

Université de Montréal

**Contribution à l'élaboration d'un guide alimentaire  
béninois: approche par la programmation linéaire et  
validation sur le terrain**

par

Sarah Levesque

Département de Nutrition

Faculté de Médecine

Mémoire présenté à la Faculté de Médecine  
en vue de l'obtention du grade de maîtrise  
en nutrition internationale

Février 2014

© Sarah Levesque, 2014

Université de Montréal  
Faculté des études supérieures et postdoctorales

Ce mémoire intitulé :

Contribution à l'élaboration d'un guide alimentaire béninois: approche par la  
programmation linéaire et validation sur le terrain

Présentée par :  
Sarah Levesque

a été évaluée par  
Hélène Delisle, directeur de recherche  
Marie Marquie, présidente  
Malek Batal

## Résumé

Contexte : Le Bénin est atteint par le double fardeau nutritionnel : dans le même pays, et parfois dans le même ménage, il y a des personnes malnutries et d'autres aux prises avec des maladies chroniques. Ces conditions, au moins pour partie, peuvent être prévenues si la population est sensibilisée à de bonnes habitudes alimentaires. Pour ce faire, les professionnels de la santé ont besoin d'outils comme un guide alimentaire (GA) pour faciliter l'apprentissage de bonnes pratiques alimentaires. Ce dernier nécessite plusieurs étapes à son élaboration, dont la définition des groupes alimentaires, la présentation visuelle et la quantification des portions d'aliments.

Objectif : Ce travail a eu pour but de proposer et d'homologuer des portions quotidiennes d'aliments dans chaque groupe alimentaire pour différents groupes d'âge de Béninois.

Méthode : Elle consiste à : 1) Caractériser la consommation alimentaire locale; 2) Optimiser le profil moyen de consommation alimentaire quotidienne à l'aide de la programmation linéaire (PL); 3) Traduire les résultats en termes de nombre et taille de portions d'aliments de chaque groupe à consommer quotidiennement; 4) Illustrer les recommandations au moyen d'exemples de menus journaliers; 5) Homologuer le prototype du GA avec des experts béninois. La PL a permis de déterminer les choix d'aliments et quantités optimales à recommander à partir des enquêtes transversales récentes et des recommandations nutritionnelles de l'OMS.

Résultats : Les quantités et portions d'aliments recommandées à la consommation ont été déterminées. Les résultats ont été partagés avec les personnes-ressources en nutrition au Bénin. Le premier prototype du GA a été développé pour restitution subséquente aux autorités du Bénin.

**Mots-clés** : guide alimentaire, Bénin, programmation linéaire

## **Abstract**

**Context:** Benin is affected by a double burden of malnutrition: undernourishment and over-nutrition. In the same country and sometimes in the same household, undernourished individuals and individuals living with diseases related to over-nutrition can be found. This malnutrition burden can be prevented, at least in part, if the population is made aware of proper eating habits. To this end, local health professionals need educational tools like a food guide to teach proper dietary practices. The elaboration of a guide is a stepwise process: 1) Definition of food groups; 2) Identification of a visual representation for the food guide and 3) Quantification of food serving size to recommend.

**Objective:** To determine the daily number of servings per food group and serving sizes of foods to be recommended for different age and sex groups in Benin.

**Methods:** 1) Characterization of local dietary patterns with data from two recent cross-sectional studies; 2) Optimisation of average local diet with linear programming (LP) and WHO recommended nutrient intakes; 3) Translation of the results of LP in terms of number and size of daily servings per food group; 4) Illustrating the recommendations with examples of daily menus; 5) Validation of the food guide prototype with local decision makers in nutrition.

**Results:** The number and size of servings per food group to recommend was determined using LP. Results were shared with local experts in Benin. The first food guide prototype was developed for subsequent restitution to local authorities.

**Key words:** food guide, Benin, linear programming

## Table des matières

1. Introduction .....	1
2. Revue bibliographique .....	4
2.1 Les guides alimentaires .....	4
2.1.1 La notion de guide alimentaire.....	4
2.1.2 Développement d'un guide alimentaire .....	6
2.1.3 Composantes d'un guide alimentaire.....	10
2.2 Efficacité des guides alimentaires à induire des changements de comportements ....	12
2.2.1 Connaissance du guide alimentaire.....	13
2.2.2 Compréhension des guides alimentaires .....	14
2.2.3 Application des recommandations .....	15
2.2.4 Contribution des guides alimentaires à la réduction de maladies chroniques liées à la nutrition .....	17
2.3 Aspects quantitatifs d'un guide alimentaire.....	18
2.3.1 Détermination du nombre et de la taille des portions .....	19
2.3.2 Unités de mesure .....	20
3. Contexte de l'étude .....	25
3.1 Situation géographique du Bénin.....	25
3.2 Situation nutritionnelle au Bénin .....	25
3.2.1 La prévalence de maladies non transmissibles au Bénin .....	26
3.2.2 L'activité physique au Bénin .....	26
3.2.3 Habitudes alimentaires au Bénin.....	27
3.3 Transition nutritionnelle et double fardeau nutritionnel au Bénin .....	28
3.4 Élaboration du guide alimentaire du Bénin.....	29
4. Objectifs .....	32
5. Méthodologie .....	33
5.1 Programmation linéaire.....	33
5.2 Optimisation du profil moyen de consommation alimentaire quotidienne à l'aide de la programmation linéaire (PL).....	35
5.3 Caractérisation de la consommation alimentaire .....	38

5.4 Détermination des contraintes nutritionnelles et d'acceptabilité .....	38
5.4.1 Contraintes nutritionnelles .....	38
5.4.2 Contraintes tenant aux habitudes alimentaires locales .....	43
5.4.3 Nutriments limitants .....	45
5.4.4 Étapes pour optimiser un modèle alimentaire à l'aide de la programmation linéaire sous Excel .....	48
5.5 Traduction des résultats en termes de nombre et taille de portions d'aliments de chaque groupe à consommer chaque jour .....	51
5.6 Illustration des recommandations au moyen d'exemples de menus journaliers .....	53
5.7 Validation du prototype du guide alimentaire avec des personnes ressources locales .....	56
5.7.1 Profil des personnes ressources .....	56
5.7.2 Technique de collecte de données auprès des personnes ressources .....	56
6. Résultats .....	59
6.1 Article: Contribution to the development of a food guide in Benin: Linear programming for the optimization of local diets .....	59
6.2 Guide alimentaire du Bénin .....	83
7. Discussion générale .....	86
8. Limites de l'étude .....	88
9. Conclusion .....	89
Références .....	91
Annexes .....	i

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Comparatif des guides alimentaires

Tableau 2 : Aliments fréquemment consommés utilisés pour l'optimisation des régimes du Bénin

Tableau 3 : Recommandations nutritionnelles pour la prévention des maladies chroniques (OMS)

Tableau 4A : Besoins en énergie, macronutriments et micronutriments pour les adultes

Tableau 4B: Besoins en énergie, macronutriments et micronutriments pour les enfants

Tableau 5A: Modulation des contraintes pour les modèles de PL pour les adultes

Tableau 5B: Modulation des contraintes pour les modèles de PL pour les enfants et adolescents

Tableau 6 : Critères de composition nutritionnelle d'une portion

Tableau 7 : Aliments fréquemment consommés selon le repas

Tableau 8 : Exemples de menus journalier pour des adultes

## Liste des figures

Figure 1 : Les étapes de l'élaboration d'un guide alimentaire

Figure 2 : Exemple d'optimisation 1

Figure 3 : Exemple d'optimisation 2

Figure 4: Les pages extérieures du guide alimentaire (page titre, page 5 et 6)

Figure 5: L'intérieur du guide alimentaire (page 2,3 et 4)

## Liste des annexes

Annexe I : Conseils généraux pour la prévention de maladies chroniques liées à la nutrition

Annexe II: Représentation picturale du Guide alimentaire du Bénin

Annexe III: Aliments des tables de composition dont les valeurs sont imprécises

Annexe IV : Lettre de présentation pour les entretiens semi-dirigés

Annexe V : Guide des entretiens individuelles

Annexe VI : Classement des aliments

## Liste des abréviations

- ANR : apport nutritionnel recommandé
- BMR : Basal metabolic rate
- DFN : double fardeau nutritionnel
- FAO : Food and Agriculture Organization/ Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
- FBDG : Food-based dietary guidelines
- GAC : Guide alimentaire canadien
- IEAN : Initiative écoles amies de la nutrition
- INCAP: Institute of Nutrition of Central America and Panama
- IRSP : Institut régional de santé publique
- MCV : maladies cardiovasculaires
- MNT : maladies non-transmissibles
- OMS/WHO : Organisation Mondiale de la Santé/ World Health Organization
- ONG : Organisation non-gouvernementale
- PAHO: Pan American Health Organization
- PED: pays en développement
- PL : programmation linéaire
- RNI : recommended nutrient intake
- STEPS : WHO Stepwise approach to surveillance
- TRANSNUT : Centre Collaborateur de l'OMS sur la transition nutritionnelle et le développement
- UNICEF : Fond des Nations unies pour l'enfance

*Je dédie ce mémoire à ma famille chérie,  
Édith Demers, Normand Lévesque et petit  
François.*

## **Remerciements**

Je voudrais d'abord remercier Mme Hélène DELISLE, PhD, pour son soutien et sa précieuse aide durant mon projet de maîtrise. De plus, son implication dans la planification du projet et du travail de terrain fut d'une grande aide. Dr. Delisle a su me donner plusieurs conseils et recommandations qui ont été essentiels    l'élaboration de ce mémoire de recherche.

Je tiens aussi    remercier Dr. Victoire Agueh, qui a collaboré    la coordination des activités lors du stage au Bénin et    l'approbation du guide alimentaire. Les personnes ressources    rencontrer, dont elle m'a confié la liste, a permis de faire connaître le travail sur le guide alimentaire.

De plus, j'aimerais remercier particulièrement mes parents pour leur soutien moral, leurs encouragements et leur amour plus qu'appréciés.

Je veux aussi remercier toute l'équipe TRANSNUT qui m'a aid  e tout au long de ma formation du deuxième cycle.

## 1. Introduction

Les maladies non transmissibles (MNT), qu'on dit aussi « chroniques », sont la cause principale de décès à travers le monde : plus de 36 millions de personnes sont décédées en 2008 (WHO, 2011a). L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) estime que 9 millions de ces décès ont eu lieu avant l'âge de 60 ans et que la majorité de ces décès auraient pu être prévenus. Parmi ces décès prématurés, 22% sont des hommes et 35% sont des femmes vivant dans un pays à faible revenu (WHO, 2011a). Longtemps connues comme un problème des pays les plus nantis, les maladies chroniques sont maintenant reconnues comme un problème de santé majeur dans les pays en développement (PED). En effet, des problèmes de dénutrition et de carences en micronutriments coexistent avec des problèmes de surcharge tels que l'obésité, le diabète sucré, l'hypertension et la dyslipidémie : c'est le double fardeau nutritionnel (Doak, et al., 2005). Ce phénomène est maintenant bien connu dans plusieurs pays à revenu faible et moyen (Kolcic, 2012). Il est important de ralentir la progression des maladies chroniques dans les PED par la prévention, car les coûts économiques et sociaux de ces maladies sont énormes (Abegunde, et al., 2007; Delisle, 2008; Seidell, 2005). D'ailleurs, une réunion de haut niveau des Nations Unies tenue en septembre 2011 sur l'urgence de la prise en charge et de la prévention des maladies chroniques reconnaissait le rôle de la nutrition à l'endroit des maladies cardiovasculaires, du diabète et de certains cancers (WHO, 2011b).

La plupart des programmes d'intervention sont conçus pour diminuer la malnutrition ou les problèmes nutritionnels de surcharge; peu de ces programmes abordent simultanément ces problèmes lorsqu'ils coexistent (Doak, et al., 2005; Kolcic, 2012). De plus, le rapport sur les MNT de l'OMS de 2011 montre que le système de santé de plusieurs pays éprouve des difficultés à offrir des services de santé primaire pour la prévention des MNT. Rares sont les pays qui offrent des services de dépistage permettant une détection précoce et un traitement en temps opportun, ce qui résulte en un grand nombre de personnes non

diagnostiquées et non traitées (WHO, 2011a). Un diagnostic et un traitement tôt des MNT permettraient de réduire le nombre de décès prématurés.

La prévention et le traitement des maladies chroniques jugées prioritaires impliquent un changement comportemental et environnemental au niveau de quatre principaux facteurs de risque : le tabagisme, la sédentarité, la consommation excessive d'alcool et les mauvaises habitudes alimentaires. Une des stratégies proposées par l'OMS pour promouvoir de saines habitudes de vie est l'élaboration de recommandations alimentaires en termes d'aliments (désigner en anglais comme *Food Based Dietary Guidelines - FBDG*) qui doivent être spécifiques à chaque pays (WHO/FAO, 1998).

C'est pourquoi l'équipe TRANSNUT, dans le cadre du projet *Pôle africain francophone sur le Double Fardeau Nutritionnel (DFN)*, en collaboration avec l'Institut régional de santé publique de Ouidah, Bénin (IRSP), a débuté la conception du premier guide alimentaire basé sur des données probantes pour le Bénin. Le Bénin, un pays à faible revenu de l'Afrique de l'Ouest, est touché par le double fardeau nutritionnel (DFN), notamment chez ses populations urbaines pauvres (Ntandou, et al., 2005). En effet, la prévalence du DFN, à savoir la coexistence d'enfants atteints de dénutrition et d'une mère présentant un surpoids, a pu être observée dans 16,2% des ménages (Ntandou, et al., 2005). Il est essentiel de former et d'éduquer les professionnels de la santé du Bénin face à cette problématique grandissante, car l'amélioration des habitudes alimentaires de la population peut ralentir la progression de ce phénomène et réduire les coûts socio-économiques qu'il sous-tend.

La conception d'un guide alimentaire demande un travail rigoureux et participatif pour arriver à développer un outil qui tient compte des habitudes alimentaires locales tout en visant à réduire la croissance du double fardeau nutritionnel. La conception aura compris quatre phases, appuyées par des travaux de recherche d'étudiants du Bénin et du Québec :

- 1) La définition et validation de dix conseils alimentaires généraux pour la prévention des

maladies chroniques qui sont présentés dans le guide alimentaire et en constituent la partie qualitative (Annexe I), 2) Le choix d'une représentation picturale du guide alimentaire et l'identification des groupes d'aliments à y inclure (Annexe II), 3) La détermination et la validation des quantités d'aliments des différents groupes à recommander en précisant la taille des portions au moyen de mesures locales, 4) La conception du design graphique du guide.

Ce mémoire de recherche porte sur la phase 3 de la conception du guide alimentaire du Bénin. La première section de ce travail présente une revue bibliographique traitant des guides alimentaires. La seconde contextualise la situation nutritionnelle du Bénin ainsi que le déroulement de l'étude. La troisième section expose les objectifs généraux et spécifiques de ce travail. La quatrième décrit la méthodologie du projet qui comportait trois étapes principales dont la validation des résultats par la programmation linéaire. La cinquième section fait état des résultats sous forme d'un manuscrit ayant été soumis au périodique *Public Health Nutrition*. Finalement, la dernière section est une discussion générale suivie d'une conclusion de ce mémoire de recherche.

## **2. Revue bibliographique**

### **2.1 Les guides alimentaires**

#### **2.1.1 La notion de guide alimentaire**

En 1992, la Déclaration mondiale, reconnaissant le droit universel à la sécurité alimentaire, et le Plan d'action sur la nutrition ont été adoptés par 159 gouvernements participant à la Conférence Internationale sur la Nutrition à Rome. Plusieurs objectifs y ont été fixés: éliminer la sous-alimentation et réduire toutes les formes de malnutrition, réduire les carences nutritionnelles importantes et réduire les maladies non transmissibles reliées à la nutrition. Pour y arriver, il est proposé à chaque nation d'adopter un plan d'action adapté au contexte du pays. Ce plan d'action pourra identifier les problèmes de santé publique reliés aux habitudes alimentaires locales et offrir des stratégies pour y remédier. Une des stratégies suggérées par le Plan est l'élaboration de recommandations alimentaires qui encouragent une alimentation variée en aliments locaux, traditionnels et riches en micronutriments selon la culture de chaque pays (WHO/FAO, 1998).

Certains pays possèdent déjà des documents de référence qui ont évolué au cours des années. Par exemple, le Canada et les États-Unis détiennent respectivement le *Guide alimentaire canadien pour bien manger* et *My plate* (Santé Canada, 2007a; USDA, 2011). À la suite de cette conférence, plusieurs autres pays ont quant à eux entrepris la conception de recommandations alimentaires qualitatives et/ou quantitatives adaptées à l'image de leur population et selon les différents groupes d'âges et styles de vie.

Un guide alimentaire a pour but de traduire les recommandations nutritionnelles en termes d'aliments, car le consommateur pense de cette façon plutôt qu'en termes de nutriments (WHO/FAO, 1998). D'ailleurs, les recommandations en termes d'aliments interpellent

davantage le consommateur, car ceux-ci ont une importance culturelle, sociale et familiale. En outre, il est bon de promouvoir les aliments, car ils contiennent plusieurs non-nutriments qui n'ont pas été identifiés ou découverts par la science jusqu'à présent et ils pourraient avoir un bénéfice pour la santé (WHO/FAO, 1998).

En 2005, l'OMS comptait 75 pays ayant un guide alimentaire, la plupart étant des pays développés. Peu de ces guides auraient été élaborés dans les pays en émergence, principalement par manque de moyens techniques et financiers. La FAO entretient un site Internet avec toutes les « Food Based Dietary Guidelines » ou recommandations alimentaires à travers le monde (FAO, 2009). En Afrique sub-saharienne, seulement trois pays ont élaboré des recommandations alimentaires quantitatives et/ou qualitatives: la Namibie, le Nigeria et l'Afrique du Sud.

Dans les écrits, on trouve deux types de lignes directrices (*guidelines*): les conseils nutritionnels (*dietary guidelines*) promouvant l'adoption générale de saines habitudes alimentaires et les guides alimentaires (*food guides*) qui traduisent les recommandations nutritionnelles quantitatives en termes d'aliments et groupes d'aliments. Les conseils nutritionnels et les guides alimentaires reflètent l'analyse de l'état de santé du pays. Ils ont pour but d'améliorer la santé générale de la population et de réduire les risques de maladies chroniques liées à la nutrition. Ils présentent de l'information sur le choix des aliments, la préparation et la planification des repas. Ces recommandations peuvent varier entre les régions d'un même pays, car elles sont basées sur les problèmes de santé spécifiques de chaque région, sur les habitudes alimentaires et sur les pratiques culinaires locales. Les guides alimentaires proposent pour la plupart une représentation picturale des groupes d'aliments avec des quantités journalières d'aliments à consommer (Koeing, 2007; Painter, et al., 2002). De plus, les guides alimentaires donnent des indications quantitatives pour chaque groupe d'aliments selon les groupes physiologiques tels que les enfants, les

adolescents, les adultes et les femmes enceintes. Ces quantités sont exprimées en unités locales pour faciliter la compréhension de la recommandation.

## **2.1.2 Développement d'un guide alimentaire**

Dans cette section, les différentes étapes de préparation et de développement d'un guide alimentaire seront discutées selon le rapport de la FAO et de l'OMS publié en 1996 et complétées avec quelques études sur le développement de guides alimentaires dans divers pays. Ces études sur l'élaboration d'un guide ont servi de lignes directrices pour le développement du guide alimentaire du Bénin.

### **2.1.2.1 Les étapes de préparation d'un guide alimentaire selon le rapport de l'OMS/FAO (WHO/FAO, 1998)**

L'OMS/FAO suggère la formation d'un comité multidisciplinaire de différents acteurs locaux pour la préparation d'un guide alimentaire. En effet, on suggère que les décideurs tels que les ministres de l'Agriculture et de la Santé soient au courant du projet et des bénéfices qu'il peut apporter à une nation sur les plans de la planification alimentaire, de la santé publique et de la réduction des coûts des soins de santé. Sans l'appui gouvernemental, il est possible que le guide alimentaire ne soit pas une priorité et qu'aucune ressource ne soit dédiée au développement et à la promotion de ce dernier (Albert, 2007). Le comité doit être constitué de membres représentant divers secteurs tels que les ministères mentionnés précédemment, les départements de santé et d'éducation des universités du pays, les consommateurs, les organisations non-gouvernementales pertinentes (e.g. OMS, FAO, UNICEF) et l'industrie alimentaire. La multidisciplinarité du comité est nécessaire et assure que tous les points de vue soient considérés lors de la conception du guide qui sera ainsi plus complet et culturellement acceptable par la population (WHO/FAO, 1998). Dès le début du projet, tous les acteurs doivent être sollicités pour assurer leur collaboration au moment opportun. La contribution des acteurs locaux sera nécessaire à différentes périodes du projet; certains aideront au développement des recommandations au début du projet,

tandis que d'autres aideront à l'implantation du guide alimentaire à la fin. Chaque acteur doit se sentir impliqué et doit s'approprier le projet; ces deux éléments sont de mise afin que l'outil soit adopté et utilisé.

Une fois le comité formé, l'ensemble des renseignements requis pour le développement du guide alimentaire peuvent être répertoriés. Il est suggéré d'identifier les maladies reliées à la nutrition et d'évaluer les habitudes alimentaires locales par groupe d'âge. De cette manière, les différents problèmes de carences alimentaires et/ou de surcharge alimentaire seront décelés et pourront être abordés lors de la conception du GA (WHO/FAO, 1998). De plus, les différences entre les sous-groupes de la population pourront être identifiées et les problèmes pourront être considérés par groupe d'âge. À l'aide des informations recueillies, le comité sera en mesure de choisir à quels groupes d'âge le guide s'adresse. Au besoin, il pourra décider s'il est préférable d'élaborer plus d'un guide alimentaire pour répondre aux différents besoins de la population (WHO/FAO, 1998). Les guides alimentaires s'adressent d'abord aux individus en santé exempts de maladies, car il n'est pas possible d'émettre des recommandations nationales qui répondent aux contraintes d'une pathologie précise. Une personne atteinte d'une maladie comme le diabète sucré doit se s'adresser à un professionnel de la santé formé en nutrition pour l'aider dans l'adoption d'un plan alimentaire adapté à sa situation. Ceci étant dit, la conception d'un guide alimentaire prend tout de même en considération les problèmes de carences et de surconsommation alimentaires retrouvés dans la nation (WHO/FAO, 1998).

Il est suggéré de prendre en compte la disponibilité des aliments selon la saison, les coûts, la production alimentaire des ménages, les importations et les exportations. À l'aide de ces données, le comité doit tenter de faire des associations possibles entre le régime et les maladies identifiées. Une fois ces informations recueillies, les membres du groupe doivent déterminer les lignes directrices et les objectifs nutritionnels du guide alimentaire.

