

Influence du type de solvant et du ratio échantillon/solvant sur les propriétés moussantes des poudres des racines de manioc *Manihot esculenta* (Crantz) cv Bonoua 2 et des graines de niébé *Vigna unguiculata* (L.) cv blanc

Somala Tatiana Tanoh

Laboratoire de Biocatalyse et des Bioprocédés,
Unité de Formation et de Recherche Sciences et Technologies des Aliments,
Université NANGUI ABROGOUA, Abidjan, Côte d'Ivoire

Martin Luthère King N'gbo

Unité de Formation et de Recherche Agriculture, Ressources Halieutiques et
Agro-industries,

Université de San Pedro, BP 1800, Côte d'Ivoire

William Kwithony Disseka

Lucien Patrice Kouamé

Laboratoire de Biocatalyse et des Bioprocédés,
Unité de Formation et de Recherche Sciences et Technologies des Aliments,
Université NANGUI ABROGOUA, Abidjan, Côte d'Ivoire

[Doi: 10.19044/esipreprint.9.2023.p261](https://doi.org/10.19044/esipreprint.9.2023.p261)

Approved: 09 September 2023

Posted: 12 September 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Tanoh S.T., N'gbo M.L.K., Disseka W.K. & Kouamé L.P. (2023). *Influence de la Variation de Quelques Paramètres Physiques Expérimentaux sur les Propriétés Moussantes de Deux Poudres Alimentaires: Poudres des Racines Tubéreuses de Manioc Manihot esculenta (Crantz) cv Bonoua 2 et des Graines de Niébé Vigna unguiculata (L.) cv blanc*. ESI Preprints. <https://doi.org/10.19044/esipreprint.9.2023.p261>

Resume

La capacité moussante et sa stabilité sont des propriétés fonctionnelles qui déterminent l'utilisation finale d'un aliment. Ces propriétés sont le plus souvent associées aux facteurs intrinsèques des protéines tels que la structure moléculaire et la taille. En revanche, les paramètres physiques extrinsèques ont été peu étudiés. Ainsi, l'objectif de ce travail est d'évaluer l'influence de la granulométrie, du type de solvant aqueux, et de la concentration de poudre sur la capacité moussante et sur la stabilité de la mousse des poudres des racines

tubéreuses du manioc *Manihot esculenta* (Crantz) cv Bonoua 2 et des graines de niébé *Vigna unguiculata* (L.) cv blanc. Pour y parvenir, la capacité moussante et la stabilité de la mousse de différentes granulométries de ces échantillons a été déterminées dans deux types de solvants aqueux (eau distillée et eau de robinet) et à différents ratios. Il ressort que la qualité du solvant aqueux influence la capacité moussante et la stabilité de la mousse des différentes poudres des graines du niébé *Vigna unguiculata* (L.) cv blanc et des racines tubéreuses du manioc *Manihot esculenta* (Crantz) cv Bonoua 2. De plus, la taille des particules des poudres des graines du niébé et des racines de manioc influence leurs capacités moussantes. Au terme de cette étude, nous pouvons noter que les facteurs extrinsèques influencent aussi bien les propriétés de la poudre de manioc que celle du niébé riche en protéine. Ainsi, ces facteurs doivent être pris en compte pour une éventuelle application de ces poudres en industrie agroalimentaire.

Mots-clés: Manioc, niébé, capacité moussante, stabilité de la mousse, facteurs extrinsèques

**Influence of the type of solvent and the sample/solvent ratio
on the foaming properties of cassava *Manihot esculenta*
(Crantz) cv Bonoua 2 and cowpea *Vigna unguiculata* (L.) cv
blanc powders**

Somala Tatiana Tanoh

Laboratoire de Biocatalyse et des Bioprocédés,
Unité de Formation et de Recherche Sciences et Technologies des Aliments,
Université NANGUI ABROGOUA, Abidjan, Côte d'Ivoire

Martin Luthère King N'gbo

Unité de Formation et de Recherche Agriculture, Ressources Halieutiques et
Agro-industries,
Université de San Pedro, BP 1800, Côte d'Ivoire

William Kwithony Disseka

Lucien Patrice Kouamé

Laboratoire de Biocatalyse et des Bioprocédés,
Unité de Formation et de Recherche Sciences et Technologies des Aliments,
Université NANGUI ABROGOUA, Abidjan, Côte d'Ivoire

Abstract

Foaming capacity and stability are functional properties that determine the end use of a food. These properties are most often associated with intrinsic protein factors such as molecular structure and size. Extrinsic physical parameters, on the other hand, have received little attention. The aim of this study was to evaluate the influence of particle size, type of aqueous solvent and powder concentration on the foaming capacity and foam stability of powders from the tuberous roots of cassava *Manihot esculenta* (Crantz) cv Bonoua 2 and cowpea seeds *Vigna unguiculata* (L.) cv blanc. To achieve this, the foaming capacity and foam stability of different granulometries of these samples were determined in two types of aqueous solvent (distilled water and tap water) and at different ratios. It was found that the quality of the aqueous solvent influenced the foaming capacity and foam stability of the different powders of cowpea seeds *Vigna unguiculata* (L.) cv blanc and tuberous roots of cassava *Manihot esculenta* (Crantz) cv Bonoua 2. In addition, the particle size of cowpea seed and cassava root powders influences their foaming capacities. At the end of this study, we can note that extrinsic factors influence the properties of both cassava powder and protein-rich cowpea powder. These factors should therefore be taken into account when considering the possible application of these powders in the food industry.

Keywords: Cassava, cowpea, foaming capacity, foam stability, extrinsic factors

Introduction

Les propriétés fonctionnelles d'un aliment tels que capacité moussante et la stabilité de la mousse jouent un rôle important en industrie agroalimentaire. En effet, ses caractéristiques moussantes sont des paramètres importants lors du développement de formulations des produits de boulangerie (Siddiq et al., 2010). De plus, la formation de mousse est importante dans le développement de la texture des aliments tels que la crème glacée, la mousse, les meringues et même le café (Foegeding et al., 2006; Sharma et al., 2012). Par ailleurs, ces propriétés déterminent la qualité organoleptique et nutritionnelle des produits alimentaires (Boye et al., 2010).

Toutefois, ces propriétés varient considérablement selon le type de culture et les conditions écologiques et agronomiques (Peroni et al., 2006). Elles varient également en fonction de la variété de l'espèce végétale (Njintang et al., 2008) et dépendent de la composition chimique et de la structure moléculaire de la farine ou de l'amidon (le rapport amylose/amylopectine, la teneur en phosphore, le poids moléculaire de l'amidon, la granulométrie et la distribution de la longueur de chaîne) (Sasaki et Matsuki, 1998).

Par ailleurs, ces propriétés fonctionnelles sont affectées par des facteurs intrinsèques des protéines telles que la structure moléculaire, la taille et de nombreux facteurs environnementaux, y compris les méthodes de transformation, de production et la présence d'autres composants dans le système alimentaire (Basha et Pancholy, 1982).

