

RÉDUCTION DE LA MALNUTRITION CHRONIQUE PAR UNE APPROCHE ALIMENTAIRE : UNE ÉTUDE PILOTE EN MILIEU RURAL AU SUD-BÉNIN

F. S. U. BODJRENOU*, W. AMOUSSA HOUNKPATIN*, S. HOUNDEJI*, J. LOKONON*, M. A. D. R. KODJO* & L. A. AÏTONDEJI DOSSA*

* *Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526, Tél : (+229) 97 05 20 20 - Cotonou, Bénin - E-mail : amouswal@yahoo.fr*

RÉSUMÉ

La malnutrition infantile constitue un problème de santé publique au Bénin. Les causes les plus importantes sont les mauvaises pratiques d'alimentation et de nutrition des nourrissons et des jeunes enfants. L'objectif de cette étude était de tester l'efficacité d'une approche nutritionnelle d'intervention alimentaire sur l'état nutritionnel des enfants de 6 à 12 mois dans un village du Sud-Bénin. Un échantillon de 14 enfants a été soumis sur une période de 6 mois à la consommation d'une bouillie traditionnelle améliorée préparée à partir d'une farine de maïs, arachide et niébé et de malt. Leurs mères ont suivi de façon mensuelle des séances d'éducation nutritionnelle sur les bonnes pratiques d'alimentation, de nutrition, d'hygiène et d'assainissement et de santé des nourrissons et jeunes enfants. L'évolution de l'état nutritionnel des enfants a été appréciée par l'anthropométrie et les indicateurs des pratiques d'alimentation de complément. La situation de ces enfants a été comparée à celle de 15 autres ayant servi de témoins : ces derniers ont bénéficié de leur régime alimentaire habituel. Au terme de l'intervention, il a été remarqué une amélioration des apports en énergie, protéines, vitamine A et fer et de la diversité alimentaire des enfants ayant bénéficié de la bouillie à base de farine enrichie. Au plan nutritionnel, cette amélioration n'a pas induit une amélioration significative de l'état nutritionnel des enfants ; elle a toutefois permis la non aggravation des cas de retard de croissance. L'ajout de sources de minéraux et vitamines à la farine pourrait permettre d'améliorer sa qualité.

Mots clés : Retard de croissance, Farine enrichie, Maltage, Intervention nutritionnelle, Bénin

REDUCE STUNTING THROUGH FOOD APPROACH : A PILOT STUDY IN RURAL AREA IN SOUTHERN BENIN

ABSTRACT

Infant malnutrition is a public health problem in Benin. The most important causes are inadequate feeding practices of infants and young children. The objective of this study was to appreciate the effect of a nutritional intervention approach on the nutritional status of children aged 6 to 12 months in a rural area of south Benin. A sample of 14 children consumed an improved traditional porridge prepared from corn, peanut, cowpea and maize-based malt during 6 months. Nutrition education sessions were monthly organized for mothers on children feeding and nutrition recommendations, hygiene, sanitation and health. The evolution of the nutritional status of children was assessed by anthropometry and indicators of complementary feeding practices. The situation of these children was compared with that of 15 others from a control group, who benefited their usual diet. At the end of the intervention, there was an improvement in the energy, protein, vitamin A and iron intake and the dietary diversity of children who benefited from the enriched flour porridge. This improvement did not lead to a significant improvement in the nutritional status of children; however, it allowed a non-aggravation of stunting cases. The addition of sources of minerals and vitamins to flour could improve the quality of the porridge.

Keywords : Stunting, Enriched flour, Malting, Nutritional intervention, Benin

INTRODUCTION

La malnutrition est un déséquilibre entre les apports en éléments nutritifs et les besoins de l'organisme. Elle constitue une cause importante de morbidité et de mortalité des enfants en Afrique de l'Ouest et du Centre (UNICEF, 2009). Au Bénin, elle représente un véritable problème de santé publique. Plus de 30 % des enfants de 6 à 23 mois souffrent de malnutrition chronique (INSAE, 2015). Cette prévalence élevée du retard de croissance est due à la carence en plusieurs micronutriments dont le zinc et traduit une situation nutritionnelle grave et stationnaire (Maire & Delpeuch, 2004 ; iZincG, 2007). Les prévalences élevées de l'anémie, 82 % en 2001 (INSAE, 2001) et 78 % en 2006 (INSAE & Macro International, 2007) indiquent une carence sévère en Fer (Maire & Delpeuch, 2004). La carence en vitamine A affecte 68 % des enfants âgés de 6 à 59 mois et serait la cause sous-jacente de 34% de la mortalité infanto-juvénile (FAO, 2011).

La malnutrition infantile résulte de plusieurs facteurs comme la pauvreté, le faible niveau d'éducation des parents et l'état nutritionnel inadéquat des mères (Rayhan & Khan, 2006 ; Dittoh *et al.*, 2007 ; PAM, 2009). Les pratiques d'alimentation ainsi que la qualité des aliments proposés aux enfants à la sortie de l'allaitement maternel exclusif constituent également des facteurs déterminants de l'état nutritionnel de ces derniers (INSAE-Bénin & Macro International, 2007 ; PAM, 2009). En effet, au Bénin, moins de 15 % des enfants de plus de 6 mois bénéficient d'un régime alimentaire de complément satisfaisant (INSAE, 2015). Les aliments qui sont proposés aux enfants, comme dans le reste des pays en développement sont essentiellement des bouillies à base de céréales (Latham, 2001). Ils ont une densité nutritionnelle faible et ne peuvent pas couvrir les besoins quantitatifs et qualitatifs en protéines et en micronutriments des jeunes enfants.

Pour résoudre le problème de la malnutrition des nourrissons et des jeunes enfants au Bénin, il faut leur trouver une alimentation d'appoint adaptée à leur âge, nutritionnellement adéquate et sûre (UNICEF, 2009). Plusieurs démarches ont été proposées. Certaines technologies telles que la germination ou le maltage permettent non seulement d'améliorer la qualité nutritionnelle et la digestibilité des aliments de compléments notamment des bouillies produites par les ménages mais aussi leur densité énergétique et nutritionnelle (Tou *et al.*, 2003 ; Traoré *et al.*, 2004 ; Mbofung & Fombang, 2003).