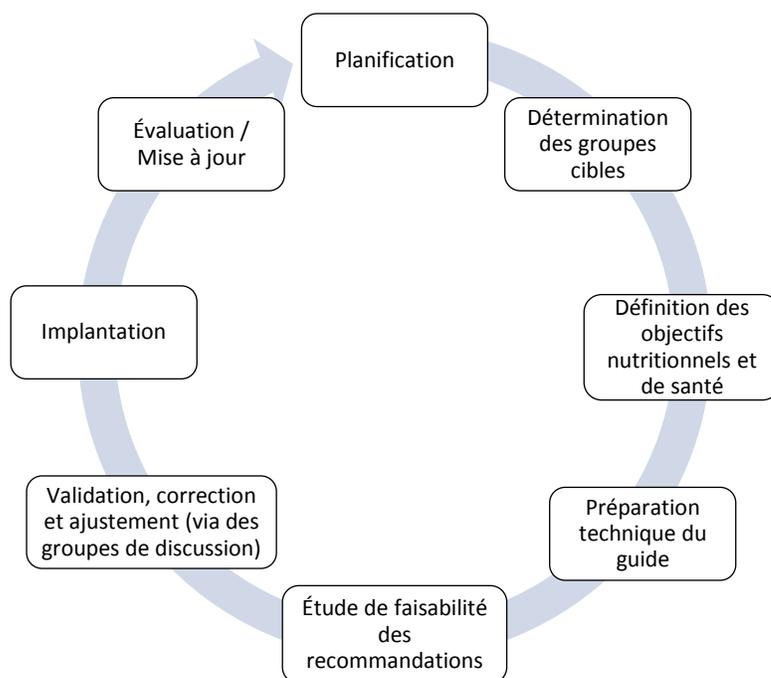
Il est suggéré d'évaluer l'importance des changements d'habitudes alimentaires requis pour atteindre les apports nutritionnels recommandés avant de les émettre. Dans certains cas, les

apports en un ou plusieurs nutriments doivent être réduits ou augmentés pour satisfaire les besoins de la majorité de la population. Par exemple, une population qui doit réduire sa consommation excessive de sodium se verra conseiller un changement dans le mode de cuisson ou de conservation d'aliments cibles. D'un autre côté, des aliments riches en un ou plusieurs nutriments essentiels doivent être promus pour assurer la couverture des besoins et la diminution possible de carences (Smitasiri, et al., 2007). Les connaissances scientifiques doivent être intégrées par un processus dans lequel les connaissances contextuelles des conditions locales, des valeurs culturelles, de l'économie et des intérêts politiques sont pris en considération (Smitasiri, et al., 2007).

La dernière étape est l'implantation du guide alimentaire. La diffusion du guide alimentaire est une étape importante; elle doit être bien menée pour rejoindre une majorité de personnes. Pour diffuser le guide alimentaire, on peut utiliser des documents, des dépliants et les médias tel Internet. La diffusion par Internet semble être une manière efficace pour atteindre un large bassin de consommateurs. Certains pays comme les États-Unis et le Canada ont un guide informatisé, par contre ce média ne serait pas un moyen de communication efficace dans des pays où l'accès Internet est limité à cause d'un manque de moyens techniques et financiers.

Le rapport « Food Based Dietary Guidelines in Latine America » a été créé par le *Pan American Health Organization* (PAHO) en collaboration avec l'OMS et *l'Institute of Nutrition of Central America and Panama* (INCAP). Ce rapport identifie clairement les différentes étapes de la conception d'un guide alimentaire jusqu'à sa diffusion et sa mise à jour à l'aide d'un schéma (Pena, et al., 1999). Nous pouvons observer (figure 1) que le processus est dynamique et continu, c'est-à-dire qu'un guide est un travail en constante évolution. Les habitudes alimentaires évoluent et changent constamment, c'est pourquoi il est suggéré d'évaluer et de réviser les GA de manière régulière pour s'assurer qu'ils soient actuels et pertinents par rapport aux besoins de la population (Albert, 2007).

**Figure 1 : Les étapes de l'élaboration d'un guide alimentaire (Pena, et al., 1999)**



Au Canada, le premier guide alimentaire a été diffusé en 1942 sous le titre: *Règles alimentaires officielles* au Canada. Ce guide avait pour but de prévenir les carences nutritionnelles et d'améliorer la santé de la population, malgré le rationnement des vivres pendant la guerre (Santé Canada, 2007b). Pour l'élaboration de ce guide, un comité composé de scientifiques, de spécialistes en médecine et de travailleurs sociaux issus de différents milieux avait pour mandat d'étudier et d'analyser les problèmes de nutrition à travers le pays et ses municipalités pour émettre des solutions (Santé Canada, 2007b). Depuis ce temps, le guide alimentaire canadien a été révisé sept fois pour s'adapter à l'alimentation canadienne qui évolue au fil des années. La consultation d'experts fait partie du processus de révision du GA. L'objectif est resté le même depuis le début : aider les Canadiens à choisir des aliments sains et à promouvoir une alimentation saine. La dernière version du guide date de 2007 et s'intitule « Bien manger avec le Guide alimentaire

canadien ». Un large éventail d'utilisateurs ainsi que plusieurs résultats de recherches en cours ont été considérés dans le processus de révision de cette plus récente publication.

Le rapport de EURODIET propose différentes utilisations des guides alimentaires (Stockley, 2001). D'abord comme outil d'éducation, puis comme référence pour le développement de scores ou index de qualité alimentaire ou pour le développement de politiques alimentaires comme cela a été vu au Japon (Takaizumi, et al., 2011a). La FAO suggère l'élaboration de deux types de conseils alimentaires: le premier destiné aux décideurs et aux professionnels de la santé avec un aspect plus quantitatif exprimé en nutriments, le deuxième visant la population générale avec un aspect plus qualitatif exprimé, cette fois, en termes d'aliments. En effet, il est difficile pour un même guide d'occuper deux fonctions différentes, soient de déterminer des politiques alimentaires et de diffuser l'éducation nutritionnelle à la communauté. Certes, les conseils nutritionnels doivent être effectifs tant sur les plans personnel, communautaire et national, mais il semblerait bénéfique qu'ils soient transmis par l'entremise de documents différents et s'adressant spécifiquement à un public cible.

### **2.1.3 Composantes d'un guide alimentaire**

Lors de l'élaboration d'un guide alimentaire, il est essentiel de garder certaines notions en tête pour concevoir un outil de qualité. Les recommandations ainsi que les images y figurant doivent prendre en considération quatre concepts: les habitudes alimentaires, les pratiques alimentaires, la culture et la compréhension du guide. La représentation visuelle est le moyen principal, parfois même le seul, de communiquer l'information. C'est pourquoi il est préférable que la représentation choisie soit spécifique à une population cible (Koeing, 2007).

Le guide interpelle davantage le consommateur lorsqu'il reflète les habitudes alimentaires, car il peut plus facilement s'identifier et s'y retrouver par rapport à ses propres habitudes.

Afin de s'adapter et de s'appliquer aux différentes pratiques alimentaires retrouvées dans un même pays, les recommandations doivent être flexibles. De plus, ces dernières doivent être pratiques, c'est-à-dire qu'elles doivent être abordables, disponibles et accessibles pour la majorité (Koeing, 2007).

Les consommateurs doivent être informés sur la manière d'atteindre les recommandations avec des produits locaux si nous voulons qu'elles soient durables. La promotion de produits du terroir est importante pour la valorisation et la préservation des ressources locales (FAO, 2010). Les fruits et les légumes locaux peuvent être privilégiés en donnant des exemples selon la saison (Keller, et al., 2008). Il est peu pertinent d'encourager un aliment difficile à trouver ou très coûteux.

Plusieurs auteurs mettent l'accent sur l'importance que le guide soit culturellement acceptable autant au niveau visuel qu'au niveau des conseils (Brambila-Macias, et al., 2011; Koeing, 2007). Les couleurs, les formes et les aliments illustrés doivent être adéquats. Les recommandations positives dans une langue ou un dialecte approprié sont essentielles à la bonne compréhension. Aucun changement radical ne doit être demandé, un juste milieu doit être représenté entre les habitudes alimentaires et les recommandations de l'OMS pour des apports alimentaires sains (WHO/FAO, 1998). Il demeure que le consommateur est porté à lire l'information si celle-ci est claire, concise et facile à comprendre. Donc, plus les recommandations sont simples plus il y a de fortes probabilités qu'elles aient un impact sur les choix alimentaires (Brambila-Macias, et al., 2011).

Enfin, une bonne compréhension du guide par la population est l'élément clé pour son impact. La terminologie doit être simple, les groupes d'aliments acceptables et la représentation visuelle facilement compréhensible. Au niveau des indications sur le nombre et la taille des portions, certains auteurs soutiennent que les quantités spécifiques sans équivalence en mesures locales ne sont pas à privilégier (e.g. 100g de riz, 125 ml de jus),

car ils sont difficiles à comprendre et à appliquer (Koeing, 2007). Ce qui justifie que le guide doit être présenté aux personnes ressources locales et idéalement testé avec la population avant son lancement (Koeing, 2007; Love, et al., 2008; Smitasiri, et al., 2007).

Pour plusieurs pays, le développement d'un guide alimentaire peut être un travail ardu à cause du manque de ressources financières et du manque de données sur les apports alimentaires et l'état de santé de la nation. La Namibie est un bel exemple d'un PED qui a su se débrouiller avec un manque de renseignements pour concevoir un guide en collaboration avec la FAO. En effet, le Ministère de la Santé n'avait pas d'information sur la consommation alimentaire, ils se sont donc basés sur les dépenses des ménages et les observations du personnel médical pour obtenir des informations sur les problèmes de santé les plus fréquents (Albert, 2007). Ceci est une méthode détournée pour acquérir des informations sur les maladies reliées à la nutrition de la nation sans déboursier pour des études exhaustives sur ce sujet.

## **2.2 Efficacité des guides alimentaires à induire des changements de comportements**

Les guides alimentaires ont été conçus à la base pour promouvoir de bonnes habitudes alimentaires, diminuer les risques de maladies chroniques reliées à la nutrition et améliorer la santé publique (Brown, et al., 2011). Néanmoins, il y a peu d'études qui ont évalué l'influence des guides alimentaires sur les habitudes alimentaires. Est-ce que ces guides sont utilisés et compris par la population? Est-ce que cette dernière adopte les recommandations et celles-ci ont-elles un impact sur la santé?

Afin d'évaluer l'utilisation des guides alimentaires par les populations, il est important de déterminer si l'existence du document est connue à travers la population, si les recommandations émises sont comprises et si la population adhère à ces dernières.

Quelques études ont évalué l'impact du guide alimentaire sur les habitudes alimentaires d'une nation.

### **2.2.1 Connaissance du guide alimentaire**

Selon la revue de la littérature de Brown et al. (2011), les consommateurs prennent conscience du guide alimentaire au fil des années. Par exemple, aux États-Unis en 1994-1995, ils ont estimé qu'un tiers de la population connaissait le guide alimentaire tandis que des études récentes montrent qu'il y en a maintenant 75% qui sont très familiers avec ce dernier. Il est important de distinguer les trois concepts suivants : connaître l'existence du guide, comprendre ses conseils et les appliquer. Plusieurs auteurs démontrent que, peu importe le niveau de connaissances et de compréhension des recommandations alimentaires, elles ne sont pas directement associées à une amélioration des habitudes alimentaires (Brown, et al., 2011; Smitasiri, et al., 2007). Les guides apportent peu de changement du comportement alimentaire d'une population par eux-mêmes, même si les recommandations ont été très bien pensées et développées. Le guide alimentaire est un outil facilitant l'enseignement de bonnes habitudes alimentaires. Pour changer les comportements, on note que l'information seule a peu d'impact; certains facteurs facilitateurs comme la motivation intrinsèque et un environnement favorable aident au changement (Smitasiri, et al., 2007).

Les écrits suggèrent que l'éducation nutritionnelle a un impact sur les habitudes alimentaires, mais les effets varient selon les populations (Brambila-Macias, et al., 2011). La relation entre les connaissances et le comportement est complexe, car plusieurs facteurs interviennent comme les goûts et les aversions alimentaires (Brown, et al., 2011). Effectivement, la modification d'habitudes alimentaire au niveau d'une population est un processus laborieux: dans les écrits on suggère d'abord de sensibiliser les gens sur l'importance de faire les changements, ensuite augmenter leurs connaissances sur les principes d'une saine alimentation puis amorcer un changement comportemental (McGuire,

1984). Pour arriver à modifier les comportements alimentaires et les maintenir, les éducateurs nutritionnels doivent trouver des méthodes efficaces (Love, et al., 2008).

Au Canada, différentes techniques ont été utilisées pour que la population prenne connaissance du guide. Le gouvernement a utilisé plusieurs stratégies pour aider les gens à adopter de saines habitudes alimentaires, par exemple il a mené une vaste campagne médiatique à la radio, dans des communiqués de presse hebdomadaire et il a publié des articles dans des revues. De plus, du matériel imprimé fut conçu pour faciliter la transmission du message sur diverses formes (ex. : fiches de pointage pour les repas quotidiens, plan de leçon, des listes d'épicerie et autres) (Santé Canada, 2007b). Le mode de diffusion du guide alimentaire a évolué afin de rejoindre une majorité de la population et pour encourager la population canadienne à se servir de ces guides. La première révision du guide fut en 1944, le matériel imprimé fut aussi révisé et pour la première fois des représentations graphiques d'aliments furent utilisées. C'est seulement en 1992, avec l'avant-dernière version du Guide alimentaire canadien que les documents d'accompagnement ont été mis sur Internet (Santé Canada, 2007b). Cet exemple démontre que le mode de diffusion du guide alimentaire doit lui aussi évoluer dans le temps pour rejoindre la majeure partie de la population.

### **2.2.2 Compréhension des guides alimentaires**

Connaître l'existence d'un guide alimentaire ne se traduit pas automatiquement dans sa compréhension. Certains éléments d'un guide peuvent porter à confusion pour plusieurs consommateurs. Un travail de Mme Albert de la division de nutrition et de la protection des consommateurs de la FAO (2007) souligne la difficulté des consommateurs à comprendre les recommandations aux niveaux des quantités d'aliments à consommer quotidiennement. En effet, les expressions diététiques comme les termes « à consommer modérément », « à

augmenter » ou « à éviter » ne se traduisent pas en une quantité exacte et c'est là une source de confusion pour le consommateur (Albert, 2007). Pour illustrer une quantité d'aliment à consommer des travaux en Thaïlande et aux États-Unis ont déterminé que l'utilisation d'instruments de mesure ou d'exemples précis (ex. :1 pomme ou 1 tasse de riz) était plus facile à comprendre comparativement à des recommandations quantitative en terme de volumes ou de poids d'aliments. Par exemple dans le guide alimentaire des États-Unis la tasse à mesurer est utilisée comme outil de mesure (Brown, et al., 2011).

### **2.2.3 Application des recommandations**

Plusieurs obstacles se présentent lors de l'intégration des conseils dans les habitudes alimentaires. Parmi ceux-ci, une étude a relevé que les recommandations ne considèrent pas les contraintes de temps, le désintérêt possible de faire le marché et la préparation des aliments (Brown, et al., 2011). Une étude transversale auprès de 333 femmes Afrique du Sud a évalué leur volonté et leur capacité d'appliquer les nouvelles recommandations alimentaires. Les femmes comprenaient l'importance de les appliquer à leur alimentation et elles avaient une bonne compréhension de la classification des aliments. Par contre, l'étude a démontré une faible adhésion aux recommandations puisque, selon le groupe, elles étaient coûteuses, difficilement accessibles et ne respectaient pas les préférences et aversions des ménages. Afin de les adopter, un changement de la routine en lien avec les achats des aliments et les techniques culinaires peut être requis (Love, et al., 2008). C'est là que le rôle de l'éducateur nutritionnel est nécessaire; il doit être en mesure de proposer différentes options intéressantes et accessibles pour la famille. Par conséquent, il est important de traiter ces obstacles perçus par les consommateurs afin de les surmonter (Keller, et al., 2008). Toutefois, une récente étude sur l'influence du guide alimentaire japonais, *Japanese Food Guide Spinning Top*, sur les comportements alimentaires et l'obésité a conclu que la promotion du guide pourrait être une stratégie efficace pour adopter de saines habitudes

alimentaires et réduire la prévalence de l'obésité (Takaizumi, et al., 2011a). Selon les auteurs, l'utilisation du plat comme outil de mesure pour illustrer la portion à consommer a favorisé le changement de comportement. Les recommandations n'étaient pas en termes de quantités quotidiennes d'aliments à consommer, en effet, mais en termes de plats. De plus, le guide contient des conseils alimentaires visant à sensibiliser les Japonais sur les bénéfices potentiels à changer leurs habitudes alimentaires. L'étude précise que la connaissance du guide ne se traduit pas directement en un changement de comportement, il faut d'abord que la personne le comprenne avant de pouvoir modifier ces habitudes. Selon Takaisumi (2011a), exprimer les quantités en termes de plats à consommer est plus simple à comprendre, ce qui favoriserait l'adoption des recommandations. Il faut aussi souligner l'aide du gouvernement pour la promotion du guide alimentaire. Plusieurs campagnes médiatiques ont été faites, ce qui a eu pour effet d'augmenter considérablement le nombre de personnes connaissant le guide, qui passait de 26,0% en 2006 à 40,7% en 2007 (Takaizumi, et al., 2011a).

Peu d'études au Canada se sont penchées sur l'impact du Guide Alimentaire canadien(GAC) sur les comportements alimentaires. La plupart des études évaluent plutôt la qualité des régimes de différentes populations à partir des recommandations du GAC. Plusieurs d'entre elles concluent que l'adhésion aux recommandations est faible (Dubois, et al., 2011; Linda Jacobs, et al., 2001; Rossiter, et al., 2012). Ces études ne nous permettent pas de tirer des conclusions sur l'efficacité du guide comme outil d'éducation et de son impact sur les habitudes alimentaires. Une étude a étudié les habitudes alimentaires de 36 femmes universitaires qui ont participé à un cours de nutrition. Elle a trouvé que la majorité des participantes ne suivaient pas les recommandations du guide pour les différents groupes d'aliments. La conclusion a été que l'éducation seule est insuffisante pour initier un changement d'habitudes alimentaires (Strawson, et al., 2013). Par ailleurs, une autre étude sur l'utilisation du feuillet détachable du GAC chez les clients des magasins d'alimentation a conclu qu'il faut rendre le Guide plus accessible, car parmi les participants 79% ont trouvé le feuillet utile ou très utile et presque les deux tiers ont affirmé avoir fait des

changements au niveau de leurs habitudes alimentaires; toutefois le taux de réponse de cette enquête n'était que de 21%, mettant en doute le caractère représentatif des résultats (Garcia, et al., 2001).

#### **2.2.4 Contribution des guides alimentaires à la réduction de maladies chroniques liées à la nutrition**

Une étude par von Ruesten et collaborateurs (2010) n'a pas trouvé d'association entre l'adoption du guide alimentaire allemand et une réduction des risques de maladies chroniques en considérant l'indice de masse corporelle comme covariable, sauf chez les hommes avec des maladies cardiovasculaires. Par contre, l'enquête comportait une limite importante : les apports alimentaires étaient appréciés à l'aide d'un questionnaire de fréquence auto-administré. Une sur ou sous-estimation des aliments consommés est une conséquence possible de l'utilisation de cette méthodologie (Hill, et al., 2001; Natarajan, et al., 2010). En général, les gens ont tendance à sous-estimer leurs apports, une association véritable est plus difficile à détecter si les relevés alimentaires sont erronés (von Ruesten, et al., 2010).

Les guides alimentaires existent depuis déjà plusieurs années et peu d'études ont été en mesure de démontrer leur efficacité à changer les habitudes alimentaires ou à réduire les risques de maladies chroniques reliées à la nutrition (Brambila-Macias, et al., 2011; Brown, et al., 2011). Plusieurs auteurs mentionnent qu'un guide seul demeure inefficace. Il devient un outil de choix lorsqu'il est utilisé comme outil éducationnel par les professionnels de la santé ou comme référence pour les décideurs lors de l'élaboration de politiques nutritionnelles au niveau d'une nation ou encore lors de l'élaboration de menus de cafétéria dans une école, un hôpital ou une résidence de personnes âgées, par exemple (Brown, et al., 2011). L'adoption de politiques alimentaires par le gouvernement basées sur le guide est une méthode qui s'imisce dans la vie d'autrui, mais la plus efficace pour amorcer les

changements de comportement (Brambila-Macias, et al., 2011). Malgré les limites des guides, une récente revue sur l'implantation des recommandations alimentaires au Chili, en Allemagne, en Nouvelle-Zélande et en Afrique du Sud conclut qu'ils restent des outils précieux pour la promotion d'une saine alimentation (Keller, et al., 2008).

### **2.3 Aspects quantitatifs d'un guide alimentaire**

La dimension quantitative des guides est exprimée de différentes manières à travers le monde. Un processus à plusieurs étapes est suggéré pour arriver à déterminer le nombre et la taille des portions à consommer dans un guide. D'abord, les aliments ayant une composition nutritionnelle similaire sont regroupés et forment des groupes d'aliments (Anderson, et al., 2008). Une fois les groupes définis, la proportion que chaque groupe devrait représenter dans l'alimentation peut être précisée. Les aliments d'un même groupe peuvent être consommés de manière interchangeable puisqu'ils ont une composition nutritionnelle comparable. Par exemple, pour le groupe du lait et des produits laitiers, un verre de 250 ml de lait a une valeur nutritive similaire à 40g de fromage ou 200g de yogourt. Le consommateur peut choisir un ou plusieurs de ces aliments pour répondre à ses besoins. Il est recommandé de choisir une variété d'aliments dans le même groupe afin d'atteindre les besoins en vitamines et minéraux. Certaines précisions doivent être ajoutées au guide pour s'assurer que les apports rencontrent les besoins en micronutriments de la population. Par exemple, le GAC suggère de consommer un légume vert foncé et un légume orangé par jour (Santé Canada, 2007a).

### **2.3.1 Détermination du nombre et de la taille des portions**

Il y a quatre approches différentes répertoriées pour donner l'information sur la quantité d'aliments à consommer quotidiennement (Anderson, et al., 2008) :

1. Il n'y a pas de recommandation- Conseils sur l'équilibre entre les groupes d'aliments;
2. Le nombre de portions de chaque groupe d'aliments est indiqué par un intervalle ou un minimum ou maximum à consommer quotidiennement;
3. La quantité de chaque groupe d'aliments est indiquée pour atteindre les besoins énergétiques;
4. Le nombre de portions qui doit être consommé selon les besoins en énergie et en macronutriments.

En effet, certains guides alimentaires recommandent des quantités précises et d'autres donnent des conseils plus généraux sur la proportion que le groupe d'aliments devrait représenter dans l'alimentation. Par exemple, les Philippines, le Portugal, le Mexique et la Suède n'ont pas de recommandations quantitatives (Painter, et al., 2002). Les nutritionnistes des Philippines ont estimé que préciser la quantité d'une portion peut-être une source de confusion pour le consommateur. Ils ont préféré donner la proportion et la fréquence de consommation par groupe d'aliments (Painter, et al., 2002). D'autres pays, tels que les États-Unis, le Canada, l'Australie, le Royaume-Uni, la Chine, la Corée et l'Allemagne, définissent la taille de la portion pour chaque aliment illustré dans leur guide. Le processus de traduction des besoins nutritifs en conseils alimentaires simples varie d'un pays à l'autre, mais un processus global commun peut être identifié :

1. Identification des sources majeures de nutriments d'intérêts (à partir des tables de composition);
2. Identification des aliments qui contribuent substantiellement aux apports alimentaires de la population d'après des données d'enquêtes alimentaires;
3. Modélisation des habitudes alimentaires avec les besoins en nutriments désirés (le pourcentage des apports de chaque groupe d'aliments);
4. Utilisation de ces modèles pour formuler des recommandations : taille des portions, le nombre de portions et la composition des repas.