Si de nombreuses études sur la mesure des propriétés moussantes des aliments ont pris en compte ses propriétés intrinsèques, en revanche, les paramètres physiques impliqués dans la mesure de ces propriétés fonctionnelles ont été le plus souvent ignorés. Ce sont des paramètres extrinsèques comme le temps et la force d'homogénéisation, la granulométrie, la température et le temps de conservation de l'échantillon au froid, le type d'appareil utilisé, la masse de l'échantillon prélevé, le volume et le type de solvant utilisés pour la mesure, les volumes et les diamètres des tubes à essai et à centrifuger, la température et le temps d'incubation, la vitesse, le temps et la température de centrifugation. De ces constats, ces paramètres physiques ne pourraient-ils pas influencer de façon significative les propriétés fonctionnelles des farines ou des poudres alimentaires et par conséquent induire les chercheurs et les industriels en erreur dans l'appréciation de leur qualité industrielle ?

Ainsi, l'objectif de ce travail est d'évaluer l'influence de la granulométrie, du type de solvant aqueux et de la concentration de poudre sur la capacité moussante et sur la stabilité de la mousse des poudres des racines

tubéreuses du manioc *Manihot esculenta* (Crantz) cv Bonoua 2 et des graines de niébé *Vigna unguiculata* (L.) cv blanc.

Matériels biologiques

Les matériels biologiques utilisés dans ce travail sont les racines tubéreuses du manioc *Manihot esculenta* cultivar Bonoua 2 et les graines du niébé *Vigna unguiculata* cultivar blanc communément appelées « haricot blanc ». Les racines tubéreuses de manioc ont été récoltées à maturité physiologique après 12 mois de culture sur l'une des parcelles expérimentales du Laboratoire de Biocatalyse et des Bioprocédés située sur l'autoroute du Nord, à 44 kilomètres d'Abidjan (Côte d'Ivoire) tandis que les graines de niébé ont été achetées au marché du quartier Wassakara de la commune de Yopougon (ville d'Abidjan). Après la récolte et l'achat respectivement des racines tubéreuses du manioc et des graines sèches de niébé, ces matériels biologiques ont été transportés le même jour au Laboratoire de Biocatalyse et des Bioprocédés de l'Université NANGUI ABROGOUA pour la production des différentes poudres.

Méthodes

Production des différentes poudres des racines tubéreuses du manioc *Manihot esculenta* cultivar Bonoua 2

Les racines tubéreuses du manioc *Manihot esculenta* cultivar Bonoua 2 ont été épluchées à l'aide d'un couteau en acier inoxydable. Les pulpes obtenues ont été découpées en gros morceaux, puis lavées soigneusement à l'eau distillée. Ces morceaux ont été découpés à leur tour en lamelles à l'aide d'une râpe manuelle sur du papier aluminium. Ces lamelles ont été étalées sur du papier aluminium puis séchées à l'étuve ventilée (MEMMERT[®] à 45°C) pendant 72 h. Après le séchage, les lamelles ont été broyées à l'aide d'un mixeur électrique de type MOULINEX. Le broyat obtenu a été tamisé à l'aide d'une colonne de tamis AFNOR (France) de différentes mailles (750, 500 et 250 µm) disposés dans l'ordre décroissant des mailles ou laissé en l'état. Les quatre types de poudre obtenus PRM1 (taille des particules < 250 µm), PRM2 (250 µm < taille des particules < 500 µm), PRM3 (500 µm < taille des particules < 750 µm) et BTRM (broyat total sec) ont été pesés à l'aide d'une balance de précision (Meltar), puis conditionnés dans des flacons en verre hermétiquement fermés et conservés dans un dessiccateur jusqu'à leur utilisation. Les impuretés du broyat total sec (FIRM) dont les tailles sont supérieures à 750 µm ont été pesées à l'aide d'une balance de précision (Meltar), puis jetées à la poubelle.

Production des différentes poudres des graines du niébé *Vigna unguiculata* cultivar blanc

Cinq (5) Kg de graines du niébé *Vigna unguiculata* cultivar blanc, vannés et triés ont été dépelliculés suite à un trempage pendant 24 h dans 12 litres d'eau distillée. Après ce traitement technologique, les graines dépelliculées ont été étalées sur du papier aluminium à la température ambiante (28°C) pendant 1 h puis, elles ont été séchées à l'étuve ventilée (MEMMERT^{R UN 260}) à 45°C pendant 72 h. Après le séchage, les graines ont été broyées à l'aide d'un mixeur électrique de type MOULINEX. Le broyat obtenu a été tamisé à l'aide d'une colonne de tamis AFNOR (France) de différentes mailles disposés dans l'ordre décroissant des mailles ou laissé en l'état. Les quatre types de poudres obtenus PGN1 (taille des particules < 250 µm), PGN2 (250 µm < taille des particules < 500 µm), PGN3 (500 µm < taille des particules < 750 µm) et BTSGN (broyat total sec) ont été pesés à l'aide d'une balance de précision (Meltar), puis conditionnés dans des flacons en verre hermétiquement fermés et conservés dans un dessiccateur jusqu'à leur utilisation. Les impuretés du broyat total sec dont les tailles sont supérieures à 750 µm ont été pesées à l'aide d'une balance de précision (Meltar), puis jetées à la poubelle.

Méthode standard de détermination des propriétés moussantes dans l'eau

Les capacités moussantes et les stabilités des mousses des poudres des racines tubéreuses du manioc *Manihot esculenta* (Crantz) cv Bonoua 2 (BTSRM, PRM1, PRM2 et PRM3) et des graines du niébé *Vigna unguiculata* (L) cv blanc (BTSGN, PGN1, PGSN2 et PGN3) ont été déterminées selon la méthode de Coffman et Garcia (1977). Trois (3) g de poudre ont été prélevés et mis dans une éprouvette graduée de 50 ml. Ensuite, trente (30) ml d'eau distillée y ont été ajoutés pour faciliter la dispersion de la poudre et le volume a été noté (volume avant homogénéisation). Puis, l'éprouvette a été vigoureusement agitée à la main pendant 5 min et le nouveau volume a été lu sur l'éprouvette (volume après homogénéisation). Le volume de la mousse obtenue a été calculé en faisant la différence entre le volume après homogénéisation et le volume avant homogénéisation. L'éprouvette a été laissée au repos sur la pailasse jusqu'à l'effondrement total de la mousse et à intervalle de temps de 10 min, le volume de la mousse a été déterminé. La capacité moussante et la stabilité de la mousse ont été calculées à partir des formules mathématiques suivantes:

$$CM (\%) = \frac{V_{ApH} - V_{AvH}}{V_{AvH}} \times 100 \quad (1)$$

CM : capacité moussante (%);
 V_{ApH} : volume après homogénéisation ;
 V_{AvH} : volume avant homogénéisation

$$SM (\%) = \frac{VM(t)}{VM(t_0)} \times 100 \quad (2)$$

SM : stabilité (%) de la mousse ;

VM(t) : volume (ml) de la mousse au temps t ;

VM(t₀) : volume initial (ml) de la mousse.

Influences de quelques paramètres physiques expérimentaux

Les influences du type de solvant aqueux et de la concentration de la suspension aqueuse sur les propriétés moussantes des poudres des racines tubéreuses du manioc *Manhiot esculenta* (Crantz) cv Bonoua 2 et des graines du niébé *Vigna unguiculata* (L) cv blanc ont été déterminées à l'aide de la méthode standard. La concentration de la suspension aqueuse en poudre a été variée de 4 à 10 % (p/v). Les solvants aqueux utilisés ont été l'eau distillée et l'eau de robinet.