Entre 2007 et 2011, une farine améliorée a été mise au point pour couvrir les besoins en énergie et en protéines des enfants de 6 à 12 mois. Les ingrédients

utilisés sont : le maïs (65 %), l'arachide (15 %) et le niébé (20 %). Une proportion de 15 % de malt est également incorporée pour augmenter la densité énergétique de la bouillie (Dossa *et al.*, 2011). Une intervention a été conduite durant six (06) mois pour tester l'efficacité de cette farine. Cette étude d'efficacité biologique de la consommation de la bouillie traditionnelle améliorée a consisté à faire consommer de façon quotidienne la bouillie à des enfants de 6 à 12 mois sur une période de 6 mois. En outre, des séances mensuelles d'éducation nutritionnelle ont été organisées à l'intention des mères pour améliorer les pratiques d'alimentation et de nutrition des nourrissons et des jeunes enfants. Elles ont porté notamment sur : l'allaitement maternel, l'alimentation de complément, l'hygiène et l'assainissement et la santé de la mère et de l'enfant.

L'objectif de la présente étude était de tester l'efficacité de cette intervention alimentaire et nutritionnelle à double composante sur les pratiques d'alimentation et la nutrition des enfants de 6 à 12 mois du village de Dassékomey dans la commune d'Abomey-Calavi au Sud-Bénin.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'étude a été conduite sur une période de 6 mois dans deux villages de la commune d'Abomey-Calavi : Dassékomey comme milieu d'intervention et Kpossidja comme milieu témoin. La commune d'Abomey-Calavi se trouve dans le département de l'Atlantique, au Sud-Bénin. Les deux localités, distantes d'une dizaine de kilomètres l'une de l'autre présentent des caractéristiques économiques et sociodémographiques similaires. Un échantillon de 14 couples mère-enfant dans le village d'intervention et 15 couples mère-enfant dans le village témoin a été retenu. Les couples ont été obtenus par échantillonnage systématique de commodité c'est-à-dire que dans chaque village, toutes les mères volontaires dont les enfants apparemment en bonne santé avaient entre 6 et 12 mois ont été pris en compte. Dans le village d'intervention, les enfants ont reçu la bouillie faite à partir de la farine infantile améliorée et des séances d'éducation nutritionnelle ont été organisées à l'intention des mères. Dans le village témoin, seules les mesures ont été prises durant la période de mise en œuvre de l'étude.

La technologie de formulation de la farine et la méthode de préparation de la bouillie sont matérialisées par la Figure 1. La farine enrichie est produite à partir des ingrédients suivants : maïs, arachide, niébé. En utilisant 40 g de farine composée et 6 g de farine de malt (taux d'incorporation de 15 %) auxquelles on ajoute 250 ml d'eau, on obtient une quantité de bouillie de 166

g soit un apport énergétique de 135,29 Kcal. L'eau utilisée pour la préparation de la bouillie est l'eau de cuisson de la grande morelle (*Solanum macrocarpum*). La densité énergétique de la bouillie (81,5 Kcal/100g) ainsi que sa composition en macronutriments étaient conformes aux normes de la FAO et du Codex Alimentarius (Dossa *et al.*, 2011).

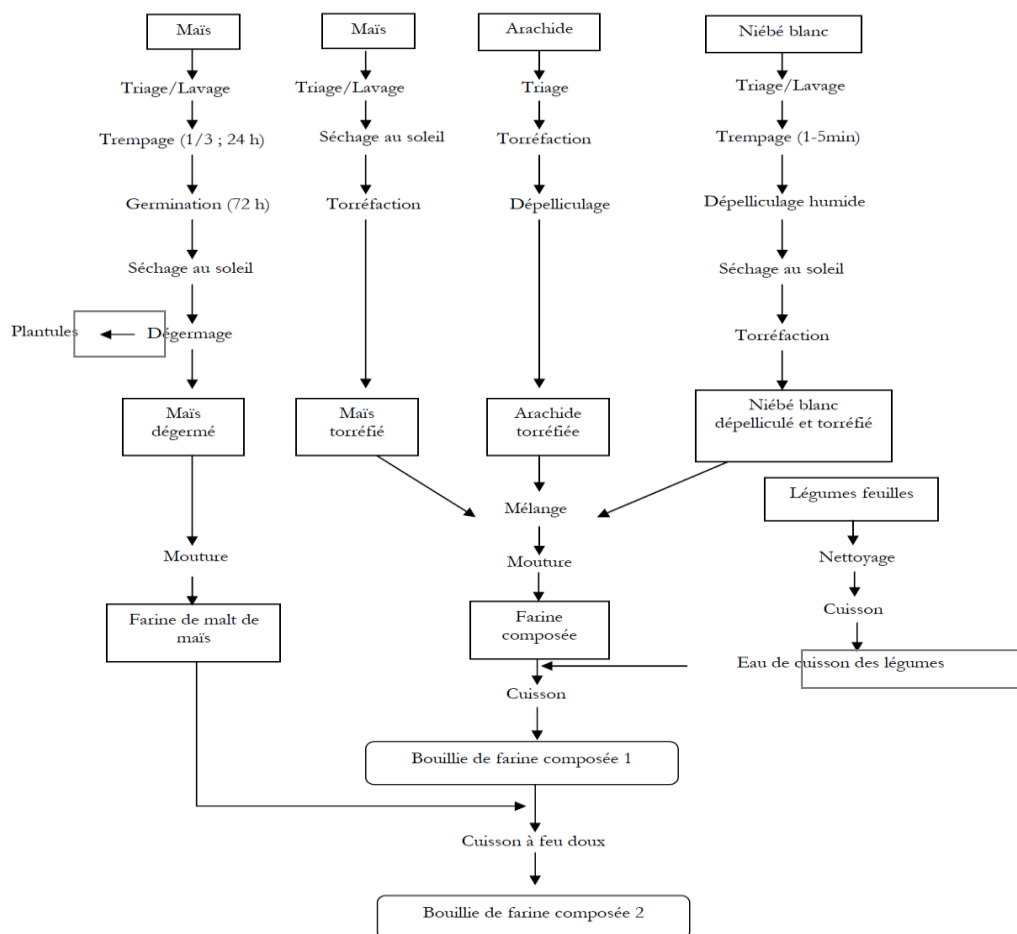


Figure 1. Technologie de production de la bouillie

Une enquête de consommation alimentaire par rappel de 24 heures a permis d'estimer le déficit en énergie et protéines des enfants des deux groupes. La quantité journalière de farine à consommer par un enfant a été estimée à partir de ce déficit et de la valeur nutritionnelle de la bouillie (DOSSA *et al.*, 2011). Il a donc été retenue 62,5 g de bouillie par jour (25 g de farine, 4g de malt et 157 g d'eau).