L'information concernant la grosseur des portions semble être une information difficile à transmettre clairement (Brown, et al., 2011). Toutefois, le travail de Anderson et coll. (2008) affirme que la majorité des guides informent le consommateur sur les quantités d'aliments à consommer en utilisant le nombre et la taille de la portion. Le tableau 1 compare plusieurs guides à travers le monde qui indiquent les quantités d'aliments à consommer.

### **2.3.2 Unités de mesure**

Afin d'illustrer la portion d'aliment à consommer, les guides alimentaires, mais aussi les professionnels de la santé et les éducateurs, utilisent divers outils ou unités de mesure. Le choix de l'unité de mesure est un élément clé pour une bonne compréhension et rétention de l'information par le groupe cible. Peu d'information dans la littérature est disponible sur la justification des choix des unités de mesure. La plupart des guides alimentaires vont utiliser des unités connues et culturellement acceptables par la population. Les unités de mesure sont souvent illustrées par des photographies ou représentations visuelles ou des références à la main (e.g. un poing ou un pouce), ou à des objets courants (paquet de cartes, balle de baseball), des mesures domestiques communes (cuillères ou tasses à mesurer) et le poids ou le volume. La plupart des guides utilisent une combinaison de ces unités de mesure pour faire comprendre la taille de la portion aux consommateurs. Le choix de l'outil

dépend de plusieurs facteurs: le public cible, la précision du message à communiquer et la pertinence de l'aliment (Anderson, et al., 2008).

Le tableau 1 ci-dessous compare certains guides alimentaires à travers le monde. On peut remarquer que parmi les guides comparés, la majorité d'entre eux indiquent des quantités précises quant à la portion d'aliment à consommer (10/17). Dans les trois guides de l'Afrique recensés de l'Afrique, seulement le guide de l'Afrique du Sud précise la quantité d'aliments à consommer. De plus, le choix d'unités de mesure varie énormément d'un pays à l'autre : la tasse à mesurer, le volume (ml), le poids (g) ainsi que l'aliment sont souvent utilisés. Il y a le Japon qui se démarque en recommandant des plats.

**Tableau 1 : Comparatif des guides alimentaires (Adapté de Koeing (2007))**

<b>Pays</b>	<b>Nom du guide alimentaire</b>	<b>Nb de groupe d'aliments</b>	<b>Proportion qu'occupe le gr. d'aliment dans le régime</b>	<b>Quantités spécifiques</b>	<b>Proportion/fréquence en mots</b>	<b>Unités de mesure</b>
Royaume-Unis	Balance of Good Health (1994)	5	√			Il n'y a pas de directive sur le nombre de portions
Portugal	The Portuguese Food Wheel (2003)	7		√		Tasse, unités
Australie	The Australian Guide to Healthy Eating (1998)	5		√		
États-Unis	Myplate (2011)	5		√		
Canada	Bien manger avec le Guide alimentaire canadien (2007)	4		√		Tasse, unités, gramme

Suède	Swedish Nutrition recommendations Objectified (2005)			√		
Mexique	La Piramides y de Salud	4	√		√	
Costa Rica	Guias alimentarias (2011)	4	√			
Chili	Guias de Alimentacion	7	√		√	
Guatemala	Guia Alimentarias para Guatemala (1998)	6	√		√	
Japon	Japanese Food Guide Spinning Top (2005)	5		√		Plats ou aliments
Chine	Chinese Food Guide Pagoda (2008)	6		√		Poids de l'aliment cru (grammes) on volume (ml)

Corée	Food bicycle (2010)	6		√		Poids (gramme) aliment ou tasse à mesurer
Allemagne	German Nutrition Circle (2005)	6		√		Poids (gramme), volume (litre), aliments
Namibie	Food & Nutrition Guidelines for Namibia(2000) (Ministry of Health and Social Services, 2000)	4	√		√	
Nigeria	Food Based Dietary Guidelines for Nigeria (2000)					Recommandations pour chaque groupe d'âge
Afrique du Sud (Department of Health South Africa, 2004)	South African guidelines for healthy eating for adults and children over the age of seven years (2004)			√		Volume (ml), tasse, aliment,

### **3. Contexte de l'étude**

#### **3.1 Situation géographique du Bénin**

La République du Bénin est un pays francophone d'Afrique sub-saharienne situé dans la zone tropicale entre l'équateur et le tropique du cancer (entre le 6°30' et le 12°30' parallèles Nord). La superficie est de 112.622 km<sup>2</sup>, le pays s'étend sur 700 km et a une largeur qui varie entre 125 km et 325 km (République du Bénin). Sa rive côtière sur l'Océan Atlantique permet la pêche. Il est aussi limité au nord par le fleuve Niger. La population du Bénin est estimée à 10 millions d'habitants vivant dans 12 départements (La Banque Mondiale, 2013).

Le climat au sud du Bénin est équatorial avec une forte humidité et comportant deux saisons; une grande saison sèche, novembre à mars, et une petite, mi-juillet à mi-septembre, et une grande saison de pluies, avril à mi-juillet, et une petite, mi-septembre à octobre. À Cotonou, capitale économique, les températures varient peu : les températures maximales sont autour de 28 à 32°C et les températures minimales de 23 à 26°C (République du Bénin) .

#### **3.2 Situation nutritionnelle au Bénin**

Dans l'enquête STEPS de 2008 (Houinato, et al., 2008), sur la situation nutritionnelle du Bénin: il est noté que l'urbanisation des villes a un impact sur les habitudes alimentaires et sur le style de vie des habitants. En effet, les départements les plus touchés par les MNT sont les zones urbaines ou péri-urbaines, notamment les départements du Littoral, de l'Atlantique et de l'Ouémé. Excepté le département du Littoral où se trouve Cotonou, l'accès à l'eau potable constitue encore un véritable problème. Moins d'un tiers dispose d'adduction d'eau et de forages publics dans le département de l'Atlantique et dans le

département de l'Ouémé aucun arrondissement n'a été entièrement couvert d'adduction et de forages publics (Houinato, et al., 2008).

### **3.2.1 La prévalence de maladies non transmissibles au Bénin**

Au niveau des MNT, l'enquête STEPS estimait la prévalence d'une surcharge pondérale et d'une obésité à Cotonou à 48,9% et elle estime que cette prévalence chez les femmes est significativement plus élevée soit 58,7 vs 33,4% chez les hommes (WHO, 2007). Dans les zones urbaines, la prévalence d'obésité est de 11,7 % ce qui est significativement plus élevé que dans les régions rurales (4,9%) (Houinato, et al., 2008). Pour ce qui en est des maladies chroniques liées à la nutrition, l'enquête estimait la prévalence de l'hypertension à 27,5% et une prévalence de 29,5% chez les personnes vivant dans les régions urbaines. En effet, dans la capitale, 28,6% de la population est hypertendue. La prévalence du diabète à Cotonou était estimée à 9,4%. Ces chiffres montrent la présence des maladies non transmissibles et ils démontrent l'importance d'intervenir pour ralentir la croissance de ces maladies. Pour y arriver, la prévention ainsi qu'un diagnostic précoce de ces maladies pour une prise en charge optimale sont essentiels. Cependant, une prise en charge de ces maladies est coûteuse et alourdit les dépenses de santé individuelles et collectives. Les MNT et ces coûts dégradent les conditions de vie déjà précaires de la population béninoise (Houinato, et al., 2008).

### **3.2.2 L'activité physique au Bénin**

En ce qui a trait à l'activité physique de la population du Bénin, l'enquête STEPS estimait que le niveau est élevé pour la majorité de la population, sauf pour les départements ou villes plus urbanisés. L'activité physique est moindre dans les zones urbanisées, notamment, dans le département du Littoral où 16,2% de la population à un niveau d'activité physique bas (défini comme <600MET-minute/semaine) (WHO, 2007). Ceci démontre bien la diminution de l'activité physique dans les zones urbaines du pays.

### 3.2.3 Habitudes alimentaires au Bénin

Une enquête assez récente au Bénin a évalué la consommation alimentaire des ménages urbains à Cotonou, Abomey-Bohicon et Parakou (Mitchikpè, et al., 2006). En milieu urbain, le maïs, l'igname, le manioc sont les produits alimentaires de base les plus fréquemment consommés. Le prix des aliments semble avoir une influence non négligeable dans la sélection des aliments consommés dans un ménage. En effet, dans les milieux urbains 37 à 52% des dépenses du ménage sont dédiées à l'alimentation, quel que soit le niveau du revenu. Lorsqu'un important pourcentage du revenu est dédié à l'alimentation, une légère augmentation de prix a un impact direct sur la qualité de l'alimentation du ménage (FAO, 2011). Le profil nutritionnel du Bénin a été dressé par la FAO (Mitchikpè, 2011). Cette enquête a évalué la fréquence de consommation à l'aide de rappels sur sept jours auprès de 4176 ménages urbains et ruraux. La consommation de poisson est plus fréquente dans les départements qui bordent l'Océan, c'est-à-dire le département de l'Atlantique, du Littoral et de l'Ouémé. Dans les ménages où le niveau socio-économique est plus élevé, la consommation d'aliments riches en protéines et/ou micronutriments est fréquente. Au niveau des fruits et légumes, les départements de l'Alibori, de l'Atacora et du Borgou sont les plus grands consommateurs de légumes. L'enquête STEPS (Houinato, et al., 2008) estimait toutefois que 78,05% de la population ne consommait pas cinq portions de fruits et légumes par jour. De plus, la consommation moyenne de boissons alcoolisées chez les hommes était de 3,9 verres d'alcool  $\pm$  3,2 verres et chez les femmes, de 2,6 verres  $\pm$  1,8 verres ( $p < 0.001$ ) par jour. La consommation moyenne était considérée comme excessive pour les hommes et pour les femmes selon les normes de *Centers for Diseases Control and Prevention* (2013).

Somme toute, ces enquêtes mettent en évidence le besoin d'avoir des recommandations nationales au niveau des habitudes alimentaires. Elles doivent privilégier entre autres un apport adéquat en fruits et légumes tous les jours. Les enquêtes soulignent aussi l'importance d'éduquer les médecins et autres prestataires de soins de santé sur la prévention et la prise en charge des MNT. Pour y arriver, de l'information nutritionnelle claire, concrète et tenant compte des ressources locales doit être communiquée. Fournir aux

professionnels de la santé des outils d'éducation qui sont conçus à partir de données probantes. D'ailleurs, l'enquête STEPS au niveau de la nation (Houinato, et al., 2008) justifie le besoin d'élaborer un guide alimentaire à l'image Bénin.

### **3.3 Transition nutritionnelle et double fardeau nutritionnel au Bénin**

Plusieurs régions de pays émergents et en développement font face à une urbanisation rapide. Ceci entraîne des changements au niveau des systèmes alimentaires et du mode de vie, plus sédentaire. Les villes sont les premières à vivre ces changements, car elles sont notamment exposées aux importations de produits alimentaires manufacturés, de même qu'à la publicité et au marketing de l'industrie alimentaire. Des habitudes alimentaires et la diminution de l'activité physique sont caractéristiques de la transition nutritionnelle (Popkin, 2002). Elle est un résultat de la mondialisation, de l'urbanisation et de l'évolution technologique dans les PED. L'alimentation s'occidentalise, il y a une augmentation de la consommation d'aliments denses en énergie, d'aliments transformés et de boissons sucrées (Delisle, 2008). Dans plusieurs pays à faible revenu qui connaissent une croissance économique, la transition nutritionnelle se traduit par des apports suffisants ou excessifs en énergie et de faible qualité combinée à une activité physique réduite (Popkin, 2002). Ces facteurs s'ajoutent au stress de la ville et au tabagisme contribuent à l'augmentation des maladies cardiovasculaires. Ceci augmente la prévalence de l'obésité et des facteurs de risque cardio-métabolique comme l'hypertension, le diabète et la dyslipidémie. Ces maladies chroniques liées à la nutrition ne remplacent pas les problèmes de sous-alimentation et dénutrition. En fait, il y a coexistence des problèmes reliés à la surconsommation alimentaire et à la sous-alimentation dans un même pays et même parfois dans un même ménage ; c'est le double fardeau nutritionnel (Delisle, 2008; Doak, et al., 2005). Le double fardeau au niveau des ménages est caractérisé par la présence d'au moins une personne avec un excès de poids et une personne atteinte de dénutrition dans le même foyer (Doak, et al., 2005; Popkin, 2002). Les carences en micronutriments sont une forme

silencieuse de dénutrition et elles ont des conséquences menaçant la vie des enfants et des femmes principalement. Les principales carences en micronutriment observées touchent la vitamine A, fer et iode (WHO, 2013). En outre, les femmes sont plus vulnérables que les hommes à l'obésité et aux maladies chroniques liées à la nutrition dans les PED, ce qui se traduit par un double fardeau nutritionnel surtout au sud de l'Asie et en Afrique subsaharienne. La présence de maladies chroniques dans les PED est trop souvent ignorée; l'OMS insiste sur l'urgence de cibler ces maladies non transmissibles reliées à la nutrition.

Comme mentionné plus tôt, les régions urbaines du Bénin sont en transition nutritionnelle et les conséquences de cette transition sont surtout observées chez les femmes (Ntandou, et al., 2009) . Une récente étude sur quatre ans a étudié les habitudes de vie et les facteurs alimentaires associés à l'évolution des risques de maladies cardiovasculaires au Bénin. Cette étude souligne le besoin imminent d'entreprendre des actions au niveau de la santé publique pour réduire l'évolution des facteurs de risque de MCV (Sossa, et al., 2013). Encore une fois, le besoin d'avoir des outils d'enseignement nutritionnel pour contrer ces changements d'habitudes alimentaires est justifié.

### **3.4 Élaboration du guide alimentaire du Bénin**

L'Afrique sub-saharienne utilise depuis des décennies le même système de classement des aliments. On classe les aliments en trois grandes catégories : 1) les aliments de croissance regroupant les aliments d'origine animale et végétale riches en protéines; 2) les aliments de protection contenant les fruits et légumes; et 3) les aliments énergétiques incluant les céréales, les tubercules, les sucres et les huiles. Plusieurs auteurs ont critiqué cette classification, mais elle continue à être utilisée faute d'outils plus appropriés (Abrahamsson, et al., 1983; Ritchie, 1981). Classer les aliments selon leurs fonctions comporte certaines limites, car un même aliment contient plusieurs nutriments et peut donc

remplir plusieurs fonctions. La classification selon la composition nutritionnelle des aliments a pour avantage de proposer différentes options lorsqu'un aliment est coûteux ou n'est pas de saison. En revanche, Ritchie (1981) soulève le fait que les choix alimentaires sont influencés par le climat, les problématiques de transport et d'entreposage. La classification des aliments par composition nutritionnelle peut-être un problème pour les pays en développement, dans un contexte d'insécurité alimentaire où il est difficile de faire des choix alimentaires. Il expose aussi que pour une majorité de la population les denrées de base (céréales ou tubercules) constituent l'essentiel de la nourriture, les autres aliments n'étant que des accessoires au repas. Les zones urbaines africaines ont toutefois accès à une plus grande diversité alimentaire.

L'élaboration d'un guide alimentaire au Bénin s'inscrit dans le cadre du projet de Pôle africain francophone sur le double fardeau nutritionnel (DFN). Un des objectifs du projet DFN est de fournir des outils aux professionnels de la santé pour la prise en charge et la prévention des problèmes nutritionnels tant de carence que de surcharge. C'est pourquoi l'équipe TRANSNUT décidait en 2009 d'entreprendre avec des partenaires béninois l'élaboration du premier guide alimentaire au Bénin. Le développement d'un guide est un travail rigoureux qui comporte plusieurs étapes. Ce dit projet a impliqué des étudiants du Québec et de l'IRSP Bénin.

En premier lieu, dix conseils généraux pour la prévention de maladies chroniques liées à la nutrition ont été élaborés. Il s'agit de conseils que les médecins, infirmiers et sages-femmes peuvent donner aux personnes présentant des facteurs de risque de maladies chroniques liées à la nutrition ou aux personnes voulant les prévenir. Les conseils promeuvent la consommation de légumes et de fruits, la consommation d'aliments riches en protéines maigres et l'activité physique quotidienne comme la marche ou les sports. Ils encouragent la consommation modérée des boissons gazeuses et sucrées, d'aliments salés, d'huile et de boissons alcoolisées. Il est conseillé de contrôler son poids et sa tension artérielle régulièrement et d'enseigner aux enfants la cuisine traditionnelle afin de préserver la santé

et culture. Ces conseils ont été formulés et validés localement dans des groupes d'entraide. Ces conseils sont présents dans le guide alimentaire du Bénin (Annexe I).

En deuxième lieu, le projet consistait à définir les groupes d'aliments et la représentation picturale du guide alimentaire du Bénin. Pour y arriver, des groupes de discussion et des entrevues individuelles ont été menés à Cotonou. Six groupes de discussion ont été tenus avec des parents d'élèves des écoles pilotes de l'Initiative Écoles Amies de la Nutrition. Pour définir les groupes d'aliments du guide, les parents étaient invités à regrouper des photos d'aliments présélectionnés et à discuter des raisons les amenant au classement choisi. Ils devaient aussi choisir une représentation picturale pour le futur guide. En parallèle, des entrevues individuelles ont été menées auprès de personnes ressources du Bénin. Elles étaient aussi invitées à classer les photos en groupes d'aliments, à expliquer les raisons pour lesquelles elles ont regroupé les aliments ainsi et à choisir une représentation picturale. Ce projet a défini 5 groupes d'aliments:

- 1) les céréales et tubercules;
- 2) les légumes et sauces à base de légumes;
- 3) la viande, poisson, haricots et autres aliments riches en protéines;
- 4) les fruits et;
- 5) les produits laitiers (et autres aliments riches en calcium).

Certaines subdivisions ont été faites au niveau des denrées glucidiques (céréales et tubercules) et protidiques (denrées animales et végétales). Le choix de la représentation picturale s'est arrêté sur la case, maison traditionnelle béninoise (annexe II).

La troisième et quatrième étape du projet est la définition du nombre et de la taille des aliments à consommer quotidiennement et la conception graphique du guide alimentaire. Ces étapes sont le cœur de ce présent mémoire.

## 4. Objectifs

L'objectif principal de l'étude était de déterminer et homologuer des quantités d'aliments des différents groupes d'aliments à recommander, en précisant les grosseurs de portions au moyen de mesures locales. Pour y arriver, cinq objectifs spécifiques ont été développés :

- Caractériser les habitudes alimentaires des régions urbaines et péri-urbaines du Bénin à partir des données de deux études transversales qui ont eu lieu à Cotonou, capitale économique, Ouidah et quelque zones rurales;
- Optimiser par la programmation linéaire le profil moyen de consommation alimentaire quotidienne;
- Traduire les résultats de l'optimisation en termes de nombre et de taille de portions d'aliments pour chaque groupe alimentaire à consommer quotidiennement à l'aide de mesures locales;
- Illustrer les recommandations au moyen de menus journaliers;
- Homologuer le prototype du guide alimentaire auprès d'experts locaux en nutrition par des entrevues individuelles et discussions de groupe.

## **5. Méthodologie**

Cette étude comporte deux volets : le premier volet consiste à déterminer le nombre et la taille des portions à recommander par groupe alimentaire à l'aide de la programmation linéaire. Une fois les résultats obtenus, le deuxième volet vise à homologuer ses résultats auprès de personnes ressources du Bénin. Tout au long de la conception du prototype, des modifications ont été réalisées selon les suggestions et commentaires des personnes ressources.

### **5.1 Programmation linéaire**

Afin de déterminer le nombre et la taille des portions pour le guide alimentaire du Bénin, la programmation linéaire a été utilisée. La programmation linéaire (PL) est une méthode mathématique permettant de résoudre des problèmes complexes (Briend, 2003). Elle permet de trouver la meilleure solution possible à un problème tout en respectant certaines variables et contraintes qui lui sont imposées (Ferguson, et al., 2004).

Dans le domaine de la nutrition, la PL est peu utilisée, pourtant elle est couramment utilisée depuis plus d'un demi-siècle dans différents domaines de la recherche appliquée ainsi qu'en économie. George Stigler (1945) est le premier à avoir utilisé la PL pour résoudre un problème nutritionnel; il voulait trouver le coût minimal d'un menu équilibré journalier rencontrant les besoins nutritionnels d'un homme de taille et poids moyen. Il a entré dans son modèle différents aliments à bas prix et il lui a imposé des contraintes nutritionnelles. En d'autres mots, il a exigé que le modèle respecte des besoins en calories, protéines, vitamine C et autres nutriments. Il a obtenu un résultat qui répondait aux exigences demandées, par contre le régime obtenu était irréaliste et inacceptable par un individu. Pour rendre le résultat acceptable, des contraintes d'acceptabilité selon les habitudes alimentaires locales auraient pu être imposées au modèle. La PL peut générer des régimes nutritifs à moindre coût. Aux États-Unis, elle a été utilisée pour calculer le montant de l'allocation de coupons d'aide alimentaire destinés aux personnes en difficulté (Fortik. J, 1981). Des

indicateurs de sécurité alimentaire ont été développés en Colombie (Lareo, et al., 1990). En Israël, elle a permis de formuler des menus avec un bon rapport qualité/prix dans le cadre institutionnel (Sklan, et al., 1993). Dernièrement, au Malawi, cette méthode a été employée pour définir des rations adéquates pour des nourrissons (Darmon, et al., 2002a). La PL est prometteuse pour le développement d'un guide alimentaire concret et réaliste pour une population.

Les scientifiques dans le domaine de la nutrition commencent à exploiter la programmation linéaire, malgré sa découverte qui date de plusieurs années. L'utilisation de la programmation linéaire en nutrition permet de déterminer des quantités précises d'aliments tout en respectant un ensemble de recommandations nutritionnelles et de contraintes d'acceptabilité pour obtenir des résultats réalistes et culturellement acceptables par une population donnée (Darmon, et al., 2008). Sans une méthode mathématique, il est difficile d'élaborer des recommandations alimentaires qui satisfont tous les critères sans être influencé par le goût et le jugement de leur concepteur. D'ailleurs, l'équipe de Ferguson et al. (2004) a réussi à élaborer des recommandations alimentaires applicables et compréhensibles pour les enfants du Malawi en insécurité alimentaire. Ceci est une grande amélioration dans le domaine de la nutrition (Briend, 2003).

L'utilisation de la PL nécessite la définition d'une fonction « objectif » qui a pour but de déterminer la meilleure solution possible à un problème mathématique, tout en respectant certaines contraintes. Dans le cadre de notre travail, la fonction « objectif » avait pour but de définir la quantité de nourriture minimalement requise (en poids) pour atteindre les besoins énergétiques et les recommandations en nutriments, tout en respectant les habitudes alimentaires locales.