Traitement statistique

Les analyses statistiques ont été effectuées sur chacun des échantillons des poudres des racines tubéreuses du manioc *Manhiot esculenta* (Crantz) cv Bonoua 2 et des graines du niébé *Vigna unguiculata* (L) cv blanc avec 3 répétitions pour chaque échantillon. Le logiciel STATISTICA 7.1 a été utilisé pour ces analyses. Le test statistique de Duncan a été utilisé pour la comparaison des moyennes. Il a permis d'établir la variabilité au sein des différents échantillons analysés et la signification statistique a été définie à $p < 0,05$.

Résultats

Influences du type de solvant aqueux sur les capacités moussantes des poudres des racines tubéreuses du manioc *Manhiot esculenta* (Crantz) cv Bonoua 2

Les capacités moussantes des poudres PRM1, PRM2, PRM3 et BTSRM des racines tubéreuses du manioc *Manhiot esculenta* (Crantz) cv Bonoua 2 sont statistiquement différentes les unes des autres au seuil de 5% quel que soit le type de solvant aqueux utilisé dans la détermination de cette propriété physico-fonctionnelle (Figure 1). A ce seuil, les capacités moussantes des poudres dissoutes dans l'eau distillée sont statistiquement supérieures à celles obtenues avec ces poudres dissoutes dans l'eau de robinet. Les capacités moussantes des poudres PRM1, PRM2, PRM3 et BTSRM délayés dans l'eau distillée sont respectivement de $21,96 \pm 0,86$ %, $11,59 \pm 0,42$ %, $11,80 \pm 0,56$ % et $09,02 \pm 0,77$ %, tandis que celles enregistrées avec l'eau de robinet sont respectivement de $11,59 \pm 0,42$ %, $12,31 \pm 0,58$ %, $07,63$

$\pm 0,79\%$ et $08,33 \pm 0,32\%$. L'ordre croissant de ces capacités moussantes lorsque l'eau distillée est utilisée pour dissoudre les poudres est le suivant : CM-BTSRM < CM-PRM2 < CM-PRM3 < CM-PRM1, par contre, lorsque l'eau de robinet est utilisée, l'ordre est le suivant : CM-PRM3 < CM-BTSRM < CM-PRM1 < CM-PRM2.

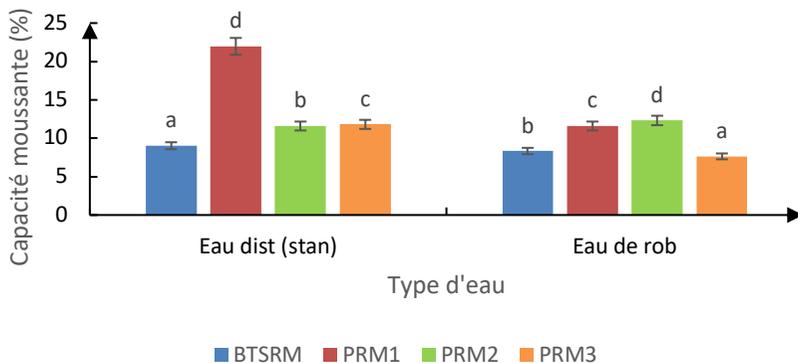


Figure 1. Influences du type de solvant aqueux sur les capacités moussantes des poudres des racines tubéreuses du manioc *Manihot esculenta* (Crantz) cv Bonoua 2

Influences du type de solvant aqueux sur les capacités moussantes des poudres des graines du niébé *Vigna unguiculata* (L) cv blanc

Lorsque les poudres PGN1, PGN2, PGN3 et BTSGN des graines du niébé *Vigna unguiculata* (L.) cv blanc sont dissoutes dans l'eau distillée, les valeurs des capacités moussantes sont respectivement de $32,29 \pm 0,46\%$, $30,55 \pm 0,56\%$, $26,07 \pm 0,50\%$ et de $28,96 \pm 0,97\%$, tandis que celles enregistrées lorsque le solvant aqueux est l'eau de robinet sont respectivement de $29,62 \pm 0,63\%$, $24,44 \pm 0,54\%$, $25,37 \pm 0,70\%$ et $24,07 \pm 0,74\%$ avec l'eau de robinet comme solvant aqueux (Figure 2). L'ordre croissant des capacités moussantes (CM) des poudres PGN1, PGN2, PGN3 et BTSGN est le suivant : CM-PGN3 < CM-BTSGN < CM-PGN2 = CM-PGN1 avec l'eau distillée. Lorsque l'eau distillée est remplacée par l'eau de robinet, on obtient l'ordre suivant : CM-BTSGN = CM-PGN2 < CM-PGN3 < CM-PGN1. Les capacités moussantes des poudres PGN1, PGN2, PGN3 et BTSGN dissoutes dans l'eau distillée sont statistiquement supérieures au seuil de 5% à celles des mêmes substances dissoutes dans l'eau de robinet.

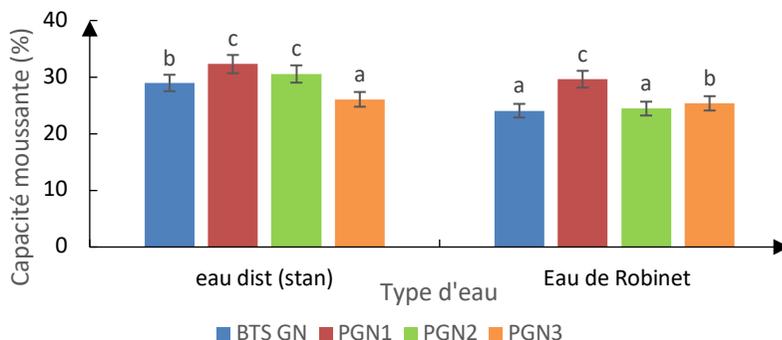


Figure 2. Influences du type de solvant aqueux sur les capacités moussantes des poudres des graines du niébé *Vigna unguiculata* (L.) cv blanc

Influences de la concentration de la suspension aqueuse sur les capacités moussantes des poudres des racines tubéreuses du manioc *Manhiot esculenta* (Crantz) cv Bonoua 2

Les capacités moussantes des poudres PRM1, PRM2, PRM3 et du broyat total sec BTRSM des racines tubéreuses du manioc *Manhiot esculenta* (Crantz) cv Bonoua 2 obtenues grâce à la méthode traditionnelle ayant utilisé des concentrations de suspensions aqueuses de poudre de 5, 7,5, 10 et 15 % (p/v), sont comprises respectivement entre $6,66 \pm 0,67\%$ et $21,97 \pm 0,69\%$, entre $6,67 \pm 0,70\%$ et $11,59 \pm 0,42\%$, entre $08,6 \pm 0,74\%$ et $11,80 \pm 0,56\%$ et entre $8,70 \pm 0,65\%$ et $10,76 \pm 0,77\%$ (Figure 3). La plus forte concentration (15%) des suspensions aqueuses des poudres PRM1, PRM2, PRM3 et du broyat total sec BTRSM des racines tubéreuses du manioc *Manhiot esculenta* (Crantz) cv Bonoua 2 a donné les capacités moussantes les plus élevées. Cette augmentation de capacités moussantes est liée à la granulométrie de la poudre.

