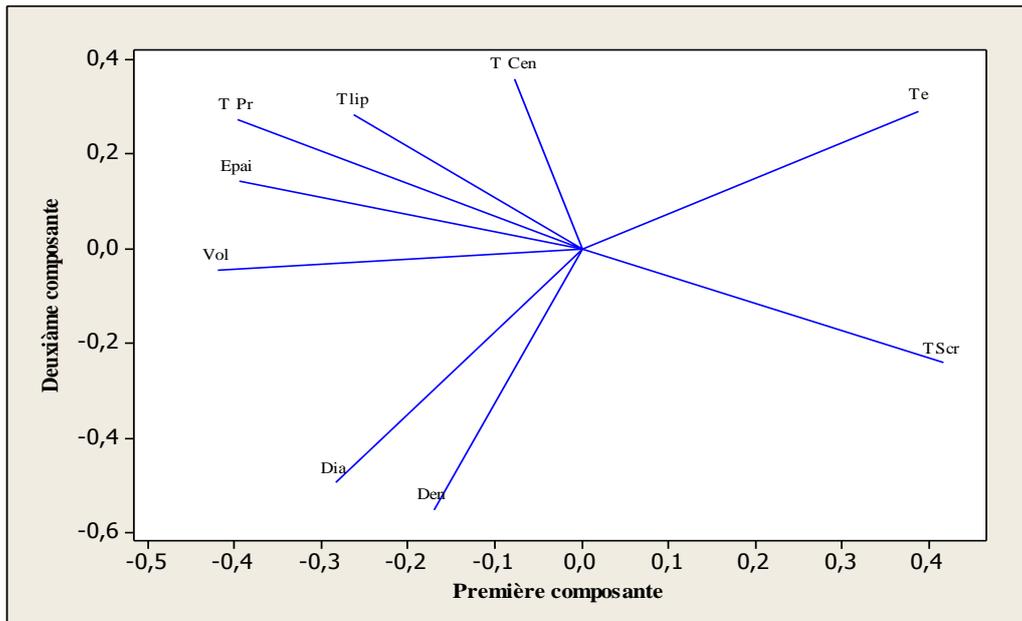
Axes	Valeurs propres	Proportion	Cumulatif
1.	4,8485	0,539	0,539
2.	2,2525	0,250	0,789
3.	1,3811	0,153	0,942
4.	0,5179	0,058	1,000
5.	0,0000	0,000	1,000
6.	0,0000	0,000	1,000
7.	0,0000	0,000	1,000
8.	-0,0000	-0,000	1,000
9.	-0,0000	-0,000	1,000

Les variables épaisseur, volume, teneur en eau, teneur en protéines et teneur en sucres totaux sont bien représentées et corrélées sur la première composante (*Tableau 5*). Toutefois les variables teneur en eau et teneur en sucres totaux sont corrélées positivement sur cette composante tandis que les variables épaisseur, volume et teneur en protéines y sont corrélées négativement. Nous pouvons en déduire que les biscuits contenant plus d'eau et du sucre sont moins épais, moins volumineux et contiennent moins de protéines. Sur la deuxième composante, les variables diamètre, densité et la teneur en cendres des biscuits sont bien représentées et bien corrélées. Mais seule la variable teneur en cendres est corrélée positivement sur cette composante. Ceci révèle que les biscuits qui sont riches en cendres sont courts et présentent une faible densité. Par ailleurs la troisième composante regroupe de façon représentative et bien corrélée les variables épaisseur, densité, teneur en lipides et la teneur en cendres. Cependant, seule la variable épaisseur y est corrélée positivement tandis que les variables densité, teneur en lipide et la teneur en cendres y sont corrélées négativement. Ceci rend compte du fait que les biscuits qui sont plus épais sont moins denses et sont pauvres en lipides et en cendres.