## **5.2 Optimisation du profil moyen de consommation alimentaire quotidienne à l'aide de la programmation linéaire (PL)**

Ce travail a tiré la majorité des données de deux récentes enquêtes transversales réalisées par des doctorants de l'équipe TRANSNUT. Ces enquêtes se sont déroulées à Cotonou, la capitale économique, dans la ville de Ouidah et dans quelques villages avoisinants. Elles avaient pour but d'explorer la transition nutritionnelle et ses liens avec les facteurs de risque cardiométabolique. Les participants des enquêtes, sélectionnés aléatoirement, étaient âgés de 25 et 60 ans (n=541) et étaient apparemment en bonne santé (Bouzitou, 2006; Sodjinou, 2006). Ces récentes données ont été utilisées pour l'optimisation du profil moyen alimentaire à l'aide de la PL. Les résultats ont ensuite été traduits en nombre de portions et taille pour groupe d'âge et sexe. La méthodologie décrite est inspirée des travaux de Ferguson et al. (2004).

Pour ce faire, Microsoft Excel Solver 2.0, Simplex LP a été utilisé. Ce logiciel peut seulement considérer un maximum de 200 variables dans un même modèle, c'est pourquoi nous avons sélectionné les 52 aliments les plus fréquemment consommés, parmi les 170 aliments recensés dans les enquêtes. Ces aliments ont été utilisés pour l'optimisation et étaient subdivisés en neuf catégories d'aliments : céréales, racines et tubercules, légumineuses, noix et graines, viandes et volailles, poissons et fruits de mer, œufs, produits laitiers, fruits et jus de fruits purs, légumes et sauces légumes, huiles et gras (Tableau 2). Puisque le Bénin ne détient pas de table de composition alimentaire nationale, Sodjinou et Ntandou ont créé une table de composition alimentaire pour évaluer les apports alimentaires de la population. La table de WorldFood 2 (Calloway, et al., 1994), celle du Mali (Nordeide, 1998) et la table des aliments de l'Afrique de l'Ouest (Stadlmayr, et al., 2012) ont été utilisées. Ces données ont aussi servi au présent travail pour entrer la composition nutritionnelle des 52 aliments sous Excel. La composition nutritionnelle de certains aliments s'est avérée inexacte, elle a été corrigée à l'aide des tables de références suivantes : WorldFood 2 et USDA (Annexe III). Nous avons constaté que la composition nutritionnelle de certains aliments était inexacte, car il y avait des aliments dont la valeur

pour certains macronutriments était manquante ou les données pouvaient correspondre à l'aliment cru au lieu de cuit (ex. : riz) ou les données semblaient être surestimés ou sous-estimés (Annexe III).

Tableau 2: Aliments fréquemment consommés utilisés pour l'optimisation des régimes du Bénin

<b>Aliments sélectionnés pour la programmation linéaire</b>	<b>Nb de personnes qui ont consommé l'aliment (n=541)</b>	<b>Taille de la portion moyenne, g (partie comestible)</b>	<b>Écart type (g)</b>
Pâte de maïs non fermenté	486	587.4	26.1
Bouilli de mil non sucrée (abokounkoko)	26	343.7	76.0
Riz blanc cuit	367	259.1	12.2
Pâte de maïs fermenté (Akassa)	326	345.2	19.7
Maïs en grain bouilli, frais	28	100.0	18.9
Épi de maïs bouilli	26	150.0	21.6
Pain blanc de blé	255	97.7	5.7
Beignet de blé sucré (yovodoko)	62	108.1	50.1
Macaroni bouilli	99	195.9	26.3
Manioc bouilli	23	123.2	23.6
Manioc fermenté (Gari)	286	104.3	7.8
Tapiocca non sucré	23	229.0	52.4
Couscous de manioc (atiéké)	15	144.7	40.9
Igname cuit	76	115.8	19.0
Pâte d'igname (teloubo)	31	364.7	49.7
Pomme de terre sucrée	16	83.4	56.1
Plantain frais, cuit	22	173.3	27.2
Haricots blancs cuitent (niébé blanc)	165	244.0	26.3
Haricots rouges cuitent (niébé rouge)	83	330.8	42.0
Gâteau d'haricots (abla)	40	73.8	12.4
Bouilli de soja non sucrée	8	347.5	125.0
Voandzou, bouilli	18	145.5	47.1

Graines de courges (goussi)	32	42.2	13.2
Coconut frais	43	119.8	37.0
Arachides grillées	169	44.4	3.2
Purée de noix de palme	60	148.5	7.4
Lapin cuit	13	45.8	30.9
Boeuf cuit, mi-maigre	68	51.7	17.3
Porc cuit	14	72.3	35.0
Mouton cuit, maigre	71	59.0	8.9
Poulet cuit	58	87.1	16.8
Tilapia, poisson cuit	469	76.6	6.5
Crabe d'eau douce cuit	126	97.8	11.3
Sardines	21	70.0	9.5
Maquereau frais cuit (sylvie)	271	73.9	2.9
Oeufs de poulet cuit	75	44.0	4.6
Lait condensé non sucré (peak)	16	59.0	25.5
Fromage local	48	52.4	12.1
Yogourt traditionnel	9	103.2	101.8
Papaye fraîche	21	390.4	152.0
Banane sucrée fraîche	39	167.7	45.3
Orange fraîche	88	139.5	18.9
Mangue fraîche	12	150.1	53.4
Ananas frais	37	140.7	40.9
Jus d'orange pur	57	79.7	18.5
Tomates	147	72.6	42.6
Sauce tomate	464	151.4	10.5
Carottes	19	55.9	30.7
Feuilles d'amaranthe (crin-crin)	174	137.5	20.3
Sauce de légumes	271	238.0	20.6
Huile de palme rouge	134	18.0	1.6
Huile d'arachides	224	12.8	0.9

### **5.3 Caractérisation de la consommation alimentaire**

Afin d'établir les contraintes d'acceptabilité pour la programmation linéaire, la consommation alimentaire de la population urbaine, périurbaine et rurale du sud du Bénin a été caractérisée à la lumière des enquêtes transversales. Les apports alimentaires ont été évalués à l'aide d'au moins deux rappels de 24 heures (trois rappels ont été effectués à Cotonou). Ces études ont permis de calculer les apports en aliments et en nutriments. Elles ont aussi permis d'évaluer la qualité de l'alimentation à partir d'un score de micronutriments et d'un score de prévention contre les maladies chroniques, la méthodologie a été décrite dans une autre étude (Sodjinou, et al., 2009). La fréquence de consommation des différents aliments a été comptabilisée. La portion moyenne a aussi été évaluée pour tous les aliments fréquemment consommés. Cette caractérisation a permis d'établir les contraintes d'acceptabilité qui serviront à la PL et assurent que les résultats de l'optimisation respectent les habitudes alimentaires locales. Le traitement des données a été évalué à l'aide du logiciel SPSS version 17.

### **5.4 Détermination des contraintes nutritionnelles et d'acceptabilité**

Deux types de contraintes ont été introduites dans les modèles mathématiques : des contraintes de besoins énergétiques et d'apports recommandés en nutriments, ainsi que des contraintes reflétant les habitudes alimentaires locales.

#### **5.4.1 Contraintes nutritionnelles**

Les contraintes nutritionnelles assurent que les rations optimisées apportent l'énergie requise et satisfont les besoins en 20 nutriments : protéines, lipides, gras saturés, gras polyinsaturés, gras mono-insaturés, glucides, fibres, sucres simples, vitamine A, vitamine E, vitamine C, thiamine, riboflavine, niacine, acide folique, vitamine B<sub>12</sub>, acide pantothénique, calcium, fer et zinc. Les besoins énergétiques pour les hommes et les femmes ont été estimés à l'aide des équations établies par l'OMS. Le métabolisme de base

a été estimé puis multiplié par un facteur d'activité physique de faible à modéré (PAL : 1.675) (WHO/FAO/UNO, 2001a).

Formules utilisées (WHO/FAO/UNO, 2001a)

Hommes

30-60 ans  $TEE=11.472*\text{poids (kg)} + 873.1 * \text{facteur d'activité physique}$

Femmes

30-60 ans  $TEE=8.126*\text{poids (kg)} + 845.6*\text{facteur d'activité physique}$

Femmes enceintes

TEE femmes calculé précédemment + 350 kcal

Femmes allaitantes

TEE femmes calculé précédemment + 400 kcal

(TEE : *Total energy expenditure*)

Ensuite, les contraintes au niveau des macronutriments ont été tirées des recommandations de l'OMS pour prévenir les maladies chroniques (Tableau 3). Parmi les 15 recommandations pour prévenir les maladies chroniques, huit ont été utilisées, dont celles pour la consommation de fruits et légumes, du cholestérol et des fibres alimentaires. Par contre, les contraintes au niveau des acides gras oméga-3, oméga-6 et trans n'ont pas été introduites dans les modèles, car les tables de composition utilisées ne comportaient pas l'information relative à ces nutriments. Pour ce qui est des 12 micronutriments, les apports nutritionnels recommandés (ANR) de l'OMS/FAO ont été imposés comme minimum.

Tableau 3: Recommandations nutritionnelles pour la prévention des maladies chroniques (WHO/FAO, 2003)

<b>Facteur alimentaire</b>	<b>Objectif</b>
Lipides totaux*	15-30%
Acides gras saturés*	< 10%
Acides gras polyinsaturés*	6-10%
Protéines	10-15%
Glucides totaux	55-75%
Sucres simples†	< 10%
Cholestérole	<300mg par jour
Fruits et légumes	> 400g par jour (250g de légumes et 150g de fruits)
Fibres alimentaires totales	> 25g/jour

\*Pourcentage des besoins en énergie de la journée

†'Sucres simples' réfèrent aux monosaccharides et disaccharides ajouter aux aliments et aux boissons par le manufacturier, le cuisinier ou le consommateur, et tous les sucres naturel du miel et des sirops.

### *Enfants et adolescents*

Au niveau des enfants et des adolescents, les besoins énergétiques prédéterminé par l'OMS ont été utilisés, au niveau des macronutriments, les besoins en protéines ont été calculés selon les recommandations de l'OMS et les besoins en lipides et glucides ont été évalués selon les recommandations de *Institute of Medicine* (Briend, 2001; Institute, 2004; WHO/FAO/UNO, 2002). Pour les micronutriments, les ANR de l'OMS ont été utilisés (WHO/FAO, 2004). Par contre, les recommandations de l'OMS pour prévenir les maladies chroniques n'ont pas été introduites dans le modèle, car ces recommandations ont été élaborées pour les adultes et ne seraient pas réalistes pour les enfants (voir tableau 4 A et B: contraintes nutritionnelles.)

Tableau 4A : Besoins en énergie, macronutriments et micronutriments pour les adultes

Contraintes nutritionnelles pour le modèle de programmation linéaire						
Catégories	Hommes		Femmes		Femme enceinte 2ème trimestre	Femme allaitante
	19-30 ans	31-50 ans	19-30 ans	31-50 ans		
Énergie(Kcal/j) *	2800	2700	2250	2300	2575	2725
Protéine (%)**	10-15	10-15	10-15	10-15	(10-15)+10	10-15+19
Glucides (%)						
Lipides tot. (%)**	15-30	0.15-0.30	0.15-0.30	0.15-0.30		
AGPoly (%)**	6-10	0.06-0.10	0.06-0.10	0.06-0.10		
AGSaturé (%)**	< 10	< 0.1	< 0.1	< 0.1		
Suc. simple (%)**	<10	<0.1	<0.1	<0.1		
Chol (mg/j)**	300	300	300	300		
Légumes (g/j)**	250	250	250	250		
Fruits (g/j) **	150	150	150	150		
VITA_μg/j***	500	500	600	600	800	850
VITE_mg/j***	7,5	7,5	7,5	10		
VIT_C_mg/j***	45	45	45	45	55	70
THIA_mg/j***	1,2	1,2	1,1	1,1	1,4	1,5
RIBF_mg/j***	1,3	1,3	1,1	1,1	1,4	1,6
NIA_mg/j***	16	16	14	14	18	17
VITB6_mg/j***	1,3	1,3	1,3	1,5	1,9	2,0
FOLA_μg/j***	400	400	400	400	600	500
VTB12_mg/j***	2,4	2,4	2,4	2,4	2,6	2,8
ACPANT_mg/j***	5,0	5,0	5,0	5,0	6,0	7,0
CA_mg/j***	1000	1000	1000	1000	1200	1000
Mg_mg/j***	260	260	220	220	220	270
NA_mg/j§	1500	1500	1500	1500	1500	1500
FE_mg***¶	13.7	13.7	29,4	29,4	29,4*	30
ZN_mg/j***§	14,0	14,0	9,8	9,8	14,0	19,0

\* Énergie en (kcal/j) calculée avec les équations de Total Energy Expenditure et le niveau d'activité physique (TEE) (WHO, 2002a)

\*\* Selon les recommandations de l'OMS pour prévenir les maladies chroniques (WHO, 2003)

\*\*\* Apport recommandés en vitamines et minéraux par l'OMS (WHO, 2001)

§ Zinc : valeur pour une faible biodisponibilité

¶ Fer :valeur pour une biodisponibilité à 10%

Tableau 4B: Besoins en énergie, macronutriments et micronutriments pour les enfants

Contraintes nutritionnelles pour le modèle de programmation linéaire										
Catégories	Garçons					Filles				
Nutriments	2 à 3 ans	4 à 6 ans	4 à 8 ans	9 à 13 ans	14 à 18 ans	2 à 3 ans	4 à 6 ans	4 à 8 ans	9 à 13 ans	14 à 18 ans
Énergie(Kcal/j) *	1150	1300	1650	2250	3225	1050	1300	1500	2100	2500
Glucides (%)	45 à 65	45 à 65	45 à 65	45 à 65	45 à 65	45 à 65	45 à 65	45 à 65	45 à 65	45 à 65
Protéine (g/kg/j)**	0.9 à 0.97	0.87	0.87 à 0.92	0.9	0.87	0.9 à 0.97	0.87	0.87 à 0.92	0.89	0.84
Lipides tot. (%) §	25 à 35	25 à 35	25 à 35	25 à 35	25 à 35	25 à 35	25 à 35	25 à 35	25 à 35	25 à 35
AGPoly (%)**	ND	ND	ND	5 à 10	5 à 10	ND	ND	ND	5 à 10	5 à 10
AGSaturé (%)**	ND	ND	ND	10	10	ND	ND	ND	10	10
Suc. simple (%)**	ND	ND	ND	10	10	ND	ND	ND	10	10
Chol (mg/j)**	ND	ND	ND	300	300	ND	ND	ND	300	300
Légumes (g/j)**	ND	ND	ND	250	250	ND	ND	ND	250	250
Fruits (g/j)**	ND	ND	ND	150	150	ND	ND	ND	150	150
VITA_µg/j***	400	450	500	600	600	400	450	500	600	600
VITE_mg/j***	5	5	7	10	10	5	5	7	7.5	7.5
VIT_C_mg/j***	30	30	35	40	40	30	30	35	40	40
THIA_mg/j***	0,5	0,6	0,9	1,2	1,2	0,5	0,6	0,9	1,1	1,1
RIBF_mg/j***	0,5	0,6	0,9	1,3	1,3	0,5	0,6	0,9	1,0	1,0
NIA_mg/j***	6	8	12	16	16	6	8	12	16	16
VITB6_mg/j***	0,5	0,6	1,0	1,3	1,3	0,5	0,6	1,0	1,2	1,2
FOLA_µg/j***	150	200	300	400	400	150	200	300	400	400
VTB12_mg/j***	0,9	1,2	1,8	2,4	2,4	0,9	1,2	1,8	2,4	2,4
ACPANT_mg/j***	2,0	3,0	4,0	5,0	5,0	2,0	3,0	4,0	5,0	5,0
CA_mg/j***	500	600	700	1300	1300	500	600	700	1300	1300
Mg_mg***	60	76	100	230	230	60	76	100	220	220
FE_mg***¶	5,8	6,3	8,9	14,6	18,8	5,8	6,3	8,9	32,7	31,0
ZN_mg/j***§	8,3	9,6	11,2	17,1	17,1	8,3	9,6	11,2	14,4	14,4

\*Énergie selon les valeurs estimées par WHO/FAO \*\* Recommandations de OMS/FAO pour la prévention des MCLN\*\*\* Données de la FAO pour les besoins en vitamines et minéraux; ¶Fer : valeur de biodisponibilité à 10%; § zinc : faible biodisponibilité

### *Biodisponibilité*

Certains micronutriments clés ont une faible biodisponibilité, il est donc essentiel d'en tenir compte lors de la programmation. Les ANR du zinc et du fer ont été déterminés pour les régimes de biodisponibilité faible à modérée (Darmon, et al., 2002a). La teneur et la biodisponibilité en calcium des aliments varient et doivent être pris en compte dans le modèle de programmation linéaire. Lors d'une première optimisation qui ne tenait pas compte de la biodisponibilité, seuls les légumineuses, noix, graines et oléagineux ont été optimisés pour satisfaire les besoins en calcium. Si la biodisponibilité n'était pas prise en compte, les apports calciques réels seraient probablement sous les recommandations quotidiennes de l'OMS. La biodisponibilité du calcium alimentaire dépend de la teneur en oxalates et phytates de l'aliment, car ces éléments inhibent l'absorption de calcium (Weaver, et al., 1999). Pour tenir compte de la biodisponibilité du calcium alimentaire, la teneur en calcium des aliments riches en calcium a été modifiée selon le pourcentage d'absorption estimé (32,1 % pour les produits laitiers, 21,2% pour les graines et 17 % pour les légumineuses) (Weaver, et al., 1994). Ces valeurs ont été utilisées dans les modèles.

### **5.4.2 Contraintes tenant aux habitudes alimentaires locales**

Des contraintes d'acceptabilité ont été introduites dans les modèles mathématiques afin de s'assurer que les recommandations émises soient culturellement acceptables. Tel que mentionné plus tôt, les contraintes d'acceptabilité ont été déterminées à l'aide des données des enquêtes transversales. En premier lieu, le score de la qualité alimentaire a été utilisé pour établir un poids maximum par groupe d'aliments. Le score de la qualité alimentaire a été tiré des projets des doctorants et le détail y est décrit (Sodjinou, et al., 2009). Ce score est le total des scores en micronutriments (basé sur l'adhésion ou non de 14 micronutriments) et le score de prévention (basé sur l'adhésion ou non de huit recommandations de prévention des maladies chroniques de l'OMS). La limite maximale pour chaque catégorie d'aliments a été fixée selon le dernier tercile de la distribution des scores alimentaires soit le groupe avec la meilleure qualité alimentaire. La limite a été

calculée comme suit : quantité moyenne consommée dans le 3<sup>e</sup> tercile (en grammes) plus deux écarts-types, puis on a ajusté pour les besoins énergétiques du groupe d'âge et du sexe. Une exception a été faite pour les produits laitiers : la contrainte au niveau du groupe d'aliment a été augmentée, car elle était trop restrictive. Bien qu'elle représente la consommation locale de produits laitiers, il aurait été difficile d'atteindre les besoins en calcium. C'est pourquoi la recommandation a été augmentée à 100g de produits laitiers par jour pour les modèles où les besoins quotidiens en calcium étaient de moins de 700mg (les produits laitiers couvrent 30 à 35% des besoins en calcium) et à 200g par jour pour les modèles dont les besoins sont de 1000 à 1300mg par jour (les produits laitiers fournissent alors 20 à 25% des besoins en calcium).

En second lieu, la portion moyenne (en grammes) des aliments fréquemment consommés chez les sujets a été calculée à partir des relevés de 24 heures (voir tableau2). La portion moyenne de chaque aliment a été entrée dans le modèle comme poids maximal. Les études de Ferguson et al. (2004) ont utilisé le 75<sup>e</sup> percentile, car selon eux, il est possible qu'une contrainte plus faible soit trop restrictive. Dans les études transversales, les données alimentaires des céréales et tubercules semblent avoir été surestimées. Une contrainte au 75<sup>e</sup> percentile aurait été trop élevée et aurait diminué la possibilité de variété alimentaire. C'est pourquoi la limite supérieure a été fixée à la portion moyenne. Au niveau des denrées protidiennes animales, la portion maximale a été augmentée pour que chaque aliment apporte en moyenne 15g de protéines. Ceci a été fait pour assurer des apports adéquats en protéines complètes, en fer hémique et en zinc.

Au total, 12 modèles de PL ont été développés : filles et garçons de 2 à 3 ans, filles et garçons de 4 à 8 ans, filles et garçons de 9 à 13 ans, filles de 14 à 18 ans, garçons de 14 à 18 ans, femmes de 19 ans et plus, hommes de 19 ans et plus, femmes enceintes et femmes allaitantes. Pour chacun de ces modèles, deux optimisations ont été réalisées soit une avec des denrées protidiennes animales et une avec des denrées protidiennes végétales. Les deux modèles ont dû être développés, car lors des premiers essais avec les denrées protidiennes

animales et végétales dans le même modèle, seules les protéines végétales étaient optimisées. Cela aurait été une erreur de recommander seulement des protéines végétales, puisque ce sont des protéines pour la plupart incomplètes et pauvres/exemptes de fer hémique (Mahan, et al., 2008), comparativement au groupe viande/poisson/œufs qui contient du fer-hémique des protéines complètes et de la vitamine B<sub>12</sub>. Les denrées protidiqes végétales sont plus fréquemment consommées par les Béninois, comparativement aux denrées animales, car elles sont plus abordables et accessibles (moins coûteuses). Ceci explique pourquoi seuls des aliments de ce groupe ont été choisis lors de l'optimisation. Les résultats des deux modèles ont été combinés par la suite pour présenter une même recommandation pour le groupe des viandes, poissons, haricots et autres aliments riches en protéines. Ceci est proposé en considérant que lorsqu'une protéine animale n'est pas offerte au repas, elle peut être substituée par une denrée protidique végétale, comme les haricots ou le soja

### **5.4.3 Nutriments limitants**

Dans certains modèles de programmation linéaire, aucune solution possible n'a été trouvée. Les nutriments limitants ont été identifiés et les apports en nutriments recommandés ont alors été réduits à 70%. Une réduction des ANR à 70% couvre la moitié des besoins de la population (WHO/FAO, 2004). Les nutriments limitants identifiés étaient l'acide folique, le fer, le zinc et le calcium. Les tableaux 5A et 5B indiquent dans quel modèle les ANRs ont été réduits pour parvenir à une solution. Ils indiquent aussi les autres manipulations qui ont dû être effectuées. Tel que mentionné ultérieurement, deux modèles pour chaque groupe d'âge ont été développés : un modèle avec les denrées protidiqes végétales (modèle 1) et un second avec les denrées protidiqes animales (modèle 2). Les exigences en vitamine B<sub>12</sub> ont été imposées seulement aux modèles 2, car les modèles 1 sont dépourvus de denrées animales protidiqes. De plus, l'augmentation du poids maximal requis pour les produits laitiers selon les besoins en calcium du groupe est indiquée. Enfin, les recommandations de l'OMS pour la prévention des maladies chroniques n'ont pas été imposées pour les enfants.