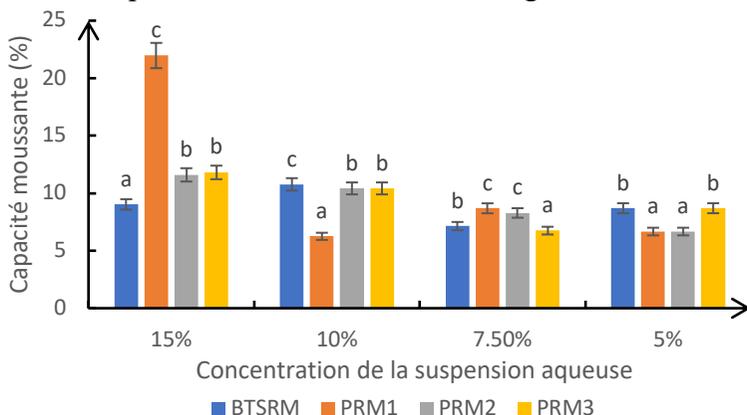


Figure 3. Influences de la concentration de la suspension aqueuse sur les capacités moussantes des poudres des racines tubéreuses du manioc *Manhiot esculenta* (Crantz) cv Bonoua 2

Influences de la concentration de la suspension aqueuse sur les capacités moussantes des poudres des graines du niébé *Vigna unguiculata* (L.) cv blanc

Les capacités moussantes des poudres PGN1, PGN2, PGN3 et BTSGN des graines du niébé *Vigna unguiculata* (L.) cv blanc obtenues avec des concentrations de suspensions aqueuses de poudre de 5, 7,5, 10 et 15 % (p/v), sont comprises respectivement entre $13,10 \pm 0,74\%$ et $32,29 \pm 0,46\%$, entre $15,51 \pm 0,74\%$ et $30,55 \pm 0,54\%$, entre $17,26 \pm 0,63\%$ et $26,07 \pm 0,74\%$ et entre $16,74 \pm 0,83\%$ et $28,96 \pm 0,97\%$ (Figure 4). La plus forte concentration (15%) des suspensions aqueuses des poudres PGN1, PGN2, PGN3 et du broyat total sec BTSGN des graines du niébé *Vigna unguiculata* (L.) cv blanc a donné les capacités moussantes les plus élevées. Cette augmentation de capacités moussantes est liée à la granulométrie de la poudre. Quels que soient les poudres et le broyat total sec contenus dans les suspensions aqueuses, l'ordre croissant des capacités moussantes est le suivant : CM-PGN ou CM-BTSGN à 5% < CM-PGN ou CM-BTSGN à 7,5% < CM-PGN ou CM-BTSGN à 10% < CM-PGN ou CM-BTSGN à 15%. Pour les suspensions aqueuses de poudre ou de broyat total sec de 15 %, l'ordre croissant des capacités moussantes est le suivant : CM-PGN3 < CM-BTSGN < CM-PGN2 < CM-PGN1. Les concentrations de 10, 7,5 et 5 % ont permis d'obtenir des profils de capacités moussantes différents. Les ordres croissants des capacités moussantes sont respectivement : CM-PGN3 < CM-BTSGN < CM-PGN2 < CM-PGN1, CM-BTSGN < CM-PGN1 = CM-PGN3 < CM-PGN2 et CM-PGN1 < CM-PGN2 < CM-BTSGN = CM-PGN3.

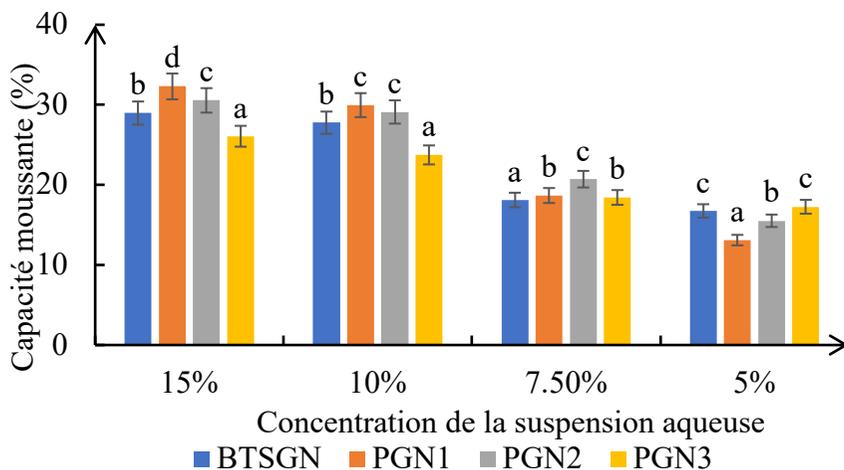


Figure 4. Influences de la concentration de la suspension aqueuse sur les capacités moussantes des poudres des graines du niébé *Vigna unguiculata* (L.) cv blanc

Influences du type de solvant aqueux et de la concentration de la suspension aqueuse sur les stabilités moussantes des poudres des racines tubéreuses du manioc *Manihot esculenta* (Crantz) cv Bonoua 2 et des graines du niébé *Vigna unguiculata* (L) cv blanc

Influences du type de solvant aqueux sur les stabilités moussantes des poudres et du broyat total sec des racines tubéreuses du manioc *Manihot esculenta* (Crantz) cv Bonoua 2

Les représentations graphiques « pourcentage de volume de mousse les poudres PRM1, PRM2, PRM3 et BTRSM en fonction du temps de conservation de cette mousse sur la paillasse à la température ambiante (28°C) » sont des courbes décroissantes. Ces pourcentages avec l'eau distillée pour 10 min sont respectivement de $72,59 \pm 0,76\%$, $87,79 \pm 0,78\%$, $82,22 \pm 0,58\%$ et $31,66 \pm 0,72\%$ (Figure 5). Lorsque le solvant aqueux est l'eau de robinet, ces pourcentages pour ces mêmes substances sont respectivement de $45,55 \pm 0,62\%$, $45,55 \pm 0,60\%$, $72,22 \pm 0,72\%$ et $66,66 \pm 0,76\%$. Pour un temps de conservation de 20 min de ces mousses dans le même environnement, les pourcentages des poudres PRM1, PRM2, PRM3 et BTRSM dissouts dans l'eau distillée sont respectivement de $60,74 \pm 0,70\%$, $75,55 \pm 0,64\%$, $58,88 \pm 0,89\%$ et $23,33 \pm 0,57\%$. L'eau de robinet utilisée comme solvant aqueux de dissolution de ces substances a permis d'obtenir des pourcentages respectifs de $28,88 \pm 0,89\%$, $28,89 \pm 0,75\%$, $38,88 \pm 0,79\%$ et $25,00 \pm 0,57\%$. A 20 min de conservation des mousses sur la paillasse à la température ambiante, l'ordre décroissant des pourcentages des volumes des mousses produites par les poudres dissouts dans l'eau distillée est le suivant : BTRSM < PRM3 < PRM1 < PRM2. Lorsque l'eau distillée est remplacée par l'eau de robinet, cet ordre est le suivant : BTRSM < PRM1 < PRM2 < PRM3. Les mousses produites par les poudres PRM1, PRM2, PRM3 et BTRSM des racines tubéreuses du manioc *Manihot esculenta* (Crantz) cv Bonoua 2 disparaissent à 60 min de conservation sur la paillasse à la température ambiante. Avant ce temps de conservation, le pourcentage de volume de mousse d'une poudre obtenu avec l'eau distillée est statistiquement supérieur au seuil de 5% à celui de la même substance dissoute dans l'eau de robinet. Les mousses des poudres PRM3 et BTRSM dissouts dans l'eau distillée sont les plus stables parmi toutes les mousses produites dans ce travail. L'eau de robinet diminue donc la stabilité de la mousse de la poudre des racines tubéreuses du manioc *Manihot esculenta* (Crantz) cv Bonoua 2. Cette diminution est fonction de la granulométrie de la poudre.