La farine améliorée et la farine de malt sont fournies aux mères dans des sachets hermétiquement fermés à la thermo soudeuse par dose de 10 jours.

Pour faciliter une bonne mesure des quantités de farine et de malt au niveau ménage, des correspondances ont été faites avec des ustensiles de cuisine qui ont été achetés et distribués aux mères. En outre, une séance de démonstration culinaire a été organisée pour montrer aux mères comment préparer la bouillie.

Le programme d'éducation nutritionnelle a été exécuté de façon mensuelle sur toute la durée de l'intervention(6 mois), sous forme de discussions de groupe et d'entretiens individualisés avec les mères.

Collecte et traitement des données

Les mesures anthropométriques

L'anthropométrie a été choisie pour apprécier l'état nutritionnel des enfants et son évolution à différents stades de l'intervention. Cette méthode est simple, peu chère, et non invasive pour apprécier l'état nutritionnel de l'individu. Les mesures anthropométriques ont été prises conformément aux recommandations de l'OMS. Le poids a été mesuré à l'aide d'un pèse-personne de marque SECA (Poids maximal : 150 kg ; précision = 100 g) avec fonction tare et la longueur à l'aide d'une toise Shorren position couchée (Taille maximale : 197,5 cm ; précision = 0,1cm) (Cogill, 2003).

Pour l'ensemble des enfants, l'âge a été calculé directement à partir de la date de naissance figurant sur des pièces justificatives (acte de naissance et carnet de soin).

Le logiciel Anthro version 2.0.4 de l'OMS a été utilisé pour calculer les z-scores et les prévalences de l'émaciation (Poids/Taille), du retard de croissance (Taille/Âge) et de l'insuffisance pondérale (Poids/Âge) chez les enfants.

La consommation alimentaire des enfants

La consommation alimentaire des enfants a été appréciée par des rappels de 24 heures mensuels. Cette méthode est recommandée par l'UNICEF pour la détermination des indicateurs des pratiques d'alimentation et de nutrition des nourrissons et des jeunes enfants (OMS, 2009). Les données du rappel de 24 heures ont également permis de calculer le niveau de couverture des besoins en énergie et protéines des enfants. Pour ce faire, des séances de pesée d'aliments ont été réalisées pour pouvoir estimer les poids d'aliments

consommées par les enfants dont les poids avaient été exprimés en unités ménagères. Ensuite, le logiciel Worldfood Dietary Assessment System (version 2.0) a été utilisé pour estimer les apports quotidiens en énergie et protéines des aliments de compléments. Pour ce qui est des micronutriments (vitamine A, fer et zinc), les données de la table de composition des aliments de l'Afrique de l'Ouest (Stadlmayr *et al.*, 2010) ont été utilisées pour estimer les apports nutritionnels des aliments consommés à partir de leurs ingrédients.

Les apports journaliers, obtenus par addition des apports des aliments de complément et ceux du lait maternel, ont été alors rapportés aux apports de sécurité (FAO, 2001 ; FAO & OMS, 2004 ; 2007) pour calculer les niveaux de couverture des besoins. En outre, la diversité du régime alimentaire des enfants a été déterminée. La diversification alimentaire minimum est la proportion d'enfants de 6 à 23 mois ayant consommé des aliments appartenant au moins à 4 groupes alimentaires distincts sur les 7 groupes d'aliments définis (OMS, 2009).

Analyse des données

Les statistiques descriptives (fréquences, moyennes, médianes) ont été réalisées par le tableur Excel de Microsoft Office 2007. Les tests statistiques effectués sont essentiellement des comparaisons de moyennes dans le logiciel MiniTab 14.0. Il s'agissait de :

- l'Analyse de variance pour comparer les valeurs obtenues dans un même village entre la situation initiale (T=0), la situation à mi-parcours (T = 3 mois) et la situation finale (T = 6 mois) et
- le test t de Student pour comparer les valeurs des deux villages.

Les conclusions ont été tirées à un seuil de probabilité de 5 %.

RÉSULTATS

Évolution de la situation nutritionnelle des enfants

La situation nutritionnelle des enfants était homogène entre les deux villages au début de l'intervention (Tableau 1). Eu égard aux paramètres anthropométriques, les trois indices nutritionnels ne sont pas statistiquement différents dans le village d'intervention comparativement au village témoin.

Tableau 1. Caractéristiques initiales des échantillons

| Paramètres | Intervention | Témoin |
|--------------|-----------------------|------------------------|
| Effectifs | 14 | 15 |
| Filles | 6 (42,9%) | 7 (46,7%) |
| Garçons | 8 (57,1%) | 8 (53,3%) |
| Age (mois) | 9,1±1,9 ^a | 9,4±1,85 ^a |
| Poids (Kg) | 7,7±1,2 ^a | 7,3±1,08 ^a |
| Taille (cm) | 68,7±4,6 ^a | 68,1±3,61 ^a |
| Poids/Taille | -0,5±0,9 ^a | -0,9±1,12 ^a |
| Taille/Age | -1,1±1,1 ^a | -1,5±1,04 ^a |
| Poids/Age | -1,1±1,0 ^a | -1,5±1,15 ^a |

Note : Les valeurs affectées de la même lettre sur une ligne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %.

Le Tableau 2 présente les z-scores des deux groupes au début de l'intervention, à mi-parcours (3 mois) et à la fin (6 mois). La comparaison des Z-scores ne révèle aucune différence significative sur toute la période des 6 mois d'intervention ($p > 0,05$).

Tableau 2. Evolution des z-scores dans les deux groupes

| Groupes | Poids/Taille | | | Taille/Age | | | Poids/Age | | |
|--------------|--------------|----------|----------|------------|----------|----------|-----------|----------|----------|
| | T=0mois | T=3mois | T=6mois | T=0mois | T=3mois | T=6mois | T=0mois | T=3mois | T=6mois |
| Intervention | -0,5±0,9 | -0,3±0,9 | -0,3±0,8 | -1,1±1,1 | -1,3±1,0 | -1,5±0,9 | -1,1±1,0 | -0,9±1,0 | -1,0±0,9 |
| Témoin | -0,9±1,1 | -0,6±0,8 | -0,6±0,7 | -1,5±1 | -2±1 | -2±1 | -1,5±1,2 | -1,5±0,9 | -1,4±0,8 |

La Figure 2 présente l'évolution des prévalences de l'émaciation, de l'insuffisance pondérale et du retard de croissance. Les prévalences de l'émaciation et de l'insuffisance pondérale suivent la même tendance dans les deux groupes ; elles ont diminué de 7,1 points pour le groupe intervention et 14,3 points pour le groupe témoin. Lorsqu'on s'intéresse au retard de croissance, on remarque une légère différence dans la croissance en taille des enfants des deux groupes ($1,03 \pm 0,61$ cm/mois pour le groupe d'intervention et $0,98 \pm 0,18$ cm/mois pour le groupe témoin). Cette différence n'est toutefois pas significative ($p = 0,758$). Mais, pour ce qui est des prévalences, elles ont augmenté de 28,6 points dans le groupe témoin mais n'ont pas varié sur la période des 6 mois dans le groupe ayant bénéficié de l'intervention. Ceci traduit une situation stationnaire et donc une stagnation. En effet, aucun nouveau cas de malnutri chronique n'a été relevé dans le groupe d'intervention sur la période des 6 mois alors qu'on en a eu 4 dans le groupe témoin.