Tableau 5A: Modulation des contraintes pour les modèles de PL pour les adultes

Modèles mathématique	Modèles pour les personnes âgées de 19 ans et plus							
	Femmes		Hommes		Femmes enceintes		Femmes allaitantes	
Modèles*	1	2	1	2	1	2	1	2
<b>Contraintes nutritionnelles</b>								
Critères ANR								
- Calcium	100%	100%	100%	100%	<b>70%</b>	<b>70%</b>	100%	100%
- Zinc	100%	100%	100%	100%	100%	<b>70%</b>	<b>70%</b>	<b>70%</b>
- Vitamine B <sub>12</sub> †	<b>NA</b>	100%	<b>NA</b>	100%	<b>NA</b>	100%	<b>NA</b>	100%
- Fer	100%	<b>70%</b>	100%	100%	<b>70%</b>	<b>70%</b>	100%	<b>70%</b>
- Folate	100%	<b>70%</b>	100%	100%	<b>70%</b>	<b>70%</b>	100%	<b>70%</b>
<b>Contraintes d'acceptabilités</b>								
Limites supérieure par groupe d'aliment								
- Produits laitiers	200g	200g	200g	200g	200g	200g	200g	200g
Limite supérieure par aliment								
- Taille de la portion des viandes est augmentée	NA	Oui	NA	Oui	NA	Oui	NA	Oui

NA: Non Applicable

\*Modèle 1 inclus tous les aliments fréquemment consommés sauf les denrées protidiques animales; Modèle 2 inclus tous les aliments fréquemment consommés sauf les denrées protidiques végétales.

Tableau 5B: Modulation des contraintes pour les modèles de PL pour les enfants et adolescents

	Enfants de 2-3 ans				Enfants de 4-8 ans				Enfants de 9-13 ans				Adolescents de 14-18 ans			
	Fille		Garçon		Fille		Garçon		Fille		Garçon		Fille		Garçon	
Modèles*	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
<b>Contraintes nutritionnelles</b>																
Critères ANR																
- Calcium	70%	70%	100%	100%	70%	70%	100%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	100%	64%
- Zinc	70%	70%	100%	100%	70%	70%	100%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	100%	70%
- Vitamine B <sub>12</sub>	NA	100%	NA	100%	NA	100%	NA	100%	NA	100%	NA	100%	NA	100%	NA	100%
- Fer	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	70%	70%	100%	100%	100%	65%	100%	100%
- Folate	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	70%	70%	100%	70%	100%	100%	70%
Critères pour la prévention des maladies chroniques																
- Critères pour la prévention des maladies chroniques	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅		
<b>Contraintes d'acceptabilités</b>																
Limite supérieure par groupe d'aliments																
- Produits laitiers	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	100g	200g	200g	200g	200g
Limite supérieure par aliment																
- Taille de la portion de viande augmentée	NA	Oui	NA	Oui	NA	Oui	NA	Oui	NA	Oui	NA	Oui	NA	Oui	NA	Oui

NA: Non Applicable; ∅ : Ces critères non pas été utilisé pour ce groupe d'âge\*Modèle 1 inclus tous les aliments fréquemment consommés sauf les denrées protidiques animales; Modèle 2 inclus tous les aliments fréquemment consommés sauf les denrées protidiques végétales.

#### 5.4.4 Étapes pour optimiser un modèle alimentaire à l'aide de la programmation linéaire sous Excel

1. Entrer la composition nutritionnelle de tous les aliments sélectionnés (en l'occurrence 52) dans un tableau sous Excel (tableau A). La composition des aliments est pour 100g.
2. Créer un tableau réponse avec les mêmes aliments (tableau B)
  - a. Ajouter une colonne de résultat à la droite du tableau, les valeurs de cette colonne représentent le nombre de grammes par aliments optimisés selon la PL.
  - b. Lier le tableau A et le tableau B ensemble à l'aide d'une règle de trois. (Figure 2)
  - c. Faire la somme de chaque colonne du tableau réponse
3. Inscire toutes les contraintes dans un tableau
4. Ouvrir Excel Solver (Figure 3). Cette fonction n'est pas installé par défaut sur tous les ordinateurs, mais elle peut être installée en suivant les instructions à partir du menu « aide ».
  - a. Entrer la fonction objectif: trouver la quantité de nourriture minimalement requise (en poids) pour atteindre les besoins énergétiques et les recommandations en nutriments, tout en respectant les habitudes alimentaires locales.
  - b. Indiquer à Excel les variables qu'il doit changer pour trouver des résultats à notre problème. Dans ce cas si, c'est la quantité de grammes par aliments.
  - c. Ajouter toutes les contraintes sous Excel Solver

d. Sélectionner l'option pour que toutes les réponses soient une valeur positive et sélectionner dans le menu déroulant la méthode pour résoudre le problème : Simplex LP.

5. Demander à Solver de résoudre le problème

Un exemple d'une optimisation sous Excel inspiré de l'article de Briend (Briend, 2003) est donné ici. L'objectif est de formuler des recommandations nutritionnelles pour l'alimentation de complément des enfants et trouver la combinaison de riz et de haricots qui contiendra plus de 12 g de protéines, moins de 100 mg de sodium et moins de 250 kcal. Dans l'exemple de Briend, ils utilisent le coût des aliments. Par contre, dans l'exemple présenté nous n'utilisons pas le coût puisque nous ne l'avons pas utilisé pour formuler les recommandations du guide alimentaire du Bénin.

La figure 2 illustre le tableau de composition et le tableau de résultats liés ensemble à l'aide d'une règle de trois. La case B10\*C4/100 : B10 est le résultat de la programmation linéaire, C4 est l'énergie en kilocalories par 100g. Ceci est fait pour tous les aliments et nutriments.

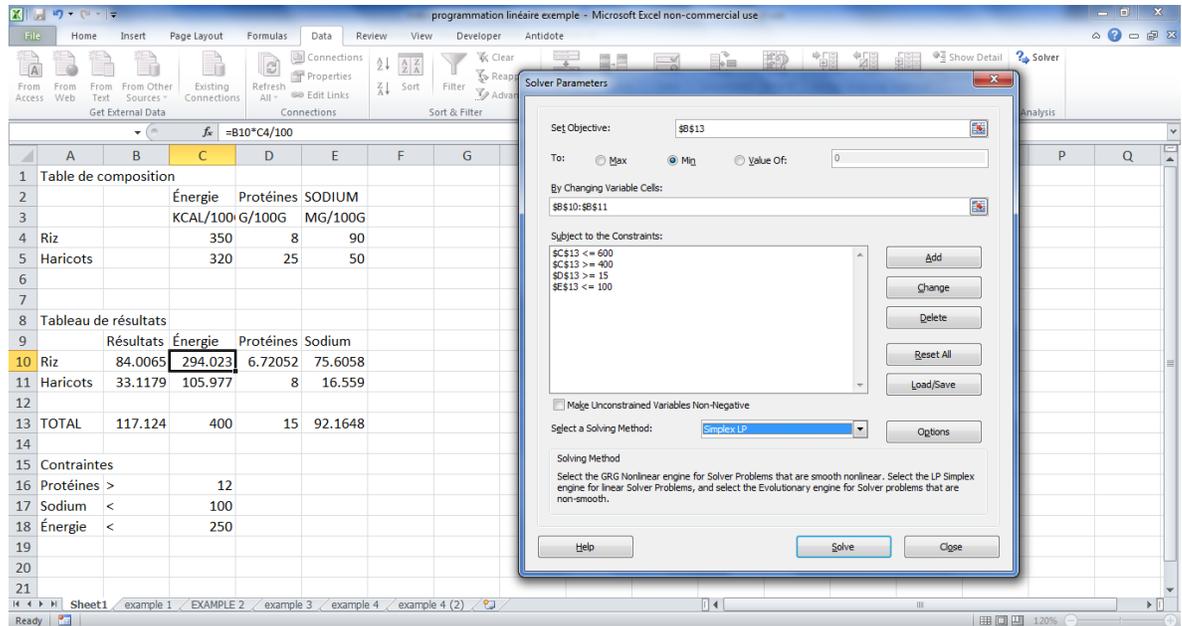
**Figure 2 : Exemple d'optimisation d'un plat (1)**

	A	B	C	D	E	F
1	Table de composition					
2			Énergie	Protéines	SODIUM	
3			KCAL/100G	MG/100G		
4	Riz		350	8	90	
5	Haricots		320	25	50	
6						
7						
8	Tableau de résultats					
9		Résultats	Énergie	Protéines	Sodium	
10	Riz	84.0065	294.023	6.72052	75.6058	
11	Haricots	33.1179	105.977	8	16.559	
12						

la figure 3 illustre le tableau des contraintes et les contraintes entrées sous Excel solver.

On voit sous Excel Solver la fonction objectif : minimiser la quantité de grammes pour la combinaison : cellule B13. Nous demandons à Excel de trouver une solution en changeant la quantité en grammes des aliments tout en respectant les contraintes inscrites. Les résultats du modèle apparaîtront sous la colonne de résultats (colonne B)

**Figure 3 : Exemple d'optimisation d'un plat (2)**



La quantité minimale pour répondre aux contraintes est de 84 de riz et 33 g de haricots pour un poids total de 117g pour le plat.

## 5.5 Traduction des résultats en termes de nombre et taille de portions d'aliments de chaque groupe à consommer chaque jour

Afin de traduire les résultats de l'optimisation par la programmation linéaire, deux critères ont été pris en compte, soit la portion moyenne typiquement consommée par la population et la teneur en macronutriments propre à chaque groupe d'aliments, à l'exception des produits laitiers où le critère de sélection est basé sur la teneur en calcium de l'aliment (tableau 6). Une méthode similaire a été utilisée pour déterminer la taille de la portion des aliments du guide alimentaire canadien (Anderson, et al., 2008). Le tableau 6 indique les

critères de sélection selon le groupe d'aliment. Une fois les tailles de portions définies, le nombre de portions pour chaque groupe d'aliments a été comptabilisé.

Tableau 6 : Critères de composition nutritionnelle d'une portion

	<b>Glucides</b>	<b>Protéines</b>	<b>Autre(s)</b>
<b>Céréales et tubercules</b>	50 à 60g		
<b>Légumes et sauces à base de légumes</b>	8g (1 légume de taille moyenne)		
<b>Sources animales de protéines</b>		15g	
<b>Sources végétales de protéines</b>		15g	
<b>Fruits</b>	15g		
<b>Produits laitiers</b>			250mg de calcium

Par la suite, la portion définie pour chaque aliment a été associée à une mesure locale. Tel que mentionné plus tôt, les unités de mesure sélectionnées pour illustrer la taille doivent être connues et accessibles à tous au Bénin pour faciliter la compréhension et l'adoption des recommandations (Brown, et al., 2011). Les unités de mesures retenues sont : le verre bambou (215 ml), la cuillère à soupe (15 ml) et le bol (250 ml) servant à mesurer la pâte dans la restauration, instrument bien connu au Bénin. Par exemple, si 400g de pâte de maïs non fermenté a été optimisé = 120 g de glucides = 2 portions = 2 bols. Les portions de céréales et tubercules ont été définies le plus près possible des portions réellement consommées lors d'un repas pour diminuer la confusion qu'il pourrait y avoir. Dans plusieurs guides alimentaires à travers le monde, notamment dans le Guide alimentaire canadien, il est recommandé, pour une femme moyenne, par exemple, de consommer de 6 à 7 portions de produits céréaliers d'environ une demi-tasse chacune. Étant donné que la

taille de la portion est petite, une personne peut consommer 2 à 3 portions de produits céréaliers dans un même repas. Le principe de pouvoir consommer plus d'une portion au même repas peut être déroutant pour le consommateur (U.S. Department of Agriculture, 1999). C'est pourquoi, nous avons décidé de définir une portion plus grande pour le groupe des céréales et tubercules et de recommander un plus petit nombre de portions à consommer quotidiennement. Ces critères de composition nutritionnelle pourraient éventuellement être utilisés pour adapter le guide pour les personnes atteintes du diabète, comme dans le Guide de l'alimentation pour la personne diabétique au Canada (2008).

## 5.6 Illustration des recommandations au moyen d'exemples de menus journaliers

Pour ce faire, quatre exemples de menus ont été proposés avec l'aide des étudiants inscrits en nutrition à l'Université de Montréal. En outre, les aliments figurant dans ces menus sont des aliments fréquemment consommés lors des repas selon les données des enquêtes. Le tableau 3 ci-dessous illustre les cinq aliments les plus consommés au déjeuner, au dîner puis au souper.

Tableau 7 : Aliments fréquemment consommés selon le repas

Rang	Déjeuner	Dîner	Souper
1	Maïs, bouillie de maïs non sucrée (aklui)	Maïs, pâte de maïs non fermenté	Maïs, pâte de maïs non fermenté
2	Tomate, sauce de purée de tomate	Tomate, sauce de purée de tomate	Tilapia, poisson, cuit
3	Maïs, pâte de maïs non fermenté	Maquereau poisson frais cuit (Sylvie)	Tomate, sauce de purée de tomate
4	Riz blanc, cuit	Tilapia, poisson, cuit	Maquereau poisson frais, cuit (Sylvie)

---

5	Tilapia, poisson, cuit	Gari (manioc fermenté)	Légume, sauce de légume
---	------------------------	------------------------	-------------------------

---

Chaque menu illustré dans le guide présente certaines caractéristiques (Tableau 8). Le menu 1 répète les mêmes aliments pour le dîner et le souper, car dans plusieurs ménages un seul repas est cuisiné pour la journée. Dans le menu 2, deux repas différents sont proposés pour le dîner et le souper. Le menu 3 contient un repas sans denrées protidiques animales. Finalement, le menu 4, plus urbain, contient des aliments de transition comme des spaghettis et du yogourt.

Tableau 8 : Exemples de menus journalier pour des adultes

	Menu 1	Menu 2	Menu 3	Menu 4
<b>Déjeuner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 bols* bouillie de maïs</li> <li>- 1 beignet ata</li> <li>- ½ boîte de lait concentré non sucré</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 bols* bouillie de mil</li> <li>- 1c.à s. de lait en poudre</li> <li>- ¼ de bol* arachides grillées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 orange</li> <li>- ½ bol* bouillie enrichie au soja</li> <li>- 1 beignet de blé</li> <li>- 1 c. à soupe de poissons séchés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ½ baguette de pain</li> <li>- fromage**</li> <li>- 1 orange</li> </ul>
<b>Dîner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 bols* de pâte de maïs non-fermenté</li> <li>- 1 bol* sauce tomate + crin crin</li> <li>- poisson frais**</li> <li>- 1 orange</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 bol* haricots cuits ou bouillis</li> <li>- 2 bols* riz</li> <li>- 1 bol* sauce tomate</li> <li>- 1 mangue greffée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 bols* de pâte de maïs fermenté</li> <li>- 1 bol* sauce légumes</li> <li>- 1 crabe et ½ portion de poisson**</li> <li>- 1 mangue**</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 bol* riz</li> <li>- 2 œufs</li> <li>- 1 bol* sauce tomate + légumes</li> <li>- papaye**</li> </ul>
<b>Collation</b>	Ananas	1 mangue greffée		1 pot de yaourt nature
<b>Souper</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 bol* pâte de maïs non-fermenté</li> <li>- 1 bol* sauce tomate + crin crin</li> <li>- poisson frais**</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 bol* pâte de maïs fermenté</li> <li>- 1 bol* poissons séchés</li> <li>- 1 bol* sauce tomate+ sauce gluante (gombo)</li> <li>- papaye**</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fromage de soja**</li> <li>- 1 bol* sauce tomate</li> <li>- 2 bols* de riz</li> <li>- 1 banane moyenne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 bols* macaroni</li> <li>- 1 cuisse de poulet**</li> <li>- 1 bol* sauce tomate</li> <li>- ananas**</li> </ul>

\* Bol : celui qui est utilisé dans la restauration pour servir la pâte

\*\* Voir la portion de référence à l'intérieur

## **5.7 Validation du prototype du guide alimentaire avec des personnes ressources locales**

### **5.7.1 Profil des personnes ressources**

Il y a 43 personnes ressources qui ont participé à la détermination des groupes d'aliments et à la sélection de la représentation picturale du guide. Ces mêmes personnes ont été contactées pour obtenir un rendez-vous pour une entrevue-individuelle et la consultation de groupe. Parmi ces personnes, 33 ont pu se libérer pour une entrevue. Ces mêmes personnes ont été invitées à la consultation de groupe à la fin du travail de terrain; 19 personnes étaient présentes. Cette partie du travail s'est déroulée à Ouidah et Cotonou Bénin.

### **5.7.2 Technique de collecte de données auprès des personnes ressources**

Deux activités ont eu lieu pour l'homologation des résultats de la programmation linéaire; d'abord, des entrevues individuelles semi-dirigées ont été menées, suivies d'une consultation de groupe avec les mêmes personnes.

#### **5.7.2.1 Activité 1 – Entrevue individuelle semi-dirigée**

La première activité de terrain consistait à rencontrer des personnes ressources pour une entrevue semi-dirigée. Ces entrevues ont été menées par Sarah Levesque candidate à la maîtrise en nutrition internationale.

Chaque personne avait reçu au préalable une lettre de présentation ainsi que les questions de l'entrevue (annexe V). Une mise en contexte des différentes étapes de l'élaboration du guide alimentaire a été présentée, incluant un rappel des 10 recommandations alimentaires et le choix de la représentation picturale retenue. Puis, la méthodologie de la PL a été brièvement expliquée pour faciliter la compréhension des résultats, avant de présenter, les résultats par groupe d'aliments, supports visuels à l'appui. L'entrevue comportait sept

questions génériques sur le choix des groupes d'aliments, les aliments et outils de mesure à illustrer, le nombre de portions et la taille des portions proposées (annexe V).

En dernier lieu, quatre propositions de menus typiques béninois ont été proposées durant l'entrevue individuelle et durant le groupe de discussion.

Toutes les réponses données par les personnes ressources étaient notées sur une feuille réponse prévue à cette fin (annexe V) par Sarah Levesque candidate à la maîtrise.

### **5.7.2.2 Consultation de groupe**

Après les rencontres individuelles, tous les participants ont été convoqués à une consultation de groupe animée par Sarah Levesque. Cette consultation avait pour objectifs :

1. D'expliquer l'importance de l'élaboration d'un guide alimentaire béninois
2. De présenter la méthodologie utilisée pour le calcul du nombre et de la grosseur des portions recommandées de chaque groupe alimentaire, pour un adulte moyen vivant dans la zone urbaine.
3. De divulguer les résultats des entrevues semi-dirigées
4. D'atteindre un consensus sur les points non résolus par les entrevues semi-dirigées
5. De commenter des menus journaliers ou proposer de nouveaux menus.

La consultation de groupe s'est déroulée dans la salle de conférence de l'ISBA le samedi 23 juin 2012, après un report de dernière minute de la réunion initialement prévue le vendredi 22 juin, en raison d'un conflit d'horaire. Ceci explique pourquoi 19 personnes sur 33 se sont présentées. Il y avait 14 organisations différentes représentées. La consultation de groupe visait à réunir en plénière les personnes ayant participé aux entrevues individuelles, afin d'obtenir un consensus sur les questions controversées et pour compléter les informations déjà recueillies.

À la suite des entrevues semi-dirigées, les réponses des personnes ressources ont été comptabilisées dans un tableau Excel. Lorsqu'une réponse revenait plus de 50% +1 du temps, cette réponse était choisie. Certaines questions n'ont pas obtenu une réponse

majoritaire, la question était donc indiquée comme non résolu. Ces dernières allaient faire l'objet de la plénière pour atteindre un consensus parmi les personnes ressources.

Les points débattus durant la consultation de groupe ont été les suivants :

1. De quel groupe d'aliments les légumineuses doivent-elles faire partie?
2. L'instrument local de mesure à choisir pour illustrer une portion
3. Est-ce que les produits laitiers doivent être un groupe d'aliments ou est-ce qu'ils doivent être intégrés au groupe de viandes, poissons, haricots et autres aliments riches en protéines?

## 6. Résultats

### 6.1 Article: Contribution to the development of a food guide in Benin: Linear programming for the optimization of local diets

**Authors :** Sarah Levesque<sup>1</sup>, H el ene Delisle<sup>1</sup>, Victoire Agueh<sup>2</sup>

**Name and address of institutions:**

<sup>1</sup>WHO Collaborating Centre on Nutrition Changes and Development,  
Department of nutrition, Faculty of Medicine  
Liliane-Stewart Building, University of Montreal  
PO Box 6128 Downtown Station,  
Montreal Qc Canada H3C 3J7

<sup>2</sup>Institut R egional de Sant e Publique [Regional Public Health Institute  
Ouidah, B enin  
03 BP 17 22, Cotonou

**Short running title:** Contribution to the development of a food guide in Benin, West Africa

Key words: Food guide, food-based dietary guidelines, linear programming, Africa

August 2013

## **Contribution to the development of a food guide in Benin: Linear programming for the optimization of local diets**

### **Abstract**

**Objective:** Food guides are important communication tools for dietary behaviour orientation. In the process of developing a Food Guide in Benin, to determine the daily number of servings per food group and the portion sizes of common foods to be recommended.

**Design:** Linear programming (LP) was used to determine for each pre-defined food group the optimal number and size of servings of commonly consumed foods. Two types of constraints were introduced into the LP models: 1) WHO/FAO recommended nutrient intakes (RNIs) and dietary guidelines for the prevention of chronic diseases; 2) Dietary patterns based on local food consumption data recently collected in southern Benin in 541 adults. Dietary intakes of the upper tertile of subjects for diet quality based on prevention and micronutrient adequacy scores were used in the LP algorithms.

**Setting:** Southern area of Benin republic.

**Subjects:** Local key-players in nutrition (N=30) from the government, academic institutions, international organizations and the civil society were partners in the development of the food guide directed at the population.

**Results:** The number of servings per food groups, and the portion sizes for eight age-and-sex groups were determined. For four limiting micronutrients (iron, calcium, folate and zinc), local diets could be optimized to meet only 70% of the RNI, not 100%. **Conclusions:** It was possible to determine the daily number of servings and the portion sizes of common foods that can be recommended in Benin, with the help of LP to optimize local diets, although RNIs were not fully met for a few critical micronutrients.

**Introduction**

Chronic noncommunicable diseases are the leading cause of mortality worldwide (WHO, 2011a). Chronic diseases related to nutrition are no longer the problem of developed countries only. The socio-economic costs of chronic disease management are huge and therefore, prevention is essential, and it is feasible (Abegunde, et al., 2007; Lim, et al., 2012; Seidell, 2005). In low-income countries, nutrition-related chronic diseases are on the rise, but undernutrition persists: this is the double burden of malnutrition (Delisle, 2008). Addressing the double burden of malnutrition is compelling and requires multisectorial strategies targeting the food supply, health care and education. Local health and nutrition professionals have to be trained adequately in order to prevent and manage not only malnutrition due to deficiencies, but also what is called ‘overnutrition’, that is, obesity and other nutrition-related diseases such as diabetes and cardiovascular diseases (Delisle, 2012). Additionally, culturally-sensitive and population-specific educational tools are required.

Following the International Nutrition Conference of 1992, FAO and WHO recommended that countries develop food-based dietary guidelines (FBDG) in order to promote healthy eating in their population (WHO/FAO, 1998). By 2005, 75 countries had FBDG, including 33 in Europe and a few in developing countries of Latin America, Asia and Africa (FAO, 2009; WHO, 2003).