**Tableau 5 : Coordonnées des variables sur les axes**

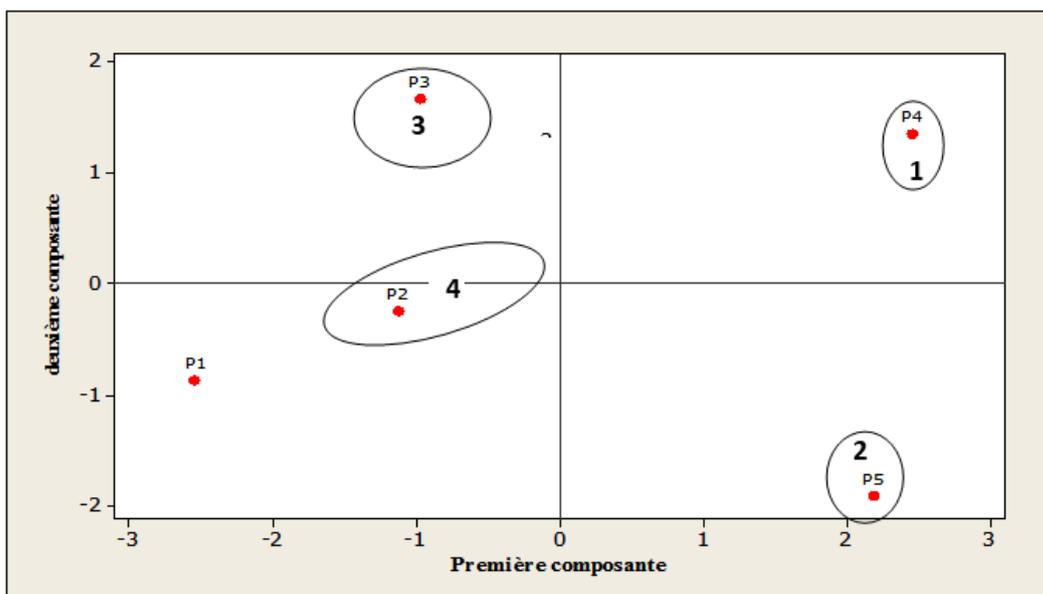
Variable	CP1	CP2	CP3
Diamètre	-0,284	-0,495	-0,042
Epaisseur	-0,395	0,144	0,374
Volume	-0,420	-0,045	0,300
Densité	-0,171	-0,552	-0,339
Teneur en eau	0,389	0,292	0,222
Teneur en lipides	-0,262	0,284	-0,508
Teneur en protéines	-0,396	0,273	0,081
Teneur en cendres	-0,077	0,358	-0,579
Teneur en sucres réducteurs	0,417	-0,242	-0,068

*CP : Composante Principale*



**Figure 3 :** Relation entre les caractéristiques physiques et nutritionnelles des biscuits dans le plan factoriel de l'ACP (T Pr : Teneur en protéines; T lip : Teneur en lipides; T Cen : Teneur en cendres; Te : Teneur en eau; Epai : Epaisseur; Vol : Volume; Dia : Diamètre; Den : Densité; T Scr : Teneur en sucres réducteurs)

En rapprochant les **Figures 3 et 4**, on peut classer les échantillons de biscuits en quatre groupes. Le premier groupe est constitué de l'échantillon P4 qui présente des teneurs en eau et en sucres élevées mais qui est moins épais et moins volumineux. Le deuxième groupe est composé de l'échantillon P5 dont les teneurs en eau et en sucres sont plus élevées que celles du premier groupe. L'échantillon P3 (groupe 3) a une teneur en cendres élevée mais est moins large et présente une faible densité, ce qui est contraire aux échantillons P1 et P2 du groupe 4 qui ont une forte densité et sont plus larges mais pauvres en cendres. Tous les échantillons initiaux étant déjà pris en compte par les deux premiers axes, le positionnement d'un quelconque échantillon sur le troisième axe serait superflu.



**Figure 4 :** Représentation des caractéristiques physiques et nutritionnelles des biscuits dans le plan factoriel de l'ACP

#### 4. Conclusion

Le présent travail apporte de nouvelles connaissances sur l'utilisation des tubercules de patate douce dans la production des biscuits. Sur le plan global, l'augmentation du taux d'incorporation de farine de patate douce entraîne une diminution significative du diamètre, de l'épaisseur et du volume des biscuits, ce qui pourrait être lié à la variété de patate douce utilisée. Le diamètre et le volume des biscuits pourraient se révéler très importants dans la commercialisation des produits car ces deux paramètres présagent la quantité de matières à l'œil nu. De façon générale, le biscuit P4 (50 % de farine de patate douce) est le plus riche en éléments minéraux, moins huileux, plus sucré et présentent sur le plan sensoriel une bonne qualité organoleptique. De cette étude, nous pouvons conclure que le meilleur taux d'incorporation de farine de patate douce dans la formulation de biscuit de bonne qualité nutritionnelle et organoleptique est de 50 %. Ceci entraîne une réduction de 50 % de la farine de blé dans la production de biscuits. Les études doivent être poursuivies afin de déterminer les variétés de patate douce aptes à mieux répondre aux exigences des produits de pâtisserie.