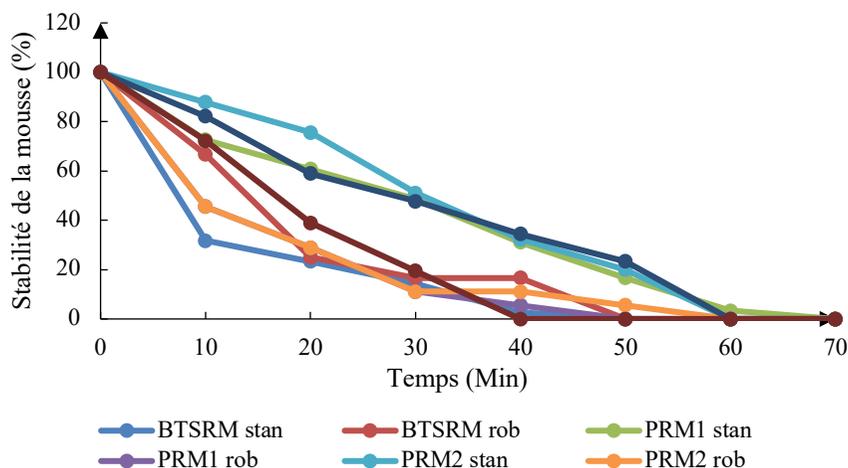


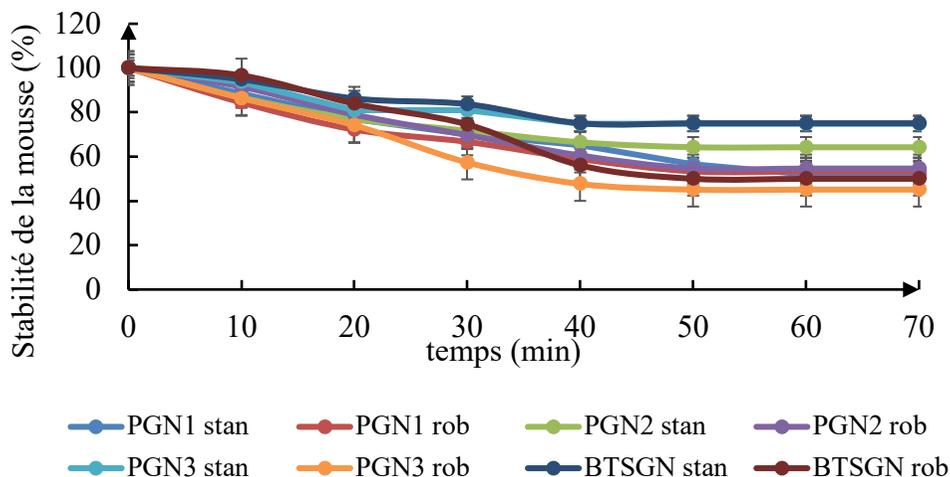
Figure 5. Influences du type de solvant aqueux sur les stabilités des mousses des poudres des racines tubéreuses du manioc *Manihot esculenta* (Crantz) cv Bonoua 2

Influences du type de solvant aqueux sur les stabilités moussantes des poudres et du broyat total sec des graines du niébé *Vigna unguiculata* (L) cv blanc

Les représentations graphiques « pourcentage de volume de mousse des poudres PGN1, PGN2, PGN3 et BTSGN des graines du niébé *Vigna unguiculata* (L.) cv blanc par la méthode standard en fonction du temps de conservation de cette mousse sur la paillasse à la température ambiante (28°C) » sont des courbes décroissantes quel que soit le type de solvant aqueux utilisé pour déterminer les stabilités des mousses. Ces pourcentages pour une conservation de 40 min sont respectivement de $65,29 \pm 0,56\%$, $66,46 \pm 0,64\%$, $74,84 \pm 0,85\%$ et $75,05 \pm 0,52\%$ lorsque les poudres sont dissoutes dans l'eau distillée (Figure 6). Avec l'eau de robinet, les pourcentages des mousses de ces mêmes substances sont respectivement de $58,88 \pm 0,96\%$, $60,51 \pm 0,82\%$, $47,66 \pm 0,94\%$ et $56,06 \pm 0,60\%$. Pour un temps de conservation de 70 min, les pourcentages des mousses des poudres PGN1, PGN2, PGN3 et BTSGN dans l'eau distillée sont respectivement de $51,96 \pm 0,56\%$, $64,24 \pm 0,48\%$, $74,84 \pm 0,85\%$ et $75,05 \pm 0,82\%$, tandis qu'avec l'eau de robinet on a des pourcentages respectifs de $51,33 \pm 0,56\%$, $54,24 \pm 0,57\%$, $45,10 \pm 0,53\%$ et $50,00 \pm 0,65\%$. A 70 min de conservation des mousses sur la paillasse à la température ambiante, l'ordre croissant des pourcentages des volumes des mousses des poudres PGN1, PGN2, PGN3 et BTSGN dissoutes dans l'eau distillée est le suivant : PGN1 < PGN2 < PGN3 < BTSGN. Lorsque l'eau distillée est remplacée par l'eau de robinet, cet ordre est le suivant : PGN3 < BTSGN < PGN1 < PGN2. Les pourcentages de mousse des poudres obtenus avec l'eau distillée comme solvant aqueux sont supérieurs à ceux obtenus avec l'eau de robinet au seuil de 5%. Les mousses des poudres PGN3 et BTSGN dissoutes dans l'eau distillée sont les plus stables. Par contre, la poudre PGN3 dissoute

dans l'eau de robinet est la moins stable parmi toutes les mousses produites dans ce travail. L'eau de robinet diminue donc la stabilité de la mousse de la poudre des graines du niébé *Vigna unguiculata* (L.) cv blanc. Cette diminution est fonction de la granulométrie de la poudre.