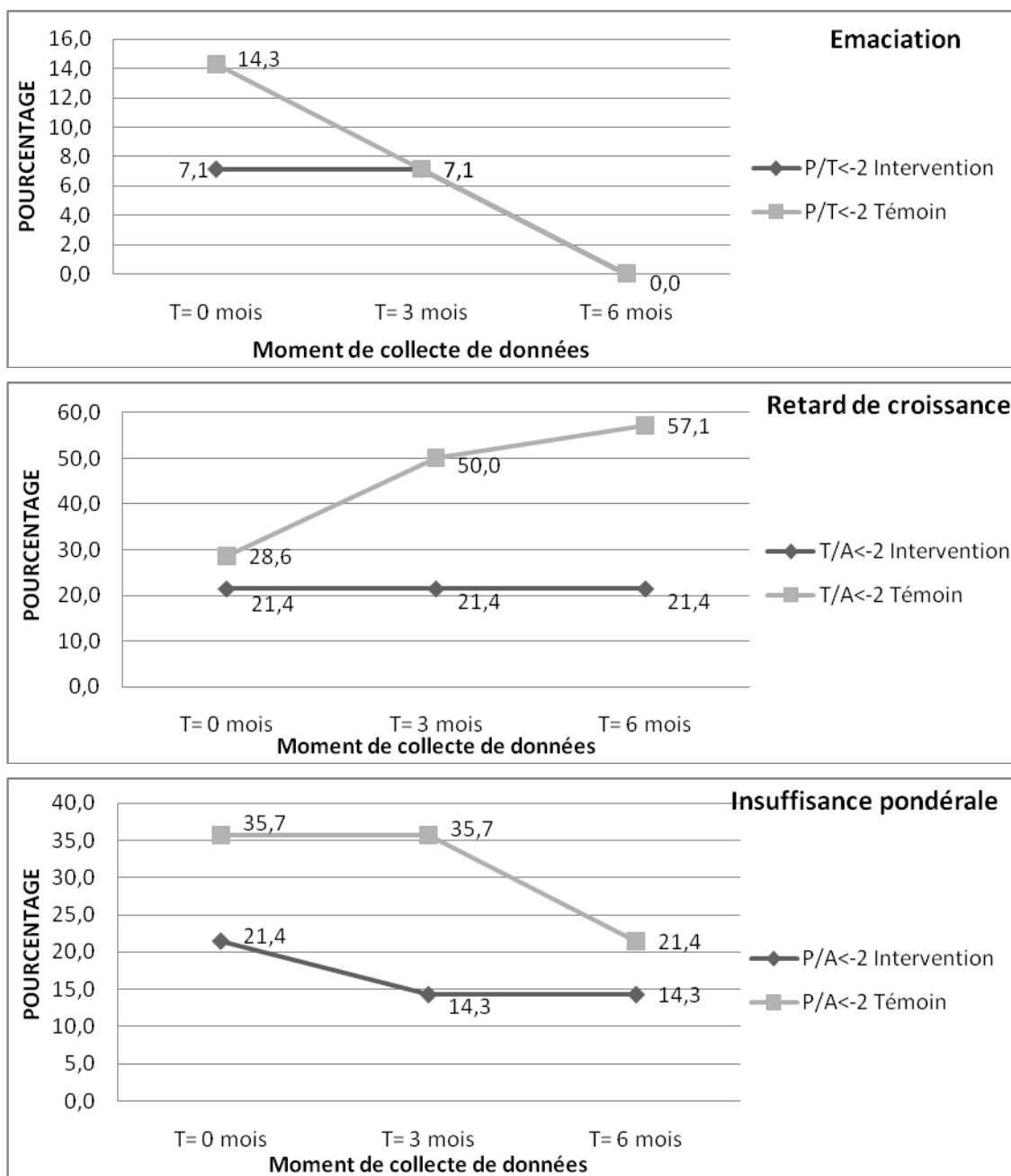


Figure 2. Evolution des prévalences sur la période de l'intervention (T₀, 3 mois et 6 mois)

*Évolution de la qualité du régime alimentaire des enfants**Couverture des besoins en énergie, protéines, fer, zinc et vitamine A*

Le Tableau 3 présente le niveau de couverture des besoins nutritionnels et énergétiques. On y remarque qu'avant l'intervention, les niveaux de couverture des besoins chez les enfants du groupe témoin étaient les plus élevés (sauf dans le cas du zinc). Cette différence entre les deux groupes était même significative pour la vitamine A et les protéines ($p < 0,05$). Mais à la fin des 6 mois de consommation de la bouillie améliorée à base de maïs, niébé, malt et d'arachide, une amélioration significative a été notée aussi bien pour l'énergie que les 4 nutriments dans le groupe d'intervention et seulement pour le fer et le zinc dans le groupe témoin. Globalement, l'amélioration observée est beaucoup plus importante dans le groupe des enfants ayant consommé la bouillie améliorée. Dans le cas du zinc, l'évolution des valeurs dans les deux groupes est similaire. Il faut noter qu'il n'y avait pas de différence significative entre les niveaux de couverture des besoins des deux groupes à la fin des 6 mois ni pour l'énergie ni pour les nutriments considérés ($p > 0,05$).