#### Remerciements

Les auteurs remercient ALLADAKA E. V. Jérôme et GANYE B. H. Fallone puis le Directeur de l'entreprise agroalimentaire 'AGROTECHNIC' et son personnel pour leur contribution à l'aboutissement de cette œuvre.

#### Références

- [1] - A. ANDUALEM, K. ABEGAZ and A. G. MEZGEBE, "Development of pro-vitamin A and energy rich biscuits: Blending of orange-fleshed sweet potato (*Ipomea batatas L.*) with wheat (*Triticum vulgare*) flour and altering baking temperature and time". *African Journal of Food Science*, 10(6) (2016) 79 - 86
- [2] - H. T. ABAYOMI, T. O. ORESANYA, and A. O. OPEIFA, "Quality evaluation of cookies produced from blends of sweet potato and fermented soybean flour". *International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering* 7(7) (2013) 350-355
- [3] - F. W. GRANT, I. ODURO, F. D. WIREKO-MANU and J. Z. ZAUUU, "A Traditional Biscuit Fortified with Orange-Fleshed Sweet Potato Puree and Cowpea Flour", *Food Science and Nutrition Technology*, Vol 2 (2) (2017) 11 p.
- [4] - SINMENO, "Projet pilote d'utilisation des farines locales en panification et en pâtisserie au Bénin", (2008)
- [5] - G. ADJIMONTI and G. GANSSOU, "Etude d'adoption des farines locales en panification et en pâtisserie au Bénin : cas des farines de manioc et du maïs", Mémoire de maîtrise option Es-sciences économiques, Faculté des Sciences économiques et de gestion (FASEG), Université d'Abomey-calavi, (2009) 73
- [6] - D. SIHACHAKR, R. HAICOUR, J. M. CAVALCANTE ALVES, I. UMBOH, D. NZOGHE, A. SERVAES and G. DUCREUX, "Plant regeneration" in *sweet potato (Ipomoea batatas L., Convolvulaceae)*, *Euphytica*, 96 (1) (1997) 143
- [7] - O. O. GANIYAT, O. H. FOLAKE, A. I. MICHAEL and T. KEITH, "Quality attributes of sweet potato flour as influenced by variety, pretreatment and drying method", *Food Science & Nutrition*, 4 (4) (2016) 623 - 635
- [8] - Q. VAN OIRSCHOT, D. REES and J. AKED, "Sensory characteristics of five sweet potato cultivars and their changes during storage under tropical conditions", *Food Quality Preference*, 14(8) (2003) 678-680
- [9] - A. UKOM, P. OJIMELUKWE and D. OKPARA, "Nutrient composition of select sweet potato [*Ipomoea batatas (L. lam)*] Varieties as influenced by different level of nitrogen fertilizer application". *Pakistan Journal Nutrition*, 8 (11) (2009) 1791-1795