Figure 6. Influences du type de solvant aqueux sur les stabilités des mousses des poudres



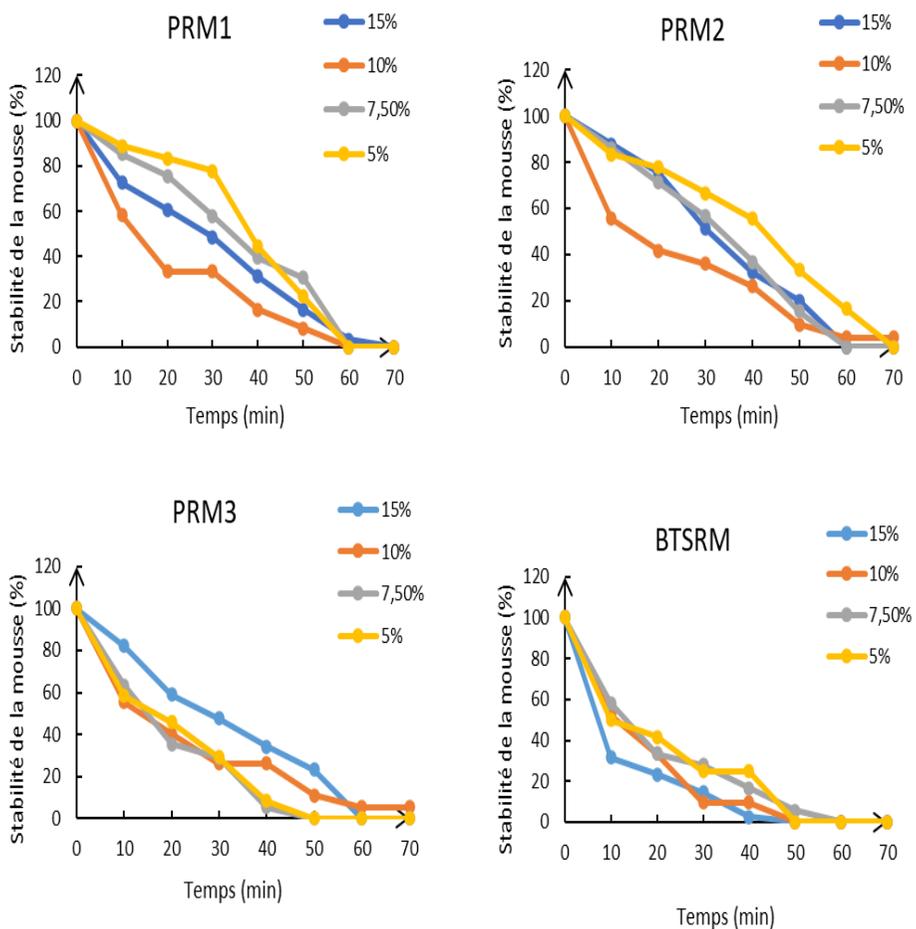
des graines du niébé *Vigna unguiculata* (L.) cv blanc

Influences de la concentration de la suspension aqueuse sur les stabilités moussantes des poudres des racines tubéreuses du manioc *Manihot esculenta* (Crantz) cv Bonoua 2

Les courbes des volumes de mousse des différentes poudres en fonction du temps de conservation de cette mousse sur la paille à la température ambiante (28°C) sont décroissantes quelle que soit la concentration de la suspension aqueuse des poudres PRM1, PRM2, PRM3 et BTRM. Les volumes des mousses produites par les suspensions aqueuses de 5, 7,5, 10 et 15 % (p/v), de ces substances conservées sur la paille pendant 10 min varient respectivement de $85,29 \pm 0,54\%$ à $88,88 \pm 0,76\%$, de $55,55 \pm 0,45\%$ à $85,98 \pm 0,59\%$, de $58,33 \pm 0,63\%$ à $82,22 \pm 0,72\%$ et de $31,66 \pm 0,63\%$ à $58,33 \pm 0,73\%$ (Figure 7). Pour 40 min de conservation, les pourcentages de ces mousses dans les mêmes conditions oscillent respectivement entre $16,66 \pm 0,77\%$ et $44,40 \pm 0,56\%$, entre $26,38 \pm 0,89\%$ et $55,55 \pm 0,64\%$, entre $08,33 \pm 0,38\%$ et $34,44 \pm 0,94\%$ et entre $09,52 \pm 0,80\%$ et $25,00 \pm 0,67\%$. A 10 min de conservation et avec une concentration de 5% (p/v) des poudres, l'ordre croissant des pourcentages de mousse est le suivant : BTRM < PRM3 < PRM2 < PRM1. Lorsque cette concentration est de 15% (p/v), cet ordre est le suivant : BTRM < PRM1 < PRM3 < PRM2. Les mousses produites par les poudres PRM1, PRM2, PRM3 et BTRM disparaissent toutes à 60 min de conservation sur la paille à la température

ambiante. Avant ce temps de conservation, le pourcentage de volume de mousse d'une poudre obtenu avec une suspension aqueuse de 5% (p/v) est statistiquement supérieur au seuil de 5% à ceux de la même substance obtenue avec les concentrations de 7,5% (p/v), 10% (p/v) et 15% (p/v). La concentration de la suspension aqueuse en poudre influence la stabilité de la mousse de la poudre des racines tubéreuses du manioc *Manihot esculenta* (Crantz) cv Bonoua 2. Cette influence est fonction de la granulométrie de la poudre.

Figure 7. Influences de la concentration de la suspension aqueuse sur les stabilités des mousses des poudres des racines tubéreuses du manioc *Manihot esculenta* (Crantz) cv Bonoua 2



Influences de la concentration de la suspension aqueuse sur les stabilités moussantes des poudres des graines du niébé *Vigna unguiculata* (L) cv blanc

Pour toutes les concentrations de suspension aqueuse en poudre utilisée dans ce travail pour déterminer les stabilités des mousses produites par les poudres PGN1, PGN2, PGN3 et BTSGN des graines du niébé *Vigna unguiculata* (L) cv blanc par le biais de la méthode standard, les représentations graphiques « pourcentage de volume de mousse d'une poudre en fonction du temps de conservation de cette mousse sur la pailleasse à la température ambiante (28°C) » sont des courbes décroissantes. Les pourcentages des volumes des mousses produites par les suspensions aqueuses des poudres de concentrations 5, 7,5, 10 et 15 % (p/v) et conservées sur la pailleasse à la température ambiante (28°C) pendant 10 min varient respectivement de $82,74 \pm 0,71\%$ à $99,91 \pm 0,86\%$, de $79,75 \pm 0,64\%$ à $90,95 \pm 0,62\%$, de $81,04 \pm 0,63\%$ à $91,38 \pm 0,89\%$ et de $76,11 \pm 0,81\%$ à $94,87 \pm 0,94\%$ (Figure 8). Lorsque ce temps de conservation est de 40 min, les pourcentages des volumes des mousses produites par ces mêmes substances et conservées dans les mêmes conditions décrites précédemment oscillent respectivement entre $45,53 \pm 0,72\%$ et $65,29 \pm 0,94\%$, entre $35,93 \pm 0,72\%$ et $66,46 \pm 0,75\%$, entre $40,98 \pm 0,83\%$ et $74,84 \pm 0,85\%$ et entre $48,11 \pm 0,47\%$ et $75,05 \pm 0,50\%$. A 10 min de conservation des mousses sur la pailleasse à la température ambiante, l'ordre croissant des pourcentages des volumes des mousses produites par les suspensions aqueuses de 5%(p/v) des poudres est le suivant : BTSGN < PGN2 < PGN3 < PGN1. Lorsque cette concentration est de 15%(p/v), cet ordre est le suivant : PGN1 < PGN2 < PGN3 < BTSGN. Les mousses produites par les poudres PGN1, PGN2, PGN3 et BTSGN des graines du niébé *Vigna unguiculata* (L) cv blanc ont une valeur constante à partir de 50 min de conservation sur la pailleasse à la température ambiante. Avant ce temps de conservation, le pourcentage de volume de mousse d'une poudre ou d'un broyat total sec obtenu avec une suspension aqueuse de 15%(p/v) est statistiquement supérieur au seuil de 5% à ceux de la même substance obtenue avec les concentrations de suspensions aqueuses de 5%(p/v), 7,5%(p/v) et 10%(p/v). La concentration de la suspension aqueuse en poudre influence la stabilité de la mousse de la poudre des graines du niébé *Vigna unguiculata* (L) cv blanc. Cette influence est fonction de la granulométrie de la poudre.