Tableau 3. Niveau de couverture des besoins en énergie et quelques nutriments (%)

| Nutriments | Groupes | T= 0 mois | T= 3 mois | T= 6 mois |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Energie | Intervention | 137,7 ^a | 140,3 ^b | 156,0 ^c |
| | Témoin | 145,9 ^a | 163,2 ^a | 137,2 ^a |
| Protéines | Intervention | 136,2 ^a | 139,2 ^a | 304,7 ^b |
| | Témoin | 271,7 ^a | 308,4 ^a | 285,9 ^a |
| Vitamine A | Intervention | 90,7 ^a | 87,4 ^a | 193,2 ^b |
| | Témoin | 143,3 ^a | 144,2 ^a | 131,8 ^a |
| Fer | Intervention | 16,4 ^a | 40,6 ^b | 97,9 ^c |
| | Témoin | 17,6 ^a | 70,7 ^b | 87,2 ^b |
| Zinc | Intervention | 21,5 ^a | 27,5 ^b | 35,7 ^c |
| | Témoin | 18,8 ^a | 32,5 ^b | 30,2 ^b |

Note : Les valeurs affectées de la même lettre sur une même ligne ne sont pas significativement différentes (seuil 5 %).

Le Tableau 4 présente le pourcentage d'enfants dont l'alimentation ne permet pas de couvrir les besoins en énergie, protéines, vitamine A, fer et zinc. Comme dans le cas précédent, on remarque que la consommation de la bouillie à base de la farine améliorée sur la période de 6 mois a amélioré le

statut des enfants comparativement au groupe témoin. Par exemple, le pourcentage d'enfants n'ayant pas couvert leurs besoins en vitamine A est passé de 93 % au début de l'intervention à 50 % à la fin de l'intervention alors qu'il est passé de 47 % à 40 % dans le groupe témoin.

Aucun enfant des deux groupes n'est arrivé à couvrir ses besoins en zinc.

Tableau 4. Pourcentage d'enfants n'ayant pas couvert leurs besoins

| Energie & Nutriments | Groupes | T= 0 mois | T= 3 mois | T= 6 mois | Variation |
|----------------------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Energie | Intervention | 21,4 | 21,4 | 7,1 | -14,3 |
| | Témoin | 13,3 | 0,0 | 13,3 | 0,0 |
| Protéines | Intervention | 28,6 | 21,4 | 21,4 | -7,1 |
| | Témoin | 13,3 | 13,3 | 0,0 | -13,3 |
| Vitamine A | Intervention | 92,9 | 78,6 | 50,0 | -42,9 |
| | Témoin | 46,7 | 20,0 | 40,0 | -6,7 |
| Fer | Intervention | 100,0 | 100,0 | 57,1 | -42,9 |
| | Témoin | 100,0 | 93,3 | 66,7 | -33,3 |
| Zinc | Intervention | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 0,0 |
| | Témoin | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 0,0 |

Diversité alimentaire

Le Tableau 5 présente le nombre moyen de groupes alimentaires consommés ainsi que le pourcentage d'enfants ayant consommé au moins 4 des 7 groupes alimentaires définis par l'OMS (diversification alimentaire minimum : DA). A la fin des 6 mois, la diversité alimentaire était significativement plus élevée dans le groupe d'intervention ($p = 0,01$). La consommation de la bouillie améliorée a donc permis une amélioration de la qualité du régime alimentaire des enfants.

Tableau 5. Diversité alimentaire

| Période | | T=0mois | T=3mois | T=6mois |
|----------------|--------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| Nombre groupes | Intervention | 2,1±1,5 ^{a*} | 4,1±1,4 ^{b*} | 5,4±0,9 ^{c**} |
| | Témoin | 2,6±1,9 ^{a*} | 4,3±1,5 ^{b*} | 4,3±1,1 ^{b*} |
| DA (%) | Intervention | 28,6 | 85,7 | 100 |
| | Témoin | 50 | 86,7 | 86,7 |

Note : Les valeurs affectées de la même lettre sur une ligne ne sont pas significativement différentes. Les valeurs affectées du même nombre d'astérisque dans la même colonne ne sont pas significativement différentes (5 %)

DISCUSSION

Globalement, sur la période de 6 mois, la consommation de cette nouvelle bouillie a permis d'améliorer les apports en énergie, protéines, vitamine A et fer notamment. Il en est de même de la diversité alimentaire des enfants de 6 à 12 mois. Cette amélioration de la qualité du régime alimentaire s'est traduite dans le statut nutritionnel des enfants par la non survenance de nouveaux cas de malnutris chroniques. En revanche, la situation nutritionnelle a évolué de manière analogue dans les deux groupes d'enfants pour ce qui est de l'émaciation (Poids/Taille) et de l'insuffisance pondérale (Poids/Âge). L'intervention n'aurait donc pas favorisé une augmentation significative du poids des enfants.

Selon Allen & Gillespie (2001), le retard de croissance, forme de malnutrition à caractère chronique, est un processus cumulatif, et, par conséquent, la proportion d'enfants atteints augmente avec l'âge si rien n'est fait. L'aggravation observée dans le groupe témoin est donc la tendance habituelle dans les pays en développement où la malnutrition est un problème de santé publique sans pour autant faire l'objet d'une attention particulière. La stagnation de cette prévalence dans le groupe des enfants ayant consommé la bouillie indique par conséquent une amélioration de leur statut nutritionnel notamment grâce à une biodisponibilité plus élevée du zinc. En effet, le zinc joue un rôle central dans la croissance et sa carence est l'une des causes du retard de croissance (OMS & FAO, 2011). Les produits d'origine animale constituent les meilleures sources de zinc. Mais dans les pays en développement comme le Bénin, les aliments d'origine végétale (céréale, légumes) constituent les bases de l'alimentation et les principales sources de macro et de micronutriments. Or, la teneur et la biodisponibilité des micronutriments en l'occurrence le fer et le zinc dans ces aliments sont faibles

du fait de la présence de facteurs limitant tels que les composés phénoliques et les Phytates (Svanberg & Lorri, 1997 ; Frossard *et al.*, 2000 ; Kayodé, 2006 ; Mitchikpè *et al.*, 2006). Kayodé *et al.* (2007) avaient aussi noté que les procédés utilisés dans les ménages béninois pour préparer les bouillies réduisaient la solubilité du Zinc.

L'utilisation du malt de maïs dans la préparation de la bouillie telle que proposée dans la présente étude permet donc de lever cette contrainte. L'activation des phytases durant la germination permet de dégrader les phytates et de libérer les micronutriments (Svanberg & Lorri, 1997 ; Mahgoub & Elhag, 1998). Ainsi même si le niveau de couverture des besoins en zinc et en fer des enfants n'est pas significativement différent d'un groupe à un autre, les minéraux ingérés par les enfants du groupe d'intervention ont une meilleure biodisponibilité. Ceci pourrait justifier l'effet positif de la consommation de la bouillie à base de farine améliorée et de malt sur la croissance des enfants de ce groupe.