- [10] - M. AHMED, S. AKTER and J. EUN, "Peeling, drying temperatures, and sulphite-treatment affect physicochemical properties and nutritional quality of *sweet potato* flour". *Food Chemistry*, 121 (2010) 112-118
- [11] - M. OLU, M. O JIMOH, O. O. ADEKOYENI, O. E. SOYEBI and E. A. ALAMU, "Effect of blanching and un blanching on rheological properties of sweet potato bread". *Academic Research International*, Vol 4 (3) (2013) 222-9944
- [12] - B. IGBABUL, G. NUM and J. AMOVES, "Quality evaluation of composite bread produced from wheat, maize and orange fleshed sweet potato flours", *American Journal of Food Science and Technology* 2(4) (2015) 109-115
- [13] - ANONYMOUS, "Approved Methods of American Association of Cereal Chemists". The *Am. Assoc. Cereal Chem. Inc.*, St. Paul. Minnesota. (2006)
- [14] - G. O. USMAN, U. E. AMEH, O. N ALIFA and R. M. BABATUNDE, "Proximate Composition of Biscuits Produced from Wheat Flour and Maize Bran Composite Flour Fortified with Carrot Extract", *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 5 (5) 2015, 2 p. DOI : 10.4172/2155-9600.1000395
- [15] - J. O. ODEDEJI and R. O. ADELEKE, "Pasting Characteristics of Wheat and Sweet Potato Flour Blends", *Pakistan Journal of Nutrition*, 9(6) (2010) 555-557
- [16] - P. R. WHITLEY, "Biscuit Manufacture", Applied Science Publishers Ltd., London (1970) AACC, *Approved methods of the American Association of Cereal Chemists*. 10 ed. Method 44- 15A, (1995) 32 - 40
- [17] - AACC, *Approved methods of the American Association of Cereal Chemists*. 10 ed. Method 44- 15A, (1995) 132 p.
- [18] - J. SINGH, N. SINGH, T. R. SHARMAB and S. K. SAXENA, "Physicochemical, rheological and cookie making properties of corn and potato flours", *Food Chemistry*, 83 (2003) 387-393
- [19] - NORME INTERNATIONALE ISO 665, "Détermination de la teneur en eau et en matières volatiles", *Graines oléagineuses*, (2000) 8 p.
- [20] - AOAC, "Official methods of analysis". 15th Ed. *Association of Official Analytical Chemists*, Washington DC. 01, 9 CFR 318.19 (b) (1990) 771
- [21] - AOCS, "Official and Recommended Practices of the AOCS". 7th Edition, *AOCS Press Publication*, Champaign. Method Bc 4-91 (1997)
- [22] - AACC, "Approved method of the American Association of cereal chemists". 8th Edition. St. Paul. MIN. USA, (1984)
- [23] - M. DUBOIS, K. A. GILLES, J. K. HAMILTON, P. A. REBERS, and F. SMITH, "Division of Biochemistry", *University of Minnesota*, St. Paul, Minn, (1959) 350 p.
- [24] - J. BERTHELOT, "La panification des céréales tropicales : mise au point de recettes de broc à dominance de maïs ou de mil aisément transférables en Afrique noire". *Rapport de fin de programme*. Paris: Ministère de la coopération et du développement, (1990) 64
- [25] - J. L. GREENE and A. C. BOVELL-BENJAMIN, "Macroscopic and sensory evaluation of bread supplemented with sweet-potato flour". *Journal of Food Science*, (69) (2004) 4
- [26] - M. A. LOUBES, A. N .CALZETTA RESIO, M. P. TOLABA and C. SUAREZ, "Mechanical And thermal characteristics of amaranth starch isolated by acid wet-milling procedure", *LWT –Food Science and Technology*, (46) (2012) 519-524
- [27] - S. SRIVASTAVA, T. R. GENITHA and V. YADAV, "Preparation and Quality Evaluation of Flour and Biscuit from Sweet Potato", *Journal of Food Processing & Technology*, 3 (12) (2012) 5 p.
- [28] - V. SEEVARATNAM, P. BANUMATHI, M. R. PREMALATHA, S. P. SUNDARAM and T. ARUMUGAM, "Studies on the Preparation of Biscuits Incorporated with Potato Flour", *World Journal of Dairy & Food Sciences*, Vol 7 (1) (2012) 79-84

- [29] - J. SINGH, N. SINGH, T. R. SHARMAB and S. K. SAXENA, "Physico-chemical, rheological and cookie making properties of corn and potato flours", *Food Chemistry*, 83 (2003) 387-393
- [30] - L. S. COLLADO and H. CORKE, "Use of wheat-sweet potato composite flours in yellow alkaline and white-salted noodles", *Cereal Chemistry*, 73(4) (2003) 439-44
- [31] - PNNS, "Rapport du groupe de travail PNNS sur les glucides, Etapes 1 et 2 du mandat", Direction Générale de l'Alimentation, Sous-Direction de la réglementation, de la recherche et de la coordination des contrôles, Ministère de l'agriculture et de la pêche, (2007) 289 p.
- [32] - I. OWIREDU, D. LARYEA and J. BARIMAH, "Evaluation of cashew nut flour in the production of biscuit". *Nutrition and Food Science*, 44 (3) (2013) 204-211
- [33] - L. T. SONGRE-OUATTARA, K. GORGA, F. BATIONI, A. SAVADOGO and B. DIAWARA, "Utilisation du Moringa, de la spiruline, de la patate douce à chair orange et d'un complexe minéral et vitaminique dans la fabrication de biscuits de sorgho enrichis destinés aux jeunes enfants", *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 10 (4) (2016) 1651-1665
- [34] - S. U. OKORIE and E. N. ONYENEKE, "Production and quality evaluation of baked cookies from blend of OFSP and wheat flour". *Natural and Applied Sciences*, 3 (2) (2012).
- [35] - S. SAEED, M. MUSHTAQ, A. HUMAIRA, K. S. PARVEEN, S. MASIH and ABDUSALAM, "Effect of sweet potato flour on quality of cookies". *Journal of Agriculture Research*, 50(4) (2012) 1 - 3
- [36] - N. KABORE, "Optimisation de la production de biscuits à base de patate douce à chair orange", Mémoire de licence professionnelle en agroalimentaire, Département de technologie Alimentaire, Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies, Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique, BENIN, (2012) 76