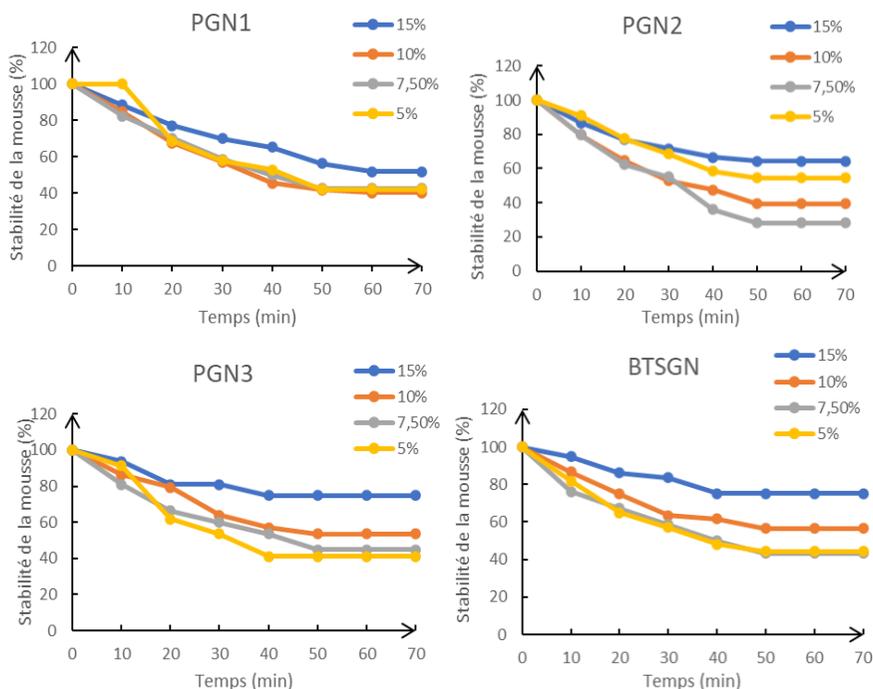


Figure 8. Influences de la concentration de la suspension aqueuse sur les stabilités des mousses des poudres des graines du niébé *Vigna unguiculata* (L.) cv blanc

Discussion

La capacité moussante d'une poudre est une mesure de la capacité de cette poudre à produire de la mousse en présence d'un solvant aqueux. Les poudres ayant une capacité moussante et une stabilité de mousse élevées sont utiles en tant qu'agents d'aération dans des aliments qui exigent une production de volumes stables de mousse une fois secoués (Akinyele et al., 1986).

Le type de solvant aqueux influence les capacités moussantes des poudres et des broyats totaux secs des graines du niébé *Vigna unguiculata* (L.) cv blanc et des racines tubéreuses du manioc *Manihot esculenta* (Crantz) cv Bonoua 2. Cette situation s'est traduite par le fait que, les capacités moussantes de toutes les poudres et du broyat total sec des graines du niébé *Vigna unguiculata* (L.) cv blanc dissouts dans l'eau distillée sont statistiquement supérieures au seuil de 5% à celles des mêmes substances délayées dans l'eau de robinet. Quant aux poudres et au broyat total sec des racines tubéreuses du manioc *Manihot esculenta* (Crantz) cv Bonoua 2, la capacité moussante de la poudre PRM1 dissoute dans l'eau distillée est statistiquement supérieure au seuil de 5% à celle de la même substance dissoute dans l'eau de robinet. Cette variabilité de résultats montre que l'influence du type de solvant aqueux sur

les capacités moussantes des poudres et des broyats totaux secs des graines du niébé *Vigna unguiculata* (L.) cv blanc et des racines tubéreuses du manioc *Manihot esculenta* (Crantz) cv Bonoua 2 est liée non seulement à la composition chimique mais aussi au pH des solvants de dissolution. L'implication du pH dans la variation des capacités moussantes des poudres a été déjà évoquée par Olawuni et al. (2014). En effet, ces auteurs en étudiant l'effet du pH sur les capacités moussantes de trois types de poudre de niébé (non dégraissées, dégraissées et protéiques) ont noté que ceux-ci avaient les capacités moussantes les plus élevées à un pH alcalin de 14 (4,50 %) et les plus faibles aux pH acides de 4 et 6 (2,7 %). A pH alcalin de 14 et à pH acide de 4, Olawuni et al. (2014) ont enregistré respectivement des capacités moussantes de la poudre protéique de 40,37 % et de 33,03 %. Elles représentent respectivement 9 et 33,03 : 2,7 fois les capacités moussantes des poudres dégraissées et non dégraissées de niébé. Ce résultat indique que parmi les composantes chimiques des poudres de niébé étudiées par ces auteurs, les protéines joueraient un rôle primordial dans la production de la mousse. Cette assertion est soutenue par le résultat obtenu au cours de l'étude de l'influence de la concentration de la suspension aqueuse sur les capacités moussantes des poudres et des broyats totaux secs des racines tubéreuses du manioc *Manihot esculenta* (Crantz) cv Bonoua 2 et des graines du niébé *Vigna unguiculata* (L) cv blanc. En effet, cette étude a montré que l'augmentation de la concentration de la suspension aqueuse engendre une augmentation des capacités moussantes de ces substances. Ceci a pu se faire grâce à une augmentation de la concentration protéique dans le milieu réactionnel. La quantité de protéine dans le milieu réactionnel représente donc un paramètre physique expérimental important. A cette quantité, de nombreux travaux recherche rattachent la qualité des protéines. La quantité et la qualité de protéines sont significativement affectée par les méthodes de transformation (Onimawo et Egbekun (1998) ; Wadud et al., 2004 ; Solomon, 2005), le temps et la température (Onimawo et Egbekun, 1998 ; Wahid et al., 2004 ; Solomon, 2005), le pH, la structure et le type de protéine (Onimawo et Egbekun, 1998 ; Wadud et al, 2004). Ainsi, Prinyawiwatkul et al. (1997), ont signalé que la dénaturation diminue la solubilité des protéines, ce qui à son tour diminue la capacité moussante des poudres de niébé. Ce résultat est en accord avec les travaux de Solomon (2005) et Anigo et al. (2009), qui ont rapporté que le traitement thermique empêchait la formation de mousse dans les farines de sorgho, de millet et la poudre d'Acha, tandis que la germination augmentait les capacités de formation de mousse de ces mêmes substances.