Les résultats ont révélé que le niveau de couverture des besoins en énergie et protéines s'est amélioré de façon significative suite à la consommation de la bouillie. L'apport en protéines pourrait s'expliquer par le fait que la farine a été produite à partir d'un mélange de céréale (maïs), légumineuse-oléagineuse (niébé, arachide) contrairement aux bouillies habituellement données aux enfants qui sont à base de céréales (Latham, 2001) ; ce qui leur donne une teneur en nutriments inférieure aux normes et une densité nutritionnelle très faible surtout en minéraux (Glidja, 2004).

Les légumineuses représentent des sources de protéines peu onéreuses et de ce point de vue, le niébé est considéré comme la "*viande du pauvre*" dans le contexte des pays africains. D'autre part, le maltage favorise l'action des enzymes et la réduction des sucres complexes en sucres simples. Il facilite également la solubilisation des protéines. Le maltage permet donc d'augmenter la qualité rhéologique et la densité énergétique des bouillies (Mbofung & Fombang, 2003 ; Traoré, 2004).

L'amélioration de la qualité du régime alimentaire des enfants dans le groupe témoin pourrait également être liée aux séances d'éducation nutritionnelle organisées à l'intention des mères. En effet, mise à part la pauvreté, le faible niveau d'information, d'éducation et de connaissance des mères conduit à des mauvaises pratiques d'alimentation et de nutrition. Cette relation a été mise en évidence dans une étude réalisée au Pakistan sur un ensemble de 500 mères d'enfants âgés de 6 à 12 mois (Liaqat *et al.*, 2006). Il a été observé qu'en général, les mères instruites ont de meilleures pratiques d'alimentation

des enfants (allaitement maternel exclusif à 6 mois, bonne pratique d'alimentation de complément). Les auteurs en avaient conclu que l'éducation formelle et nutritionnelle des mères jouait un rôle vital dans la nutrition des enfants.

Des interventions du même genre ont été effectuées dans différents pays d'Afrique avec des résultats plus ou moins similaires. Nous aborderons ici à titre d'exemples deux cas : un au Burkina Faso, un pays frontalier du Bénin (Traoré *et al.*, 2003) et un à Madagascar (Razafindrazaka, 2006).

Les résultats obtenus à Madagascar sont similaires à ceux de la présente étude. Le produit formulé est sous forme de farine infantile à cuire. Les ingrédients utilisés étaient notamment: le riz et le maïs (ingrédients de base et source d'amidon), l'ambérique germée (légumineuse source de protéines et d' α -amylase), l'huile de soja (source de lipides), le sucre de canne (pour la qualité organoleptique de la bouillie) et le sel iodé, le $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ et des compléments minéraux et vitaminiques (pour un bon équilibre en micronutriments). La valeur énergétique de la bouillie obtenue est de 103 kcal/100 g. Il a été remarqué que l'introduction de cette bouillie dans les communautés a permis une amélioration des ingérés en énergie, protéines et lipides. En outre, une réduction significative du retard de croissance notamment une baisse des prévalences a été notée sur les sites d'intervention après une période d'un an.

Dans le cas du Burkina Faso, il était question de comparer deux groupes de 42 enfants consommant soit des bouillies traditionnelles soit des bouillies améliorées sur une période de 4 mois. Les sujets étaient âgés de 6 mois au début de l'intervention. La farine servant à la préparation des bouillies améliorées était composée de mil, soja, sorgho germé, arachide, pulpe de *nééré*, de sel iodé, Carbonate de Calcium et un complément minéral et vitaminique. La bouillie améliorée avait une densité énergétique de 106 kcal/100g. Sa consommation a permis une amélioration significative de la croissance en taille (1,5 cm contre 1,1 cm/mois ; $p < 0,001$) et de la concentration en hémoglobine des enfants.

Dans ces deux interventions, on notera que les bouillies administrées aux enfants avaient une densité énergétique plus élevée que celle de la présente étude (81,5 kcal/100g). En outre, des compléments vitaminiques et minéraux et autres sources de minéraux ont été ajoutés aux farines pour en améliorer la composition en micronutriments.

Ce dernier constat rejoint les recommandations faites par Dossa (2001) qui suggérait, pour résoudre les problèmes de malnutrition, d'associer aux aliments sources d'énergie et de protéines des suppléments de minéraux. Ainsi, dans le cas de la présente étude, il manquait la source de minéraux notamment un complément minéral vitaminique (CMV). Toutefois, les pays en développement demeurent tributaires des pays occidentaux producteurs des compléments vitaminiques et minéraux. C'est pour cette raison que nous proposons des sources locales de minéraux telles que la pulpe de néré, la pulpe du pain de singe (fruit du baobab), la poudre des feuilles de moringa ou la spiruline. Certains de ces produits ont même fait l'objet d'expérimentations concluantes au plan national (Houndji *et al.*, 2013).

En général, 6 mois constituent une période relativement courte sinon limite pour évaluer l'impact d'une intervention sur le retard de croissance. Selon Cogill (2003), le rabougrissement ou retard de croissance ne change pas dans le court terme, par exemple, 6 à 12 mois.

Il faut enfin souligner que plusieurs facteurs sont susceptibles d'influencer l'évolution de la situation alimentaire et nutritionnelle des communautés indépendamment d'une intervention. Dans l'expérience de Madagascar ci-dessus citée, il a été remarqué que plusieurs facteurs influent significativement sur les Z-scores. Il s'agit de : l'âge, le sexe, le statut vaccinal de l'enfant, le niveau de scolarité, la profession de la mère, la survenue de maladies comme la diarrhée au cours des deux semaines ayant précédé les enquêtes, la nature des combustibles utilisés dans le ménage et le niveau des dépenses liées à l'alimentation de l'enfant. En prenant en compte ces facteurs, l'amélioration de la situation nutritionnelle des enfants observée par l'auteur n'était plus significative (Razafindrazaka, 2006). Une attention particulière devra donc être accordée à ces caractéristiques socio-économiques et sanitaires pour mieux apprécier l'impact de l'intervention.