Key concepts in developing dietary guidelines are that they address dietary patterns and that they be practical, comprehensible and culturally acceptable. FBDGs should be based on locally consumed foods. They should address existing nutrient deficiencies and excesses, and the resulting nutrition-related public health problems of a specific country or community (Vorster, et al., 2001). FBDG usually include simple messages, like recommending a varied diet, or else, the consumption of fruits and vegetables every day, and avoidance of excessive salt or sugar or alcohol consumption. They may also integrate food guides which provide more specific advice on the number and size of servings of foods belonging to different groups, for adults and for other physiological groups of consumers. Additionally, food guides frequently propose pictorial representations of food

groups and individual food servings (Koeing, 2007; Painter, et al., 2002). FBDG and food guides are based on current scientific evidence on nutritional requirements and diet-related diseases on the one hand, and on local dietary patterns and culinary practices on the other. They provide information for food choice, meal preparation and meal planning. Available data on their effectiveness suggest that they enhance awareness and understanding of what healthy eating is about (Brown, et al., 2011). Dietary guidelines permit the development of healthy eating scores or indexes, on the basis of adherence to the recommendations. Using this method, a few studies in developed countries reported that dietary guidelines improved eating practices (McCullough, et al., 2000; Takaizumi, et al., 2011b). FBDG also serve as a basis for nutrition policy, as reported in Japan (Takaizumi, et al., 2011b). Despite limitations, FBDG are seen as valuable tools to foster healthy eating, according to a review on implementation of FBDG in Chile, Germany, New Zealand and South Africa (Keller, et al., 2008).

The development of FBDG is a stepwise process which should involve local stakeholders (Gibney, et al., 2001; Vorster, et al., 2001). This is the approach being used in the Republic of Benin (West Africa) for the development of a local food guide. This type of dietary guidance was deemed essential to halt the progression of chronic diseases while ensuring adequate intake to prevent deficiencies. Obesity and other cardiometabolic risk factors are indeed rapidly rising in the country and particularly in Cotonou (Houinato, et al., 2008). Eating habits, along with physical activity, play a significant part in the development of these health conditions and for their prevention (WHO, 2011b). This is the rationale for initiating in 2009 the process of FBDG development in Benin.

The FBDG development process began with locally formulating and validating 10 dietary recommendations based on WHO guidelines for the prevention of chronic diseases (WHO/FAO, 2003). The next step consisted of defining the food groups and the pictorial presentation of the food guide. Five food groups were agreed upon: cereals/tubers, plant/animal-protein foods; vegetables; fruits; and dairy products (or high-calcium foods as substitutes). The visual representation adopted is a round traditional house with a thatch roof, each food group being displayed as a wall layer. The present study encompassed the

determination of the number of servings for each food group according to age and sex, and serving size for most foods that are locally consumed according to recent data, using linear programming (LP).

## **Experimental Methods**

### ***Linear programming for the optimization of local diets***

The LP method used is based on Ferguson's work (2004). LP is a rigorous mathematical approach that optimizes (minimizes or maximizes) a linear function of a set of decision variables while meeting linear constraints. In the area of nutrition, it can be used to formulate culturally specific, practical FBDG ensuring that the recommendations are as close as possible to the local eating patterns while simultaneously meeting the required nutrient intakes (Ferguson, et al., 2004). In our study, the objective function was to identify the optimal amounts of foods (in weight) per each food group that could meet nutrient requirements and comply with preventive diet guidelines while being consistent with local food habits.

All optimization models were performed on a standard Microsoft Excel Solver 2.0, Simplex LP. The software would at the time only accept a maximum of 200 constraints per model. Therefore, the 52 most frequently consumed foods, out of a total of 170 foods reported in the 24-hour food recalls of dietary surveys were used for optimization and subdivided in nine food categories (see Table 1). For each age and sex group, starting with adult men and women, two mathematical models were developed, one with only legumes, nuts and seeds as source of protein and one with only animal foods. When the two food groups were combined the model selected only vegetable protein sources whereas animal foods are an important source of heme-iron (2007). Using alternative models ensured that optimal quantities of either protein food group would be determined. The results of these two models were then merged and therefore if an animal protein source is not available, it can be substituted with a vegetable protein source. A total of 18 LP models were constructed to include recommendations for all age and sex groups above the age of two years, as well as for pregnant and lactating women.

Table 1: Commonly consumed foods used for optimization of Benin diets

<b>Selected foods for linear programming</b>	<b>N of people who consumed (n=541)</b>	<b>Average portion size, g (edible part)</b>	<b>Standard deviation (g)</b>
Corn dough non fermented	486	587.4	26.1
Unsweetened millet porridge (abokounkoko)	26	343.7	76.0
White rice cooked	367	259.1	12.2
Fermented corn dough (Akassa)	326	345.2	19.7
Fresh corn kernels boiled	28	100.0	18.9
Corn on cob boiled	26	150.0	21.6
White wheat bread	255	97.7	5.7
Sweetened wheat doughnut (yovodoko)	62	108.1	50.1
Boiled macaroni	99	195.9	26.3
Boiled cassava	23	123.2	23.6
Fermented cassava (Gari)	286	104.3	7.8
Unsweetened tapiocca	23	229.0	52.4
Cassava couscous (atiéké)	15	144.7	40.9
Cooked yam	76	115.8	19.0
Yam dough (teloubo)	31	364.7	49.7
Cooked sweet potato	16	83.4	56.1
Fresh plantain, cooked	22	173.3	27.2
White beans cooked (white niébé)	165	244.0	26.3
Red beans cooked (red niébé)	83	330.8	42.0
Bean cake (abla)	40	73.8	12.4

Soya porridge unsweetened	8	347.5	125.0
Voandzou, boiled	18	145.5	47.1
Squash seeds (goussi)	32	42.2	13.2
Fresh coconut	43	119.8	37.0
Grilled peanuts	169	44.4	3.2
Palm nut flesh pureed	60	148.5	7.4
Rabbit	13	45.8	30.9
Cooked beef, medium fat content	68	51.7	17.3
Cooked pork	14	72.3	35.0
Cooked lean lamb	71	59.0	8.9
Cooked chicken	58	87.1	16.8
Cooked Tilapia fish	469	76.6	6.5
Cooked fresh water crab	126	97.8	11.3
Sardines	21	70.0	9.5
Fresh cooked mackerel (sylvie)	271	73.9	2.9
Boiled chicken eggs	75	44.0	4.6
Evaporated unsweetened milk (peak)	16	59.0	25.5
Local cheese	48	52.4	12.1
Traditional yogurt	9	103.2	101.8
Fresh papaya	21	390.4	152.0
Fresh sweet banana	39	167.7	45.3
Fresh orange	88	139.5	18.9
Fresh mango	12	150.1	53.4
Fresh pineapple	37	140.7	40.9
Fresh orange juice 100%	57	79.7	18.5

---

Tomatoes	147	72.6	42.6
Tomato sauce	464	151.4	10.5
Cooked carrots	19	55.9	30.7
Amaranth leaves (crin-crin)	174	137.5	20.3
Vegetable sauce	271	238.0	20.6
Red palm oil	134	18.0	1.6
Peanut oil	224	12.8	0.9

---

***Recommended energy and nutrient intakes as criteria in LP models***

Two sets of constraints or conditions were included in the LP algorithms: recommended intakes, and local eating habits. The nutritional constraints ensured that LP solutions would comply with the recommended dietary intakes for energy, macronutrients and 12 micronutrients. The recommended nutrient intake (RNI) defined by the FAO/WHO for micronutrients were used as minimum constraint (Institute of Medicine, 2011; WHO/FAO, 2004; WHO/FAO/UNO, 2002). Total Energy Expenditure (TEE) was assessed with the WHO equations for basal metabolic rate (BMR) multiplied by a physical activity level factor of low to moderate (1,675) (WHO/FAO/UNO, 2001a). For children and adolescents, pre-calculated energy expenditure according to WHO was used (WHO/FAO/UNO, 2001b). For pregnant and lactating women, a supplement of 1255 kJ (300 kcal) and 1883 kJ (450kcal), respectively, was added to the total energy needs for women (WHO/FAO/UNO, 2001b).

For three micronutrients – iron, zinc and calcium -, bioavailability had to be taken into account. The RNI for zinc and iron was that for low bioavailability diets. As for calcium, we multiplied the calcium content of calcium rich foods with the estimated absorption efficacy (calcium is absorbed at 32.1% in milk vs 17% in white beans) (Weaver, et al., c2006; Weaver, et al., 1994), which allowed for dairy products to be retained in the models.

The dietary guidelines for the prevention of chronic diseases (WHO/FAO, 2003) were also included as nutritional criteria in the LP models for adults (Table 2). Recommendations for linoleic and linolenic acids were not integrated into the models because of the lack of data in the available food composition tables. For children protein requirements were according to WHO report; for fat and carbohydrates, we used the Institute of Medicine recommended intake (Food and nutrition, et al., 2011; WHO/FAO/UNO, 2002)

Table 2: Recommended nutritional intake to prevent chronic diseases (WHO/FAO, 2003)

<b>Dietary factor</b>	<b>Goal</b>
Total fat*	15-30%
Saturated fatty acids*	< 10%
Polyunsaturated fatty acids (PUFAs)*	6-10%
Proteins	10-15%
Total carbohydrates	55-75%
Free sugars†	< 10%
Cholesterol	<300mg per day
Fruits and vegetables	> 400g per day ( 250g of vegetables and 150g of fruits)
Total dietary fibre	> 25g/day

\*Percentage of total energy needs

†‘Free sugars’ refers to monosaccharides and disaccharides added to foods and beverages by manufacturer, cook or consumer, and naturally occurring sugars in honey, syrups.

### ***Local dietary intake data***

The second set of constraints was there to make sure that recommended foods and amounts would be acceptable relevant. We used in LP models quantitative dietary data from cross-sectional studies on nutrition transition and CVD risk factors in apparently healthy subjects 25 to 60 years (n=541) and living in Cotonou, Benin’s economic capital, the smaller city of Ouidah and adjacent rural areas (Delisle, et al., 2011; Delisle, et al., 2012; Ntandou, et al.,

2009; Sodjinou, et al., 2009). A multistage random sampling on the area, household and sex was performed to select subjects. The data were collected in 2005 and 2006. Intake of energy and nutrients were assessed with two to three non-consecutive 24-hour food consumption recalls. Dietary quality data based on a micronutrient adequacy score and a prevention score was also available (Ntandou, et al., 2009; Sodjinou, et al., 2009). The micronutrient adequacy score is based on the adherence or not to 14 micronutrients and the prevention score is based on the adherence or not of eight recommendations to prevent chronic disease by WHO.

Based on the surveys data, the most commonly eaten foods were identified, as well as average portion size (grams) for subjects who had consumed the food item. Amounts of food consumed by those subjects in the upper tertile of overall dietary quality (total of both quality scores) were used for optimization by LP. Data were analyzed using SPSS version 17.

Two consumption constraints were introduced in LP models. First, a maximal amount per food category was set using dietary quality data based on a micronutrient adequacy score and a prevention score of those subjects in the upper tertile of overall dietary quality. Two standard deviations above their mean intake per 4184 kJ (1000kcal), multiplied by energy needs of the corresponding age and sex group was used as a maximal amount per food category. One exception was the dairy product category since consumption was very low. In order to meet calcium requirements, the maximum amount was set at 100g of milk (or other dairy products) per day for models with calcium RNI of less than 700mg (providing 30-35% of RNI for calcium) and 200g for models with calcium requirements of 1000mg to 1300 mg per day (dairy would then provide 20-25% of RNI for calcium).

The second constraint was a maximum amount per individual food items, which was set at the average portion size for all subjects consuming the food (table 1). Limiting the serving size to the average portion forced the mathematical model to select a variety of foods instead of optimizing large servings for a small selection of foods. For animal protein foods, the upper limit was set above the typical average portion size in order to provide at minimum of 15g of protein per portion and for adequate heme-iron and zinc intake. Also,

the maximal amount for the dairy product food group was also increased to ensure proper calcium intake. The consumption features of the 52 selected foods for LP are presented according to food groups in Table 1, along with the number of people who reported having consumed the food item and the average portion size according to the 24-hour food recalls (Ntandou, et al., 2009; Sodjinou, et al., 2009).

Table 3: Nutrient content criteria for one serving per food group

	<b>Carbohydrates</b>	<b>Protein</b>	<b>Other(s)</b>
<b>Cereals and tubers</b>	50 to 60g		
<b>Vegetables and vegetable sauces</b>	1 medium-size vegetable or 8g of carbohydrates for sauces		
<b>Animal protein sources</b>		15g	
<b>Vegetable protein sources</b>		15g	
<b>Fruits</b>	15g		
<b>Dairy products</b>			250mg of calcium

***Determination of recommended number and size of servings per food group***

In each food group, the size of one serving was defined on the basis of the usual amount consumed at any one time by the population and on macronutrient content criteria, as seen in Table 3, except that for dairy products, calcium content was used to define one serving. The LP results in grams for a given food group were then translated into a number of portions. Subsequently, the portion of a given food was associated with a local domestic measure. For example, 400 g of non-fermented corn dough = 120g of carbohydrates = 2 portions = 2 local bowls (250 ml each). The serving size of cereals and tubers was set as much as possible at the amount actually consumed so that the recommended number of servings would be easier to understand and integrate into daily diet.

Tables 4A and 4B describe the adjustments made to all LP models. In some models, no plausible solution was found and therefore, the intake criterion was lowered to 70% of the RNI for limiting nutrients (calcium, iron, zinc, folic acid) (WHO/FAO/UNO, 2001b).As

RNIs are set at two standard deviations above mean requirements, reducing the recommended intake constraint to 70% of the RNI amounts to using the average requirement, meaning that half the population would still meet their requirements for the given limiting micronutrient (WHO/FAO, 2004). The RNI for vitamin B<sub>12</sub> was not included in the models without animal foods. WHO recommendations for the prevention of chronic diseases were not used for children, since they were built for adults mainly.

There are 40 partners from the project that were invited to take part to the individual and group consultations. In total, 30 local-key players were met for the consultations. These people were invited early in the process to take part in the food guide development. They are members of various local organisations involved in food and health like the government, academic personal, non-governmental organisation, private institutions, and nutrition institutional organisation. The interactions were individual consultation and multiple group consultations to reach consensus at every step of the process.

## **Results**

### *Number and size of servings according to age-sex groups*

The recommended numbers of servings per food group and per day as determined with the help of LP are given for each age-sex group in Table 5. For dairy products, the recommended number of servings is slightly higher than typical eating habits in order to meet calcium intake requirements. The number of recommended servings for protein foods had to be adjusted for cultural reasons. According to calculations, women aged 19 years and over should consume three portions of animal or vegetable protein foods per day and men should consume two to three servings of this food group. The difference can be explained by the higher iron requirements for women than men. However, according to local experts, recommending a higher number of servings for women than men would not be culturally acceptable. Consequently, the number of servings was set at 2-3 for women as for men, with an indication for women of childbearing age to take iron and folic acid supplements according to local health and nutrition policy.

Table 5: Number of recommended daily servings per food groups according to age and sex

Food groups	2-3	4-6	9-13	14-18	14-18	19 y.o and more					
	y.o.	y.o.	y.o.	y.o.	y.o.	Girls <sup>†</sup>	Boys	Women <sup>†</sup>	Men	Lactating women <sup>†</sup>	Pregnant women <sup>†</sup>
Cereals and tubers	2-3	2-4	3-4	4-6	5-7	3-5	4-6	5-6	4-6	4-6	4-6
Vegetables and vegetable sauces	2-3	3-5	4-5	4-6	5-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6
Meat, fish, legumes and other sources of protein	1	1-2	1-2	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	3	2-3	2-3
Fruits	1	1-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3
Dairy Products *	1	1	1	1-2	2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2

\*If dairy products are not available or accessible, they can be replaced with small dried fish or crabs (eaten whole), for example.

<sup>†</sup>Women of childbearing age can benefit from an iron and folic acid supplement as prescribed by their health care provider, since their needs are difficult to satisfy with nutrition only (WHO, 2009).

#### *Individual food portion sizes*

Portion sizes in grams and domestic measures were determined according to the nutritional composition of specific foods based on the reference food composition tables (Calloway, et al., 1994; Nordeide, 1998; Stadlmayr, et al., 2012) and taking into account the nutrition content criteria for one portion of each food group (presented in table 3). The amount usually consumed on one occasion was used as serving and portion, in order to avoid the frequent confusion among consumers when servings and portions refers to different quantities (U.S. Department of Agriculture, 1999). Examples of illustrated foods and serving sizes are given in table 6. The domestic or simple measures chosen with local

partners to illustrate portion size were a standard bowl used to serve the corn dough (250 ml), a tablespoon (15 ml) and a ‘bamboo’ glass (215 ml). Additionally, it was agreed to use as reference the hand palm or thumb phalanx (Anderson, et al., 2008).

Table 6: Illustrated foods and serving sizes

Food items	Weight (g)	Serving size measurements
Cereals		
Corn dough non fermented	185	1 bowl
Cooked white rice	220	1 bowl
Fermented corn dough (Akassa)	185	1 bowl
Boiled Macaroni	160	3/4 bowl
White wheat bread	87,5	1/2 bread
Unsweetened millet porridge (abokoukoko)	450	2 bowls
Tubers and roots		
Boiled cassava	185-200	1 bowl
Cooked yam	185-200	1 bowl
Cooked sweet potato	185-200	1 bowl
Yam dough (teloubo)	175	1 bowl
Fermented cassava (Gari)	60	1/4 bowl
Vegetables and vegetable sauces		
Fresh tomato	100	2 medium
Tomato sauce	100	1 bowl
Carrot	60	1 medium
Leafy vegetables	60	2 bowls
Leafy vegetable sauce	80	1/2 bowl
Beans, nuts and seeds		
Cooked white beans (white niébé)	140	1/2 bowl
Cooked red beans (red niébé)	140	1/2 bowl

Soya porridge unsweetened	100	1/2 bowl
Vouandzou	50	1/5 bowl
Grilled peanuts	50	1/3bowl
Fruits		
Fresh papaya	150	1 bowl
Fresh banana	75	1 medium
Fresh orange	100	1 medium
Fresh mango	100	1 small mango ou 1/2 mango
Fresh pineapple	150	1 bowl
Pure orange juice	150 ml	3/4 glass
Dairy products		
Evaporated unsweetened milk (peak)	85	1/2 milk box
Local cheese	50	The lenght of two thumbs
Traditional yogurt	125	1 small container

### **Discussion**

This study describes how linear programming was used to develop locally-relevant and nutritionally-adequate food-based dietary guidelines in the form of a quantitative food guide, in this instance in the Republic of Benin, along with a participatory approach with local partners in food and nutrition. National food-based dietary guidelines are strongly recommended as educational tools to be used with the population (WHO/FAO, 1998), but in sub-Saharan Africa, only South Africa and Namibia went through the complex process of developing such guidelines (Department of Health South Africa, 2004; Ministry of Health and Social Services, 2000). In Benin, the recent epidemiological studies on cardiometabolic risk associated with diet and lifestyle changes typical of the nutrition transition and the availability of quantitative dietary data collected in these studies gave impetus to the development of a food guide for the general population as a preventive educational tool, with the help of linear programming.

LP has been used for various nutrition purposes and in many contexts: in the United States to generate nutritive diets at a low cost, in Israel to plan menus with a good price-quality ratio, and in Malawi to develop guidelines for complementary feeding of infants and toddlers (Darmon, et al., 2008). Ours is probably the first study to use LP for the purpose of developing a national food guide.

It was not possible to optimize local diets with LP for some micronutrients unless the nutritional criteria were lowered to 70% of the recommended intakes, which nonetheless would still be sufficient to meet the requirements of half the population. The limiting micronutrients in our study were calcium, iron, zinc, vitamin B<sub>12</sub> (if no animal sources of protein is consumed) and folic acid, in accordance with the most widespread dietary deficiencies reported worldwide (Tulchinsky, 2010). In order to prevent deficiencies in these limiting nutrients, higher amounts of foods or food groups also had to be ‘forced’ into some LP models, in addition to lowering the recommended intakes. This was the case for dairy products as sources of calcium, and for animal protein foods for iron, zinc and vitamin B<sub>12</sub>. Additional recommendations were also introduced in the food guide. For calcium, for instance, although dairy products are little consumed at this time and primarily by urban dwellers, the food group was maintained and 1-2 servings of dairy products per day are recommended. If dairy products are not accessible, we advised that calcium-rich foods like dried or smoked small fish, small crabs and fresh or dried shrimps eaten whole be consumed. It is of note that adolescents from Porto-Novo, the capital city of Benin, had reportedly adequate calcium intake thanks to these calcium-rich foods (Dansou, et al., 2000). Iron was also a limiting nutrient especially in adolescent girls’ and women’s LP models, which is not surprising as iron requirements of women of reproductive age can hardly be met with food alone, particularly when diets provide for low bioavailability of iron. This is why iron (and folate) supplements are generally recommended for women of childbearing age (Pena-Rosas, et al., 2009; WHO, 2009). According to Benin health and nutrition policy, iron-folate supplements during pregnancy are sold to women at a subsidized price.

This food guide targets urban and semi-urban populations in particular, as it implies that recommended foods are available, accessible and desirable. It is felt that such an educational tool may be less relevant at this stage in rural areas, where food intake is primarily determined by local availability (and accessibility) of foodstuffs. Besides, food intake data used to optimize local diets was mostly collected in urban and semi-urban areas (370 subjects out of a total of 541). In cities, food supplies are usually more varied, processed imported foods are available and there is room for choice on the part of consumers, provided they have economic access to, and desire for, a diversified diet. A cost constraint could have been inserted in the LP models, in order to optimize local diets at lower cost. Previous studies demonstrated the adverse effect of a cost constraint in LP on nutrient density of diets and food selection (Darmon, et al., 2002a). However, the number of constraints that can be introduced in LP is limited and since foods retained for the LP models were the most frequently consumed, it was assumed that they were accessible to a majority. Nevertheless, as experienced elsewhere, the challenge of reaching the low income population is a barrier to successful implementation of FBDG (Keller, et al., 2008).

The numbers of food servings for age-sex groups are based on average energy requirements for moderately active subjects; these have to be adjusted to an individual's energy requirements based on physical activity, particularly as regards staple cereals and tubers as main providers of energy (Yoshiike, et al., 2007). Similarly, the present food guide would have to be adapted to different ecological and cultural contexts within the country, as it is based on diets in the southern and coastal part of Benin. Dietary patterns may markedly differ in the hinterland and in drier northern areas.

Another limitation of the study is the fact that the food guide was based on data quantitative collected only among adults; no data from children or adolescents were suitable for use in LP models. One study provides data on energy, calcium and phosphorus consumption in adolescent; however, it does not provide information on portion sizes (Dansou, et al., 2000). It was assumed that children have similar eating habits as their parents. Food composition data are incomplete for some traditional food items and for cooked foods. Therefore, some nutrient intakes might have been over or underestimated.

The local domestic measures used to translate servings into easily understood amounts may foster better compliance to the recommended portion number and sizes because they are commonly used and familiar to the general population, as underlined in developing the Taiwan food guide (Tzeng, 2008).

Once the food guide is officially adopted in Benin, a critical next step will be to foster its appropriate use by health and nutrition workers with groups and individuals, primarily through appropriate training. The early involvement of Benin stakeholders in the food guide development process is likely to facilitate its acceptance and its integration with other health promotion policies and programmes. A user-friendly explanatory text will have to be developed to provide personnel guidance on the use of the food guide. However, FBDG are only one educational tool. In order to be effective, dietary interventions have to be comprehensive, population-based, integrated, multidisciplinary and multisectorial (Sandstrom, 2001). Besides a healthy diet, other lifestyle components have to be addressed, including physical activity, and the Benin food guide promotes an active lifestyle through pictures. Implementation of the new Benin food guide will have to be integrated not only into public health, but also agriculture, food and education policy. Additionally, a comprehensive communication strategy will be needed. It will also be important once the Benin food guide is established to plan for its monitoring and evaluation. FBDG would need to be better evaluated than what is currently done in order to be regularly revised for enhanced impact on population's diets and nutritional status (European Food Information Council, 2011). FBDG are an evolving tool needing periodic updating and improvements.