L'influence du type de solvant aqueux sur les capacités moussantes est fonction de la taille des particules des poudres et des broyats totaux secs des graines du niébé *Vigna unguiculata* (L.) cv blanc et des racines tubéreuses du manioc *Manihot esculenta* (Crantz) cv Bonoua 2. Ceci s'explique par le fait

que les poudres fines (PRM1 et PRM2) ont donné les capacités moussantes les plus élevées parmi les poudres et le broyat total sec délayés dans l'eau de robinet. Dans l'eau distillée, la poudre PRM1 a la capacité moussante la plus élevée. Quant aux poudres et au broyat total sec des graines du niébé *Vigna unguiculata* (L.) cv blanc, les poudres fines (PGN1 et PGN2) ont les capacités moussantes les plus élevées lorsque l'eau distillée est le solvant de dissolution des substances étudiées. Dans l'eau de robinet, la poudre PGN1 a la capacité moussante la plus élevée.

Les mousses des poudres contenant les grosses particules (GN3, PRM3 et broyats totaux secs) des racines tubéreuses du manioc *Manihot esculenta* (Crantz) cv Bonoua 2 et des graines du niébé *Vigna unguiculata* (L.) cv blanc dissouts dans l'eau distillée sont les plus stables parmi toutes les mousses produites dans ce travail. L'eau de robinet diminue donc la stabilité de la mousse de la poudre des racines tubéreuses du manioc *Manihot esculenta* (Crantz) cv Bonoua 2 et des graines du niébé *Vigna unguiculata* (L.) cv blanc. Ce résultat signifie que le pH de l'eau distillée favorise la stabilité de la mousse produite que celle du pH de l'eau de robinet. Cette diminution est fonction de la granulométrie de la poudre.

Conclusion

Au terme de cette étude, nous pouvons noter que les facteurs extrinsèques influencent aussi bien les propriétés de la poudre amyliacée de manioc que la poudre de niébé riche en protéine. En effet, la granulométrie influence les propriétés de surface des protéines des poudres des racines de manioc et des graines de niébé. Les poudres contenant de fines particules ont des propriétés de surface des protéines les plus élevées. De plus, le type de solvant agit sur la capacité moussante et la stabilité de la mousse des poudres. L'eau distillée est meilleure que l'eau de robinet comme solvant. En outre, la concentration de la poudre influence également les propriétés de surface des protéines de ces deux poudres alimentaires. Les propriétés moussantes sont plus élevées au niveau des graines de niébé qu'au niveau des poudres des racines tubéreuses de manioc. Les propriétés moussantes des deux poudres alimentaires sont influencées par les paramètres physiques expérimentaux évalués dans cette étude. Il serait alors judicieux d'en tenir compte dans l'appréciation de la qualité nutritionnelle, technologique, organoleptique et industrielle de ces poudres afin d'éviter des surprises qui pourraient être désagréables et dommageables en industries agroalimentaires.

Contribution des auteurs : Somala Tatiana Tanoh, Martin Luthère King N'gbo et William Kwithony Disseka ont contribué de façon égale aux travaux d'analyses et de rédaction de cette publication. Lucien Patrice Kouamé a

supervisé les travaux et contribué à la rédaction de cette publication. Tous les auteurs ont contribué à la révision de cette publication.

Conflit d'intérêts :

les auteurs ne déclarent pas de conflits d'intérêts.

Disponibilité des données :

Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement :

Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

Références:

1. Akinyele, I. O., Onigbinde, A. O., Hussain, M. A., & Omolulu, A. (1986). Physicochemical characteristics of eighteencultivars of Nigerian cowpeas (*Vigna unguiculata*) and their cooking properties. *Journal of Food Sciences*, 51, 1483-1485.
2. Akubor, P. I. (2007). Chemical, functional and cookie baking properties of soybean/maize flour blends. *Journal Food Sciences Technology*, 6, 619-622.
3. Anigo, I. A., Ameh, D. A., Ibrahim, S., & Danbauchi, S., S. (2009). Nutrient composition of commonly used complimentary foods in north western Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 8, 4211-4216.
4. Basha, S. M., & Pancholy, S. R. (1982). Composition and characteristics of basic proteins from peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 30, 1176-1179.
5. Boye, J., Zare, F., & Pletch, A. (2010). Pulse proteins: Processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. *Food research international*, 43(2), 414-431.
6. Coffman, C. W., & Garcia, W. (1977). Functional properties and amino acid content of protein isolate from mung bean flour. *Journal of Food Technology*, 12, 473-484.
7. Foegeding, E. A., Luck P. J., & Davis, J. P. (2006). Factors determining the physical properties of protein foams. *Food hydrocolloids*, 20(2-3), 284-292.
8. Kinsella, J. E. (1979). Functional properties of soy proteins. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 56 (3), 242-258.
9. Moure, A., Sineiro, J., Dominiguez, H., & Parajo J. C. (2006). Functionality of oil seed protein product. *Food Research International*, 38, 945-963.
10. Njintang, Y. N., Mbofung, C. M. F., Balaam, F., Kitissou, P., & Scher, J. (2008). Effect of taro (*Colocasia esculenta* L Schott) flour addition

- on the functional and alveographic properties of wheat flour and dough. *Journal of Science Food and Agriculture*, 88, 273-279.
11. Olawuni, I., Osobie, C. C., Ebinga, D., Amandikwa, C., Ibeabuchi, C. J., & Uzoukwu A. E. (2014). Effect of pH and temperature on selected functional properties of flour samples and protein isolate of cowpea (*Vigna unguiculata*) seeds. *Analytical Chemistry*, 14(7), 247-258.
 12. Onimawo, I. A., & Egbekun, K. M. (1998). Some techniques in food science and nutrition. *Comprehensive food science and nutrition. Everblessed Publishers, Benin City*, 177-183.
 13. Peroni, F. H. G., Rocha, T. S., & Franco, C. M. L. (2006). Some structural and physicochemical characteristics of tuber and root starches. *Food Sciences Technology International*, 12, 505-513.
 14. Prinyawiwatkul, W., McWatters, K. H., Beuchat, L. R., & Phillips, R. D. (1997). Functional characteristics of cowpea (*Vigna unguiculata*) flour and starch as affected by soaking, boiling and fungal fermentation before milling. *Food Chemistry*, 58, 361-372.
 15. Sasaki, T., & Matsuki, J. (1998). Effect of wheat starch structure on swelling power. *Cereal Chemistry*, 75, 525-529.
 16. Sharma, P., Jha, M. X., Dubey, R. S., & Pessarakli, M. (2012). Reactive Oxygen Species, oxidative damage and antioxidative defense mechanism in plants under stressful conditions. *Journal of Botany*, 12, 1-26.
 17. Siddiq, M., Rav, R., Harte, J. B., & Dolan, K. D. (2010). Physical and functional characteristics of selected dry bean (*Phaseolus vulgaris* (L.) flours. *LWT-Journal of Food Sciences Technology*, 43, 232-237
 18. Solomon, M. (2005). Nutritive value of three potential complementary foods based on cereals and legumes. *African Journal of Food and Nutritional Sciences*, 5(2), 1-14.
 19. Wadud, S., Abid, H., Ara, H., Kosar, S., & Shah, W. H. (2004). Production, quality evaluation and storage stability of vegetable protein-based baby foods. *Food chemistry*, 85(2), 175-179.
 20. Wahid, A., Hameed, M. A. N. S. O. O. R., & Rasul E. J. A. Z. (2004). Salt-induced injury symptoms, changes in nutrient and pigment composition, and yield characteristics of mungbean. *International Journal of Agriculture and Biology*, 6 :1143-1152.