La malnutrition chronique, quant à elle, est liée à plusieurs facteurs qui ne relèvent pas nécessairement de l'alimentation des enfants. Elle commence au cours de la vie intra-utérine, conduit à un faible poids du nouveau-né à la naissance et influe directement et fortement sur la survenue d'un retard de croissance durant l'enfance (Kleynhans & MacIntyre, 2006; Valera-Silva *et al.*, 2009 ; da Silva Ferreira *et al.*, 2010 ; Touati-Mecheri, 2011). Des pratiques d'allaitement inadéquates sont également associées à une malnutrition sévère et une faible croissance chez les enfants de moins de 5 ans (Onayade *et al.*, 2004 ; Muchina & Waithaka, 2010). L'allaitement maternel exclusif a un effet protecteur contre le retard de croissance (Reyes *et al.*, 2004 ; Paudel *et al.*, 2012).

Nous suggérons donc que cette intervention, notamment en ce qui concerne l'aspect consommation de la farine améliorée soit menée sur une durée relativement plus importante et que la composition de la farine soit revue enfin d'améliorer l'apport en micronutriments.

Bien que la présente étude n'ait pas utilisée les essais randomisés contrôlés, elle a le mérite d'exploiter un *design* semi expérimental avec des groupes de comparaison initialement semblables. La taille de l'échantillon dans chacun des groupes étant faible, la puissance de détecter de grande différence et donc de généraliser les résultats à l'ensemble du pays est limitée. Néanmoins les résultats obtenus lors de cette étude pilote peuvent servir d'orientation pour une étude d'efficacité proprement dite.

CONCLUSION

La présente étude a permis d'évaluer l'effet de la consommation d'une bouillie de farine enrichie couplée à un programme d'éducation nutritionnelle à l'intention des mères sur l'état nutritionnel des enfants de 6-12 mois. Au terme de cette intervention, il a été remarqué une amélioration de la qualité du régime alimentaire des enfants. Au plan nutritionnel, cette amélioration n'a pas induit une évolution significative de l'état nutritionnel des enfants ; elle a toutefois permis la non aggravation des cas de retard de croissance. La poursuite de l'intervention au-delà des six (6) mois, l'enrichissement de la présente farine avec des sources de compléments minéraux vitaminiques et la mise en œuvre de la même intervention dans un autre département à des fins de comparaisons permettront d'obtenir des résultats encore plus intéressants.

REMERCIEMENT

Cette étude a été financée par la Fondation NESTLE et conduite sous la direction de Feu Professeur DOSSA Romain Anselme Marc, Maître de Conférences des Universités du CAMES en Nutrition Humaine, Enseignant-Chercheur à la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALLEN L. H. & GILLESPIE S. R. 2001. What Works? A Review of the Efficacy and Effectiveness of Nutrition Interventions. ACC/SCN nutrition policy paper n° 19, ADB Nutrition and development series n°5. Philippines, p 124.
- COGILL B. 2003. Guide de mesure des indicateurs anthropométriques. Projet d'Assistance Technique pour l'Alimentation et la Nutrition, Académie pour le Développement de l'Education, Washington, D.C. USA. P104.

- da SILVA FERREIRA H., VIEIRE D. F., CABRAL JUNIOR C. R., DHANDARA M. & de QUEIROZ R. 2010. Breastfeeding for 30 days or more is a protective fact or against overweight in preschool children. *Rev Assoc Med Bras.* 56(1): 74-80
- DITTOH S., ABIZARI A-R. & AKURIBA M. 2007. Agriculture for Food and Nutrition Security: A Must For Achieving the Millennium Development Goals in Africa. AAEA Conference Proceedings. 617-622.
- DOSSA R. A. M. 2001. Micronutrient supplementation of young stunted Beninese children: effects on appetite and growth performance. PhD Thesis. Wageningen University, Netherlands. p 104.
- DOSSA R. A. M., AHOUDJINOU E. R. T. & HOUNGBE F. E. 2011. Evaluation of the suitability and acceptability of a newly designed infant flour for infant feeding in the district of Bopa in south of Benin. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 11(4):4934-52.
- FAO & WHO. 2004. Vitamin and mineral requirements in human nutrition. Report of a joint FAO/WHO expert consultation. 2ème Edition. WHO Press. Geneva, Switzerland. P265.
- FAO & WHO. 2007. Protein And Amino Acid Requirements In Human Nutrition. Report of a Joint Who/FAO/UNU Expert Consultation. Edition 2. Sun Fung, China. P342.
- FAO. 2001. Human energy requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. Rome, 17–24 October 2001. Food and Nutrition Technical Report series 1. P96.
- FAO. 2011. Profil nutritionnel de pays : République du Bénin. Rome, Italie. p62.
- FROSSARD E., BUCHER M., MAECHLER F., MOZAFAR A. & HURRELL R. 2000. Potential for increasing the content and bioavailability of Iron, Zinc and Calcium in plants for human nutrition. *Journal of the Science of Food and Agriculture.* 80: 861-879.
- GLIDJA T.M.M. 2004. L'alimentation de complément chez les enfants de 6 à 12 mois dans la Commune de Bopa (Département du Mono) : Pratiques en usage et qualités nutritionnelle et microbiologique des aliments de complément consommés. Thèse d'Ingénieur Agronome. Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi. Abomey-Calavi, Bénin. P114.
- HOUNGJI B. V. S., BODJRENOU S. F., LONDJI S. B. M., OUETCHEHOU R., ACAKPO A., AMOUZOU K. S. E. & HOUNMENO. 2013. Amélioration de l'état nutritionnel des enfants âgés de 6 à 30 mois à Lissézoun (Centre-Bénin) par la poudre de feuilles de *Moringa oleifera* (Lam.). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 7(1): 225-235. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v7i1.19>
- INSAE BENIN & MACRO INTERNATIONAL Inc. 2007. Enquête Démographique et de Santé (EDSB-III) - Bénin 2006. Calverton, Maryland, USA. p 492.
- INSAE. 2001. Enquête Démographique et de Santé 2001 (EDSB II)- Bénin 2001 : Rapport de synthèse. Cotonou, Bénin. p 17.
- INSAE. 2015. Bénin : Enquête par grappes à indicateurs multiples 2014, Rapport final. Cotonou, Bénin. p 492.
- IZING. 2007. Résumé technique. L'Evaluation du risque de carence en zinc: les indicateurs recommandés. University of California, USA. P4.
- KAYODE A. P. P. 2006. Diversity, users' perception and food processing of sorghum: Implications for dietary iron and zinc supply. PhD Thesis. Wageningen University. Wageningen, Netherlands. P152
- KAYODÉ A. P. P., LINNEMANN A. R., NOUT M. J. R & VAN BOEKEL M. A. J. S. 2007. Impact of sorghum processing on phytate, phenolic compounds and in-vitro solubility of iron and zinc in thick porridges. *Journal of the Science of Food and Agriculture.* 87:832-838. <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.2782>