## **Conclusion**

To our knowledge, this study is the first to have put linear programming to use for the development of a national food guide, which confers greater cultural and environmental relevance to recommended foods and servings. Several challenges still lie ahead, including the formulation of a strategy on how the food guide should be used to improve dietary patterns of the population. A food guide is constant work in progress and according to the FAO (WHO/FAO, 1998), it should be revised every four years. Before revisions, this first

version of the food guide will have to be pretested and its relevance assessed in other cities of the country. In the near future, the use of this tool by health care providers and its impact on behavioral change in the local population will have to be evaluated, thereby filling a research gap.

## References

1. WHO (2011) *Noncommunicable diseases country profile. WHO global report. WHO. Geneva.*
2. Abegunde DO, Mathers CD, Adam T *et al.* (2007) The burden and costs of chronic diseases in low-income and middle-income countries. *Lancet* **370**, 1929-1938.
3. Lim SS, Vos T, Flaxman AD *et al.* (2012) A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet* **380**, 2224-2260.
4. Seidell JC (2005) Epidemiology of obesity. *Semin Vasc Med* **5**, 3-14.
5. Delisle HF (2008) Poverty: the double burden of malnutrition in mothers and the intergenerational impact. *Ann N Y Acad Sci* **1136**, 172-184.
6. Delisle H (2012) Empowering our profession in Africa. *World Public Health Nutrition Association* **3**, 269-284.
7. WHO/FAO (1998) *Preparation and use of food based dietary guidelines. Report of a Joint WHO/FAO Consultation Geneva, Switzerland.*
8. FAO (2009) Food Guidelines by Country. FAO. <http://www.fao.org/ag/humannutrition/nutritioneducation/fbdg/en/> (accessed 8 août 2013)
9. WHO (2003) *Food based dietary guidelines in the WHO European Region. WHO report. Copenhagen, Denmark: WHO in the European Region.*
10. Vorster HH, Love P, Browne C (2001) Development of food-based dietary guidelines for South-Africa- The process. *South African J Clin Nutr* **14**, Suppl S3-6.
11. Koeing JS (2007) Visualization of food-based dietary guidelines - Examples. *Ann Nutr Metab* **51**, 36-42.
12. Painter J, Rah JH, Lee YK (2002) Comparison of international food guide pictorial representations. *J Am Diet Assoc* **102**, 483-489.
13. Brown KA, Timotijevic L, Barnett J *et al.* (2011) A review of consumer awareness, understanding and use of food-based dietary guidelines. *The British Journal of Nutrition* **106**, 15-26.
14. Takaizumi K, Harada K, Shibata A *et al.* (2011) Influence of awareness of the Japanese Food Guide Spinning Top on eating behavior and obesity. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* **20**, 95-101.
15. McCullough ML, Feskanich D, Stampfer MJ *et al.* (2000) Adherence to the Dietary Guidelines for Americans and risk of major chronic disease in women. *The American Journal of Clinical Nutrition* **72**, 1214-1222.
16. Keller I, Lang T (2008) Food-based dietary guidelines and implementation: lessons from four countries--Chile, Germany, New Zealand and South Africa. *Public Health Nutr* **11**, 867-874.

17. Gibney M, Vorster H (2001) South-African food-based dietary guidelines. *South African Journal Clinical Nutrition* **14**, Suppl. S1-80.
18. Houinato D, Segnon Agueh J, Djrolo F *et al.* (2008) *Rapport final de l'enquête STEPS au Bénin. Report of a joint collaboration WHO and Benin Health Ministry.* Republique du Bénin.
19. WHO (2011) *United Nations High-level meeting on Noncommunicable Disease prevention and control. prepared by WHO - not an official record.* New York.
20. WHO/FAO (2003) *Expert Consultation. Population nutrient intake goals for preventing diet-related chronic diseases.* Geneva, Switzerland.
21. Ferguson EL, Darmon N, Briend A *et al.* (2004) Food-based dietary guidelines can be developed and tested using linear programming analysis. *The Journal of Nutrition* **134**, 951-957.
22. National Institute of Health (2007) Dietary Supplement Fact Sheet: Iron. <http://ods.od.nih.gov/factsheets/Iron-HealthProfessional/> (accessed 9 août 2013)
23. WHO/FAO (2001) *Human vitamin and mineral requirement Report of a joint FAO/WHO expert consultation.* Bangkok, Thailand.
24. WHO/FAO/UNO (2002) *Protein and amino acid requirement. Report of a joint FAO/WHO/UNO Expert consultation. WHO technical report series N 935.* Geneva, Switzerland.
25. Food and nutrition, Institute of Medecine, National Academies (2011) *Dietary Reference Intakes (DRIs) estimated Average Requirements.*
26. WHO/FAO/UNO (2001) *Energy requirements of adults Report of a joint FAO/WHO/UNO expert consultation.* Rome, Italy:FAO.
27. WHO/FAO/UNO (2001) *Human energy requirements. Report of a joint WHO/FAO/UNO Expert consultation Rome.* Rome, Italy: FAO.
28. Weaver C, Heaney R (c2006) *Calcium in human health, Food sources, supplements and bioavailability.* Towata, NJ: Humana Press.
29. Weaver CM, Plawecki KL (1994) Dietary calcium: adequacy of a vegetarian diet. *Am J Clin Nutr* **59**, 1238S-1241S.
30. Food and nutrition, Institute of Medecine, Academies N (2011) *Dietary Reference Intakes (DRIs) estimated Average Requirements.*
31. Ntandou G, Delisle H, Agueh V *et al.* (2009) Abdominal obesity explains the positive rural-urban gradient in the prevalence of the metabolic syndrome in Benin, West Africa. *Nutr Res* **29**, 180-189.
32. Sodjinou R, Agueh V, Fayomi B *et al.* (2009) Dietary patterns of urban adults in Benin: relationship with overall diet quality and socio-demographic characteristics. *Eur J Clin Nutr* **63**, 222-228.
33. Delisle H, Ntandou-Bouzitou G, Agueh V *et al.* (2012) Urbanisation, nutrition transition and cardiometabolic risk: the Benin study. *Br J Nutr* **107**, 1534-1544.

34. Delisle H, Agueh V, Fayomi B (2011) Partnership research on nutrition transition and chronic diseases in West Africa - trends, outcomes and impacts. *BMC Int Health Hum Rights* **11 Suppl 2**, S10.
35. Calloway DH, Murphy S, Bunch S *et al.* (1994) WorldFood 2 Dietary Assessment System. <http://www.fao.org/infoods> (accessed September 2011)
36. Nordeide M (1998) *Table de composition d'aliments du Mali*. Bamako.
37. Stadlmayr B, Charrondiere U, Enujiugha V *et al.* (2012) *Table de composition des aliments d'Afrique de l'Ouest*. Rome, Italy: FAO.
38. U.S. Department of Agriculture (1999) Food portions and servings - How do they differ. *Center of Nutrition Policy and Promotion - USDA*, 4.
39. Anderson A, Barton K, Craigie A *et al.* (2008) Exploration of Adult Food Portion Size Tools, pp. 20. Edinburgh.
40. Department of Health South Africa (2004) South African guidelines for healthy eating for adults and children over the age of seven years [DoHS Africa, editor]. Pretoria, South Africa.
41. Ministry of Health and Social Services (2000) Food & Nutrition Guidelines for Namibia. Food Choices for a Healthy Life. Windhoek, Namibia: National Food Security and Nutrition Council.
42. Darmon N, Moy F (2008) Un outil à découvrir en nutrition humaine: la programmation linéaire. *Cah Nutr Diét* **43**, 303-311.
43. Tulchinsky T (2010) Micronutrient deficiency conditions: Global health issues. *Public Health Rev* **32**, 243-255.
44. Dansou P, Akplogan B, Avalla C-OW (2000) Apport énergétique et calcique dans l'alimentation des adolescents de la ville de Porto-Novo (République du Bénin). *Médecine d'Afrique Noir* **47**, 357-361.
45. WHO (2009) *Weekly Iron-folic acid supplementation (WIFS) in Women of Reproductive age: its role in promoting optimal maternal and child health*. WHO report. Geneva, Switzerland.
46. Pena-Rosas JP, Viteri FE (2009) Effects and safety of preventive oral iron or iron+folic acid supplementation for women during pregnancy. *Cochrane Database Syst Rev*, CD004736.
47. Darmon N, Ferguson E, Briend A (2002) Linear and nonlinear programming to optimize the nutrient density of a population's diet: an example based on diets of preschool children in rural Malawi. *Am J Clin Nutr* **75**, 245-253.
48. Yoshiike N, Hayashi F, Takemi Y *et al.* (2007) A new food guide in Japan: the Japanese food guide Spinning Top. *Nutr Rev* **65**, 149-154.
49. Tzeng MS (2008) From dietary guidelines to daily food guide: the Taiwanese experience. *Asia Pacific J Clin Nut* **17 Suppl 1**, 59-62.
50. Sandstrom B (2001) A framework for food-based dietary guidelines in the European Union. *Public Health Nutr* **4**, 293-305.

51. European Food Information Council (2011) Food-Based Dietary Guidelines - are we on the right track? <http://www.eufic.org/article/en/health-and-lifestyle/healthy-eating/artid/Food-Based-Dietary-Guidelines-on-right-track/> (accessed August 8th 2013)

## 6.2 Guide alimentaire du Bénin

Le guide alimentaire du Bénin est sous forme d'un dépliant de six pages. La page 1 est la page titre du guide, nous pouvons observer la case comme représentation picturale. La case est divisée en cinq strates qui séparent les cinq groupes d'aliments. À l'intérieur de la porte, il y a une bouteille et un verre d'eau. Nous avons utilisé la porte de la case pour faire une subdivision à l'intérieur d'un même groupe. Pour le groupe des céréales et tubercules, les céréales se trouvent à gauche de la porte et les tubercules à la droite de la porte. Pour le groupe des « viandes, poissons, haricots et aliments riche en protéines » la porte sépare les aliments protidiques végétaux des aliments protidiques animaux. Sur la page 2, nous retrouvons le nombre de portions à consommer quotidiennement pour chaque groupe d'âge. Au bas de cette page, il y a des recommandations sur la consommation d'eau et l'utilisation des huiles dans la cuisson. La page 3 donne des exemples de portions pour chaque groupe. Dans le bas de cette page, les instruments de mesure sont décrits (bol qui sert à servir la pâte, la cuillère, le verre bambou). À la page 4, des spécifications pour chaque groupe d'aliment sont données. La page 5 illustre quatre exemples de menus et fait la promotion d'une vie active à l'aide d'image de différent sport (foot, les escaliers, vélo, marche et gymnastique). Sur la page 6, les 10 conseils généraux pour la prévention de maladies chroniques sont indiqués. Il y a aussi un tableau sur à quoi correspond la taille d'une consommation de boisson alcoolisée et il y a un tableau sur les différentes catégories d'IMC.

Figure 4: Les pages extérieures du guide alimentaire (page tire, page 5 et 6)

**EXEMPLES DE MENUS JOURNALIERS POUR DES ADULTES**  
*Calculé pour des adultes ayant une activité physique faible à modérée*

	MENU 1	MENU 2	MENU 3	MENU 4
Petit-déjeuner	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 bols<sup>*</sup> bouillie de maïs</li> <li>1 beignet ata</li> <li>½ boîte de lait concentré non sucré</li> <li>1 verre d'eau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 bols<sup>*</sup> bouillie de mil</li> <li>1 c. à soupe de lait en poudre</li> <li>¼ de bol<sup>*</sup> arachides grillées</li> <li>1 verre d'eau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 orange</li> <li>½ bol<sup>*</sup> bouillie enrichie au soja</li> <li>1 beignet de blé</li> <li>1 c. à soupe de poissons séchés</li> <li>1 verre d'eau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>½ baguette de pain</li> <li>Fromage<sup>**</sup></li> <li>1 orange</li> <li>1 verre d'eau</li> </ul>
Déjeuner	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 bols<sup>*</sup> pâte de maïs non-fermenté</li> <li>1 bol<sup>*</sup> sauce tomate + cfin cfin</li> <li>Poisson frais<sup>**</sup></li> <li>1 orange</li> <li>1 verre d'eau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 bol<sup>*</sup> haricots cuits ou bouillis</li> <li>2 bols<sup>*</sup> riz</li> <li>1 bol<sup>*</sup> sauce tomate</li> <li>1 mangue greffée<sup>**</sup></li> <li>1 verre d'eau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 bol<sup>*</sup> pâte de maïs fermenté</li> <li>1 bol<sup>*</sup> sauce légumes</li> <li>1 crabe et ½ portion de poisson<sup>**</sup></li> <li>1 mangue<sup>**</sup></li> <li>1 verre d'eau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 bols<sup>*</sup> macaroni</li> <li>1 cuisse de poulet</li> <li>1 bol<sup>*</sup> sauce tomates</li> <li>Ananas<sup>**</sup></li> <li>1 verre d'eau</li> </ul>
Collation	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ananas<sup>**</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 mangue greffée<sup>**</sup></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>1 pot de yaourt nature</li> </ul>
Dîner	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 bol<sup>*</sup> pâte de maïs non-fermenté</li> <li>1 bol<sup>*</sup> sauce tomate + cfin cfin</li> <li>Poisson frais<sup>**</sup></li> <li>1 verre d'eau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 bol<sup>*</sup> pâte de maïs fermenté</li> <li>1 bol<sup>*</sup> poissons séchés + sauce gluante (gombô)</li> <li>Papaye<sup>**</sup></li> <li>1 verre d'eau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fromage de soja<sup>**</sup></li> <li>1 bol<sup>*</sup> sauce tomate</li> <li>2 bols<sup>*</sup> riz</li> <li>1 banane moyenne (gombô)</li> <li>1 verre d'eau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 bol<sup>*</sup> riz</li> <li>2 oeufs</li> <li>1 bol<sup>*</sup> sauce tomate + légumes</li> <li>Papaye<sup>**</sup></li> <li>1 verre d'eau</li> </ul>

<sup>\*</sup> Bol : celui qui est utilisé dans la restauration pour servir la pâte.  
<sup>\*\*</sup> Voir la portion de référence à l'annexe.

**Conseils généraux pour la prévention des maladies chroniques liées à la nutrition**

- Faire des activités physiques comme la marche à pas rapides ou un sport préféré. Il faut l'équivalent d'au moins trente minutes de marche à pas rapides par jour. Les personnes dont le travail est très physique ont moins besoin de se préoccuper de faire de la marche ou du sport.  
*L'activité physique soutenue contribue à l'efficacité de l'insuline, au contrôle du poids et à la prévention de l'hypertension artérielle.*
- Consommer souvent des légumes comme la tomate, l'aubergine, les carottes... et des feuilles vertes. Il faut en consommer chaque jour dans la sauce ou en dehors de la sauce.
- Consommer chaque jour des fruits.  
*Les légumes et les fruits apportent à l'organisme des vitamines, des minéraux et des antioxydants.*
- Consommer avec modération les boissons gazeuses et autres boissons sucrées.  
*Ces boissons n'apportent que du sucre et peuvent favoriser l'obésité et le diabète.*
- Si vous consommez de l'alcool, ne pas dépasser une consommation par jour.  
*L'alcool n'est pas nécessaire à l'organisme. Il peut être toxique pour l'organisme même à faible dose.*
- Éviter les repas trop salés.  
*La consommation excessive de sel de cuisine par exemple par rajout de sel aux repas à la table, la consommation fréquente de poissons salés et de cuttes peut augmenter le risque d'hypertension artérielle. L'assaisonnement avec les crevettes, l'ail et le gingembre apporte peu de sel.*
- Consommer souvent du poisson. Lorsqu'il n'y a pas de viande, de poisson ou d'œufs dans la journée, les remplacer par des haricots, des arachides, du soja, du fromage ou des pois.  
*Tous ces aliments sont des sources élevées de protéines.*
- Limiter l'huile dans la cuisson des repas.  
*Trop de gras, surtout si c'est du gras d'origine animale, peut favoriser l'obésité et les maladies cardio-vasculaires. Éviter aussi les multiples cuissons avec la même huile.*
- Conservier et enseigner à vos enfants la cuisine traditionnelle afin de préserver la santé et la culture.  
*Les aliments traditionnels sont généralement plus favorables à la santé que les aliments industriels.*
- Vérifier votre poids et votre tension artérielle. Indice de masse corporelle : IMC (kg/m<sup>2</sup>)

Boisson	1 consommation
Bière	1 petite bouteille de bière (300-330 ml)
Vin	3/4 de verre bambou (150ml)
Sodabi et liqueurs	1 tchikpèni (45 ml)

Catégories d'IMC	
< 18.5	Maigre
18.5-24.9	Poids normal
25 à 29.9	Surpoids
30 et plus	Obésité

**AUTRES COLLABORATEURS**



Ministère de la Santé  
Union de Santé Internationale



Université de Montréal



Centre canadien de la recherche  
sur le développement de l'enfant

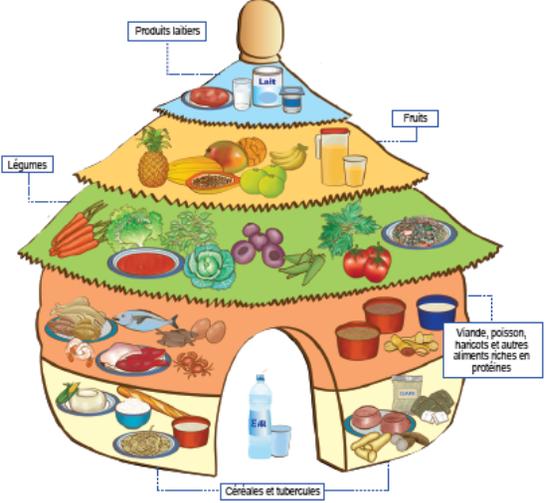


République du Bénin  
Foyenné - Justice - Travail



CONSEIL NATIONAL  
DE L'ALIMENTATION ET  
DE LA NUTRITION (CAN)

## Guide alimentaire du Bénin



**DIFFÉRENTES ACTIVITÉS PHYSIQUES**

  
FOOT

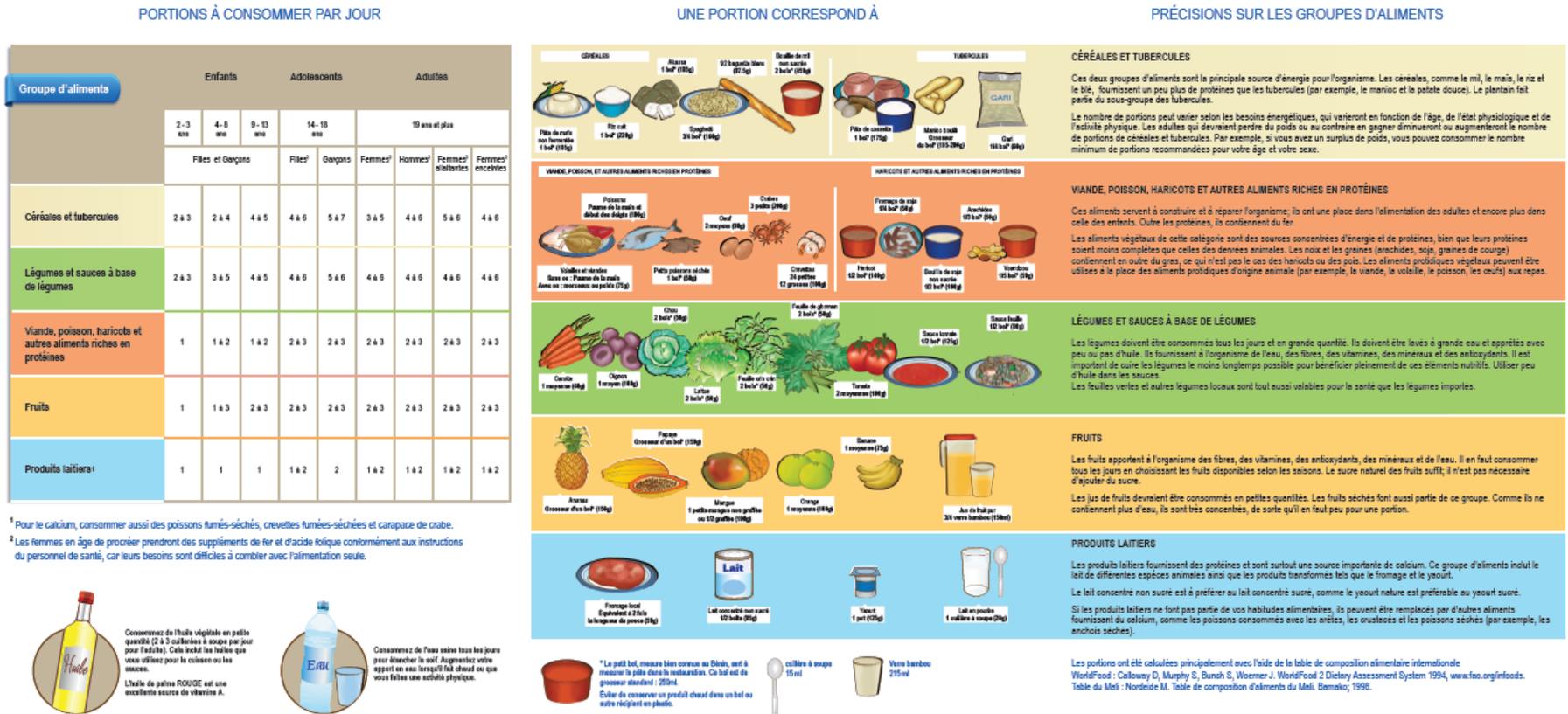
  
VÉLO

  
ESCALIERS

  
MARCHE

  
GYMNASTIQUE

Figure 5: L'intérieur du guide alimentaire (page 2,3 et 4)



## 7. Discussion générale

Dans le cadre de l'élaboration d'un guide alimentaire national, il est possible de d'utiliser la programmation linéaire afin de déterminer la taille et le nombre de portions d'aliments à recommander quotidiennement à la population. Toutefois, l'obtention de la collaboration de personnes ressources et de la population locales est également importante. La réalisation de notre étude a ainsi contribué à l'élaboration du premier guide alimentaire au Bénin. Comme déjà évoqué, la PL est utilisée dans le domaine de la nutrition pour différentes raisons. Par contre, à notre connaissance, c'est la première fois qu'elle est utilisée dans le but d'élaborer les recommandations quantitatives d'un guide alimentaire (Darmon, et al., 2008). De plus, peu de pays d'Afrique subsaharienne ont un tel guide, soit la Namibie et l'Afrique du Sud.

La PL est une méthode mathématique rigoureuse permettant de trouver une solution à un problème complexe tout en respectant des contraintes données (Darmon, et al., 2002a). Les résultats obtenus dans le contexte de l'élaboration du guide alimentaire béninois atteignent les besoins nutritionnels de la majorité de la population en macronutriments et en 12 micronutriments. De plus, ils tiennent compte des habitudes alimentaires locales puisque des contraintes d'acceptabilité ont été introduites dans les modèles à partir de données tirées de deux études transversales récentes et grâce à la participation des personnes ressources locales.