- KLEYNHANS I. C. & MACINTYRE U.E. 2006. Stunting among young black children and the socio-economic and health status of their mothers/caregivers in poor areas of rural Limpopo and urban Gauteng. *SAJCN*. 19(4):163-172.
- LATHAM M., 2001. La nutrition dans les pays en développement. FAO, Rome, Italie. P512
- LIAQAT P., RIZVI M. A., QAYYUM A., AHMED H. & ISHTIAQ N. 2006. Maternal Education and Complementary Feeding. *Pakistan Journal of Nutrition* 5 (6): 563-568. ISSN 1680-5194.
- MAHGOUB S. E. O. & ELHAG S. A. 1998. Effect of milling, soaking, malting, heat-treatment and fermentation on phytate level of four Sudanese sorghum cultivars. *Food Chem.* 61:77-80.
- MAIRE B. & DELPEUCH F. (IRD-France). 2004. Indicateurs de nutrition pour le développement : Guide de référence. FAO, ROME, Italie. P69.
- MBOFUNG C. M. F. & FOMBANG E. N. 2003. Improving the digestibility and availability of nutrients from sorghum flour through improved malting techniques. *Procedure of Cameroon Biological Society*. 2003:489-583.
- MITCHIKPE E. C. S., DOSSA R. A. M., ATEGBO E-A. D., van RAAIJ J. M. A., HULSHOF P. J. M & KOK F. J. 2006. The supply of bioavailable iron and zinc may be affected by phytate in Beninese children. *Journal of Food Composition and Analysis*. 21:17-25.
- MUCHINA E. N. & WAITHAKA P. M. 2010. Relationship between breastfeeding practices and nutritional status of children aged 0-24 months in Nairobi, Kenya. *AJFAND*. 10(4):2358-78.
- OMS & FAO. 2011. Directives sur l'enrichissement des aliments en micronutriments. Rome, Italie. P412.
- OMS/WHO. 2009. Indicators for assessing infant and young child feeding practices: conclusions of a consensus meeting held 6-8 November 2007 in Washington D.C., USA. Geneva, Switzerland. P26.
- ONOYADE A. A., ABIYOMI I. & MAKANJUOLA R. 2004. The first six months of growth and illness of exclusively and non-exclusively breastfed infants in Nigeria. *East African medical Journal*. 78(3):128-130.
- PAM. 2009. Analyse Globale de la Vulnérabilité, de la Sécurité Alimentaire et de la Nutrition (AGVSAN). Rome, Italy, Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture. <http://documents.wfp.org/stellent/groups/public/documents/ena/wfp203247.pdf>
- PAUDEL R., PRADHAN B., WAGLE R. R., PAHARI D. P. & ONTA S. R. 2012. Risk Factors for Stunting Among Children: A Community Based Case Control Study in N Nepal. *Kathmandu Univ Med J*. 39(3):18-24.
- RAYHAN I. & KHAN S.H. 2006. Factors Causing Malnutrition among under Five Children in Bangladesh. *Pakistan Journal of Nutrition* 5 (6): 558-562.
- RAZAFINDRAZAKA R. V. L. 2006. Elaboration et évaluation d'une stratégie d'amélioration de l'alimentation de complément des jeunes enfants à Brickaville (Cote Est de Madagascar). Thèse de doctorat, Université d'Antananarivo, Antananarivo, Madagascar. P183.
- REYES H., PEREZ-CUEVAS R., SANDOVAL A., CASTILLO R., SANTOS J. I., DOUBOVA S. V. & GUTIERREZ G. 2004. The family as a determinant of stunting in children living in conditions of extreme poverty: a case-control study. *BMC Public Health*. 4:57. DOI : [10.1186/1471-2458-4-57](https://doi.org/10.1186/1471-2458-4-57)
- STADLMAYR B., CHARRONDIERE U. R., ADDY P., SAMB B., ENUJIUGHA V. N., BAYILI R. G., FAGBOHOUN E. G., SMITH I. F., THIAM I. & BURLINGAME B. 2010. Composition of Selected Foods from West Africa. FAO. Rome, Italy. P57.
- SVANBERG U. & LORRI W. 1997. Fermentation and nutrient availability. *Food Control*. 8: 319-328.

- TOU E-H., MOUQUET C., GUYOT J. P., TRAORE A. S. & TRECHE S. Essai de modification du procédé traditionnel de fabrication des bouillies de mil fermenté ben-saalgaen vue d'augmenter leur densité énergétique. 2ème Atelier international / 2nd International Workshop. Voies alimentaires d'amélioration des situations nutritionnelles Food-based approaches for a healthy nutrition Ouagadougou, 23-28/11/2003.
- TOUATI-MECHERI D. 2011. Statut nutritionnel et sociodémographique d'une cohorte de femmes enceintes d'el khroub (Constantine, Algérie). Répercussions sur le poids de naissance du nouveau-né (année 2002). Thèse de doctorat en sciences alimentaires. Université Mentouri de Constantine. Constantine, Algérie.
- TRAORÉ T., MOUQUET C., ICARD-VERNIÈRE C., TRAORÉ A. S. & TRÈCHE S. 2004. Changes in nutrient composition, phytate and cyanide contents and α -amylase activity during cereal malting in small production units in Ouagadougou (Burkina Faso). *Food Chemistry*. 88:105-114
- TRAORE T., ZAGRE N. M., TRAORE A. S. & TRECHE S. 2003. Effet de la consommation de bouillies fortifiées de haute densité énergétique sur les ingérés, la croissance et les statuts en fer et en vitamine A d'enfants de 6 à 10 mois en zones rurales sahéliennes. 2ème Atelier international. Voies alimentaires d'amélioration des situations nutritionnelles. Ouagadougou, 23-28/11/2003. P14.
- UNICEF. 2009. Suivre les progrès dans le monde de la nutrition de l'enfant et de la mère : une priorité en matière de survie et de développement. New York, USA. P119.
- VARELA-SILVA M. I., AZCORRA H., DICKINSON F., BOGIN B. & FRISANCHO A. R. 2009. Influence of maternal stature, pregnancy age, and infant birth weight on growth during childhood in Yucatan, Mexico: a test of the intergenerational effects hypothesis. *American Journal of Human Biology*. 21(5):657-63. DOI: 10.1002/ajhb.20883.