Pour arriver à des solutions, il a été nécessaire d'apporter certaines modulations. Notamment, les apports nutritionnels recommandés pour le calcium, le fer, le zinc, la vitamine B<sub>12</sub> et l'acide folique ont été réduits à 70% de l'ANR dans certains modèles, car il n'était pas possible d'atteindre 100% des ANR. Toutefois, même avec cette réduction, il faut retenir que les recommandations couvrent les besoins de plus de la moitié de la population. Ces micronutriments limitants sont d'ailleurs ceux dont les carences sont les plus fréquentes à travers le monde (Tulchinsky, 2010). Par ailleurs, dans une perspective de protection contre les déficiences nutritionnelles, les quantités préconisées pour les produits laitiers et pour les denrées protidiennes animales ont dû être augmentées au-delà de ce qui

était habituellement consommé, même par ceux qui avaient la meilleure qualité alimentaire d'après les scores d'adéquation en micronutriments et de prévention des maladies chroniques. La quantité maximale des produits laitiers a été augmentée pour atteindre les besoins en calcium et la quantité des aliments protidiques animaux a été augmentée pour atteindre les besoins en fer hémique, zinc et vitamine B12. En outre, des précisions ont été ajoutées au guide afin de diminuer les risques de carences. Par exemple, les produits laitiers ne sont pas accessibles et consommés par tous. Afin de combler les besoins en calcium tout en respectant les habitudes locales, la recommandation de produits laitiers est de 1 à 2 portions par jour et d'autres aliments riches en calcium sont suggérés, comme les petits poissons consommés entiers, les crevettes fumées séchées et/ou encore la carapace de crabe (Dansou, et al., 2000; Sodjinou, et al., 2009). De plus, le guide recommande aux femmes en âge de procréer et aux femmes enceintes de consommer un supplément de fer et d'acide folique (WHO, 2009) en se conformant à la politique nationale de santé. Au niveau des légumes, la plupart des légumes sont consommés dans des sauces qui contiennent souvent beaucoup d'huile et les légumes sont souvent cuits pour une longue période. Le guide suggère de modérer la quantité d'huile utilisée et de réduire le temps de cuisson pour préserver la valeur nutritive des légumes.

Une implantation efficace du guide alimentaire dans la population et encouragée par une politique alimentaire idoine devrait pouvoir contribuer au ralentissement de l'épidémie de maladies non transmissibles (Keller, et al., 2008). En effet, le guide peut être un outil pour le gouvernement et les différents partenaires dans l'élaboration de règlements ou normes alimentaires pour l'alimentation collective, notamment scolaire, ainsi que pour la production alimentaire. Il peut aussi aider le gouvernement à orienter certaines politiques de santé publique. Marion Nestlé, professeure de nutrition et de santé publique aux États-Unis, mentionne que les changements de comportements alimentaires proviennent d'une part de la motivation intrinsèque d'un individu et d'une autre ils dépendent de l'environnement dans lequel l'individu se trouve. Ainsi l'accès à des aliments sains et peu coûteux, de même qu'à un environnement sécuritaire permettant la pratique d'activité physique, favorise l'adoption de bonnes habitudes (Byers, et al., 2002). Elle mentionne

aussi que des efforts communautaires sont nécessaires pour créer un environnement adéquat. Les organisations publiques, privées et communautaires doivent travailler en ensemble pour l'adoption de projets de loi (Byers, et al., 2002). Le guide alimentaire du Bénin peut servir de référence pour de tels projets. Par contre, il nous faut distinguer les politiques alimentaires et la politique. À ce stade, la politique autour du guide alimentaire n'est pas un problème majeur avec l'industrie alimentaire. En effet, les aliments transformés sont peu présents au Bénin (Sodjinou, et al., 2009). Il est donc plus ou moins pertinent, à cette étape-ci, de se soucier de cet élément. Un des conseils alimentaires compris dans le guide fait d'ailleurs la promotion des aliments traditionnels et des aliments locaux. Ce conseil peut inciter les autorités à promouvoir les aliments locaux plutôt que laisser la porte ouverte à l'industrie des aliments très transformés.

## **8. Limites de l'étude**

Cette étude comporte plusieurs limites. D'abord, le guide est conçu principalement pour les zones urbaines et périurbaines du sud du Bénin, car un tel guide n'est pertinent que dans la mesure où la population a accès à une variété d'aliments et a donc des choix à faire. En effet, la pertinence d'avoir un guide dans une zone rurale est discutable puisque le choix et la variété des aliments sont souvent limités à cause du climat ou des problèmes de transport ou entreposage (Ritchie, 1981), sans oublier l'obstacle majeur que constitue la pauvreté, généralement plus marquée en zone rurale qu'urbaine. De plus, les données de consommation disponibles pour le Bénin sont tirées d'études qui ont eu lieu dans les zones urbaines et semi-urbaines du sud du Bénin. Ces données ne pourraient donc être extrapolées à toute la population moyennant des adaptations prenant en compte les contextes alimentaires spécifiques des différentes régions. Ce guide pourrait être utilisé à Parakou, par exemple, principale ville au nord du Bénin, si quelques adaptations sont faites.

Le fait que les données sur les habitudes alimentaires disponibles sont seulement chez les adultes constitue une seconde limite. Aucune donnée n'était disponible pour les enfants, les adolescents, les femmes enceintes et allaitantes. Nous avons soutenu l'hypothèse que les

aliments consommés par les enfants sont similaires aux aliments consommés par les adultes. Au Bénin, dans la plupart des familles la ménagère de la maison prépare les repas pour la famille. Toutefois, il est estimé que 37,7% des enfants d'âge scolaire consomment souvent leur repas de midi à l'extérieur de la maison, car ils sont à l'école (Mitchikpè, et al., 2006).

La composition nutritionnelle des aliments utilisés pour les modèles de PL est sous la forme comestible. Pour le groupe des féculents et des tubercules, les sauces légumes, les denrées protidiques, la composition nutritionnelle de l'aliment cuit a été utilisée. Tandis que les données pour les fruits et légumes étaient sous la forme crue de l'aliment. Les pertes de nutriments lors de la cuisson des légumes ou des fruits n'a pas été pris en compte par la programmation linéaire ce qui constitue une limite, car le mode de cuisson influence la composition nutritionnelle de plusieurs aliments.

La dernière limite de cette recherche est l'accès économique à la nourriture. Cette composante n'est pas une variable qui a été introduite dans les modèles de PL. Nous avons émis l'hypothèse que les aliments fréquemment consommés sont accessibles physiquement et économiquement. De plus, Darmon et al. (2002b) démontrent que l'inclusion du coût des aliments dans les modèles de PL peut avoir des effets négatifs sur le choix des aliments et la densité nutritionnelle. Par contre, il est possible que l'accès à une aussi grande variété d'aliments peut être un obstacle à l'adoption du guide dans un pays à faible revenu (Keller, et al., 2008).

## **9. Conclusion**

Le guide alimentaire du Bénin a été finalement complété. Ce dernier a été présenté à plusieurs reprises aux autorités béninoises pour restitution afin d'arriver à une première version culturellement acceptable. La prochaine étape est l'adoption officielle du guide au niveau de la nation. Par la suite, une vulgarisation, une traduction en plusieurs langues africaines et une adaptation seront nécessaires pour rejoindre une majorité de la population. L'implication des partenaires locaux dans ce projet avait deux buts principaux : s'assurer de

la validité du guide et permettre aux partenaires de s'approprier le guide. Nous espérons que cette étape favorise l'utilisation de cet outil dans leur pratique. De plus, afin d'assurer son succès, l'OMS et la FAO suggèrent la diffusion du guide par différentes méthodes pour rejoindre tous les groupes d'âges de la population et les différents niveaux d'éducation (WHO/FAO, 1998). Bien que la première version soit achevée, ce guide n'est pas parfait et nécessitera des mises à jour et des révisions subséquentes. Il est suggéré que cela soit entrepris tous les quatre ans. Toutefois, en raison de ressources financières limitées, peu de pays sont en mesure de le faire à cette fréquence. Ces mises à jour devraient tenir compte des commentaires des professionnels de la santé concernant la facilité d'usage du guide et la compréhension respective des consommateurs. Finalement, l'impact du guide sur les habitudes alimentaires de la population urbaine et périurbaine du Bénin pourra être étudié.

## Références

- Abegunde, D. O., Mathers, C. D., Adam, T., Ortegon, M., & Strong, K. (2007). The burden and costs of chronic diseases in low-income and middle-income countries. *Lancet*, 370(9603), 1929-1938. doi:10.1016/S0140-6736(07)61696-1
- Abrahamsson, L., & Gebre-Medhin, M. (1983). The use of food group classification systems in developing countries. *Hum. Nutr. Appl. Nutr.*, 37(4), 328, 330
- Albert, J. (2007). Global patterns and country experiences with the formulation and implementation of Food-based dietary guidelines. *Ann. Nutr. Metab.*, 51, 2-7
- Anderson, A., Barton, K., Craigie, A., et al. (2008). *Exploration of Adult Food Portion Size Tools*. Edinburgh.
- Bouzitou, G. D. N. (2006). *Transition nutritionnelle et facteurs de risque de maladies cardiovasculaires au Bénin. Étude dans la ville secondaire de Ouidah et sa périphérie rurale*. (Thèse de Ph.D, Université de Montréal, Montréal).
- Brambila-Macias, J., Shankar, B., Capacci, S., et al. (2011). Policy interventions to promote healthy eating: a review of what works, what does not, and what is promising. *Food Nutr Bull*, 32(4), 365-375
- Briend, A. (2001). Management of severe malnutrition: efficacious or effective? *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.*, 32(5), 521-522
- Briend, A. (2003). Trial and error methods expert guessing or linear programming. *SCN NEWS*, 27, 36-39
- Brown, K. A., Timotijevic, L., Barnett, J., Shepherd, R., Lahteenmaki, L., & Raats, M. M. (2011). A review of consumer awareness, understanding and use of food-based dietary guidelines. *Br. J. Nutr.*, 106(1), 15-26. doi:10.1017/S0007114511000250
- Byers, T., Nestle, M., McTiernan, A., et al. (2002). American Cancer Society guidelines on nutrition and physical activity for cancer prevention: Reducing the risk of cancer with healthy food choices and physical activity. *CA. Cancer J. Clin.*, 52(2), 92-119
- Calloway, D. H., Murphy, S., Bunch, S., & Woerner, J. (1994). WorldFood 2 Dietary Assessment System. Repéré le September 2011 à <http://www.fao.org/infoods>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2013). Alcohol and Public Health. *CDC 24/7: Saving Lives. Protecting People*. Repéré le août 2013 à <http://www.cdc.gov/alcohol/faqs.htm#excessivealcohol>
- Dansou, P., Akplogan, B., & Avalla, C.-O. W. (2000). Apport énergétique et calcique dans l'alimentation des adolescents de la ville de Porto-Novo (République du Bénin). *Medecine d'Afrique Noire*, 47, 357-361
- Darmon, N., Ferguson, E., & Briend, A. (2002a). Linear and nonlinear programming to optimize the nutrient density of a population's diet: an example based on diets of preschool children in rural Malawi. *Am. J. Clin. Nutr.*, 75(2), 245-253
- Darmon, N., Ferguson, E. L., & Briend, A. (2002b). A cost constraint alone has adverse effects on food selection and nutrient density: an analysis of human diets by linear programming. *J. Nutr.*, 132(12), 3764-3771

- Darmon, N., & Moy, F. (2008). Un outil à découvrir en nutrition humaine: la programmation linéaire. *Cah. Nutr. Diét.*, 43(6), 303-311
- Delisle, H. (2012). Empowering our profession in Africa. *WPHNA*, 3(6), 269-284
- Delisle, H., Agueh, V., & Fayomi, B. (2011). Partnership research on nutrition transition and chronic diseases in West Africa - trends, outcomes and impacts. *BMC Int Health Hum Rights*, 11 Suppl 2, S10. doi:10.1186/1472-698X-11-S2-S10
- Delisle, H., Ntandou-Bouzitou, G., Agueh, V., Sodjinou, R., & Fayomi, B. (2012). Urbanisation, nutrition transition and cardiometabolic risk: the Benin study. *Br. J. Nutr.*, 107(10), 1534-1544. doi:10.1017/S0007114511004661
- Delisle, H. F. (2008). Poverty: the double burden of malnutrition in mothers and the intergenerational impact. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 1136, 172-184. doi:10.1196/annals.1425.026
- Department of Health South Africa (2004). *South African guidelines for healthy eating for adults and children over the age of seven years* Pretoria, South Africa.
- Doak, C. M., Adair, L. S., Bentley, M., Monteiro, C., & Popkin, B. M. (2005). The dual burden household and the nutrition transition paradox. *Int. J. Obes.*, 29(1), 129-136. doi:10.1038/sj.ijo.0802824
- Dubois, L., Farmer, A., Girard, M., Burnier, D., & Porcherie, M. (2011). Demographic and socio-economic factors related to food intake and adherence to nutritional recommendations in a cohort of pre-school children. *Public Health Nutr.*, 14(6), 1096-1104. doi:10.1017/S1368980010003769
- European Food Information Council. (2011). Food-Based Dietary Guidelines - are we on the right track? Repéré le August 8th 2013 à <http://www.eufic.org/article/en/health-and-lifestyle/healthy-eating/artid/Food-Based-Dietary-Guidelines-on-right-track/>
- FAO. (2009). Food Guidelines by Country. *FAO*. Repéré le 8 août 2013 à <http://www.fao.org/ag/humannutrition/nutritioneducation/fbdg/en/>
- FAO. (2010). Territoires, produits et acteurs locaux: des liens de qualité (AG/AGN, Trans.) *Identification: connaître son potentiel* (pp. 10-45). Rome, Italy.
- FAO. (2011). The state of food insecurity in the World - How does international price volatility affect domestic economies and food security? (pp. 55). Rome, Italy.
- Ferguson, E. L., Darmon, N., Briend, A., & Premachandra, I. M. (2004). Food-based dietary guidelines can be developed and tested using linear programming analysis. *J. Nutr.*, 134(4), 951-957
- Food and nutrition, Institute of Medecine, & Academies, N. (2011). Dietary Reference Intakes (DRIs) estimated Average Requirements (pp. 8).
- Fortik, J. (1981). Very low-cost nutritious diets plans designed by linear programming. *J. Nutr. Educ.*, 13, 63-66
- Garcia, A. C., & Piche, L. A. (2001). Perceptions and use of Canada's food guide to healthy eating. *Can. J. Diet. Pract. Res.*, 62(3), 123-127
- Gibney, M., & Vorster, H. (2001). South-African food-based dietary guidelines. *S. A. J. Clin. Nut.*, 14(3), Suppl. S1-80
- Hill, R. J., & Davies, P. S. (2001). The validity of self-reported energy intake as determined using the doubly labelled water technique. *Br. J. Nutr.*, 85(4), 415-430

- Houinato, D., Segnon Agueh, J., Djrolo, F., & Djigbennoude, O. (2008). Rapport final de l'enquête STEPS au Bénin. Report of a joint collaboration WHO and Benin Health Ministry (pp. 126). République du Bénin.
- Institute, I. L. S. (2004). National food-based dietary guidelines: Experiences, implications and future directions *Summary report of a workshop ILSI*. Budapest, Hungary.
- Institute of Medicine. (2011). Dietary Reference Intakes (DRIs) estimated Average Requirements (pp. 8).
- Keller, I., & Lang, T. (2008). Food-based dietary guidelines and implementation: lessons from four countries--Chile, Germany, New Zealand and South Africa. *Public Health Nutr.*, *11*(8), 867-874. doi:10.1017/S1368980007001115
- Koeing, J. S. (2007). Visualization of food-based dietary guidelines - Examples. *Ann. Nutr. Metab.*, *51*, 36-42
- Kolcic, I. (2012). Double burden of malnutrition: A silent driver of double burden of disease in low- and middle-income countries. *J Glob Health*, *2*(2), 20303. doi:10.7189/jogh.02.020303
- La Banque Mondiale. (2013). Données- Bénin. Repéré le 11 Août 2013 à [http://donnees.banquemondiale.org/pays/benin#cp\\_surv](http://donnees.banquemondiale.org/pays/benin#cp_surv)
- Lareo, L. R., Gracia, B. N., Fajardo, L., et al. (1990). From food basket to food security. The food factor in nutritional surveillance. *Arch. Latinoam. Nutr.*, *40*(1), 22-43
- Lim, S. S., Vos, T., Flaxman, A. D., et al. (2012). A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet*, *380*(9859), 2224-2260. doi:10.1016/S0140-6736(12)61766-8
- Linda Jacobs, S., Johnson-Down, L., & Gray-Donald, K. (2001). Food habits of Canadians: Comparison of intakes in adults and adolescents to Canada's food guide to healthy eating. *Can. J. Diet. Pract. Res.*, *62*(2), 61-69
- Love, P., Maunder, E., & Green, J. (2008). Are South African women willing and able to apply the new food-based dietary guidelines? Lessons for nutrition educators. *S. A. J. Clin. Nutr.*, *21*(2), 17-24
- Mahan, L. K., & Escott-Stump, S. (2008). *Krause's Food & Nutrition Therapy*. (12<sup>e</sup> éd.). Saunders Elsevier.
- McCullough, M. L., Feskanich, D., Stampfer, M. J., et al. (2000). Adherence to the Dietary Guidelines for Americans and risk of major chronic disease in women. *Am. J. Clin. Nutr.*, *72*(5), 1214-1222
- McGuire, W. J. (1984). Public Communication as a Strategy for Inducing Health-Promoting Behavioral Change. *Prev. Med.*, *13*, 299-319
- Ministère de la Santé et des services sociaux/Diabète Québec (2008). *Guide d'alimentation pour la personne diabétique*.
- Ministry of Health and Social Services (2000). *Food & Nutrition Guidelines for Namibia. Food Choices for a Healthy Life*. Windhoek, Namibia: National Food Security and Nutrition Council.
- Mitchikpè, E. C. (2011). *Profil nutritionnel de pays - République du Bénin*.

- Mitchikpè, E. C., Atègbo, E.-A. D., Fanou, J. A., & Nago, M. C. (2006). Consommation alimentaire des ménages urbains au Bénin *Alimentation, savoir-faire et innovations en agroalimentaire en Afrique de l'Ouest* (pp. 46).
- Natarajan, L., Pu, M., Fan, J., et al. (2010). Measurement Error of Dietary Self-Report in Intervention Trials. *Am. J. Epidemiol.*, 172(7), 819-827. doi:10.1093/aje/kwq216
- National Institute of Health. (2007). Dietary Supplement Fact Sheet: Iron. Repéré le 9 août 2013 à <http://ods.od.nih.gov/factsheets/Iron-HealthProfessional/>
- Nordeide, M. (1998). Table de composition d'aliments du Mali. Bamako.
- Ntandou, B. G. D., Fayomi, B., & Delisle, H. (2005). Malnutrition infantile et surpoids maternel dans des ménages urbains pauvres au Bénin. *Cahiers santé*, 15, 263-270
- Ntandou, G., Delisle, H., Agueh, V., & Fayomi, B. (2009). Abdominal obesity explains the positive rural-urban gradient in the prevalence of the metabolic syndrome in Benin, West Africa. *Nutr Res*, 29(3), 180-189. doi:10.1016/j.nutres.2009.02.001
- Painter, J., Rah, J. H., & Lee, Y. K. (2002). Comparison of international food guide pictorial representations. *J. Am. Diet. Assoc.*, 102(4), 483-489
- Pena-Rosas, J. P., & Viteri, F. E. (2009). Effects and safety of preventive oral iron or iron+folic acid supplementation for women during pregnancy. *Cochrane Database Syst. Rev.*(4), CD004736. doi:10.1002/14651858.CD004736.pub3
- Pena, M., & Molina, V. (1999). Food Based Dietary Guidelines and Health Promotion in Latin America. Dans Pan American Health Organization, World Health Organization & Institute of Nutrition of Central America and Panama (Dir.), (pp. 37).
- Popkin, B. M. (2002). An overview on the nutrition transition and its health implications: the Bellagio meeting. *Public Health Nutr.*, 5(1A), 93-103
- République du Bénin. Géographie du Bénin. Repéré le 11 août 2013 à <http://www.gouv.bj/tout-sur-le-benin/geographie>
- Ritchie, J. (1981). The misuse of food group classifications for nutrition education in developing countries. *J. Hum. Nutr.*, 35(2), 81-83
- Rossiter, M. D., Evers, S. E., & Pender, A. C. (2012). Adolescents' diets do not comply with 2007 Canada's food guide recommendations. *Appetite*, 59(3), 668-672. doi:10.1016/j.appet.2012.07.018
- Sandstrom, B. (2001). A framework for food-based dietary guidelines in the European Union. *Public Health Nutr.*, 4(2A), 293-305
- Santé Canada (2007a). *Bien manger avec le Guide alimentaire canadien*. Ottawa: Santé Canada.
- Santé Canada. (2007b). Les guides alimentaires canadiens, de 1942 à 1992. Repéré le 14 décembre 2013 à [http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/food-guide-aliment/context/fg\\_history-histoire\\_ga-fra.php](http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/food-guide-aliment/context/fg_history-histoire_ga-fra.php)
- Seidell, J. C. (2005). Epidemiology of obesity. *Semin Vasc Med*, 5(1), 3-14. doi:10.1055/s-2005-871737
- Sklan, D., & Dariel, I. (1993). Diet planning for humans using mixed-integer linear programming. *Br. J. Nutr.*, 70(1), 27-35

- Smitasiri, S., & Uauy, R. (2007). Beyond recommendations: implementing food-based dietary guidelines for healthier populations. *Food Nutr Bull*, 28(1 Suppl International), S141-151
- Sodjinou, R., Agueh, V., Fayomi, B., & Delisle, H. (2009). Dietary patterns of urban adults in Benin: relationship with overall diet quality and socio-demographic characteristics. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 63(2), 222-228. doi:10.1038/sj.ejcn.1602906
- Sodjinou, R. S. (2006). *Transition nutritionnelle et facteurs de risque de maladies cardiovasculaires chez des adultes de Cotonou, Bénin (Afrique de l'Ouest)*. (Thèse de Ph.D, Université de Montréal, Montréal).
- Sossa, C., Delisle, H., Agueh, V., Sodjinou, R., Ntandou, G., & Makoutode, M. (2013). Lifestyle and dietary factors associated with the evolution of cardiometabolic risk over four years in West-African adults: the Benin study. *J. Obes*, 2013, 298024. doi:10.1155/2013/298024
- Stadlmayr, B., Charrondiere, U., Enujiugha, V., et al. (2012). Table de composition des aliments d'Afrique de l'Ouest. Dans FAO (Dir.), (pp. 171). Rome, Italy: FAO.
- Stigler, G. J. (1945). The cost of subsistence. *Journal of Farm Economics*, 27(2), 303-314
- Stockley, L. (2001). Toward public health nutrition strategies in the European Union to implement food based dietary guidelines and to enhance healthier lifestyles. *Public Health Nutr.*, 4(2A), 307-324
- Strawson, C., Bell, R., Downs, S., Farmer, A., Olstad, D., & Willows, N. (2013). Dietary Patterns of Female University Students With Nutrition Education. *Can. J. Diet. Pract. Res.*, 74(3), 138-142
- Takaizumi, K., Harada, K., Shibata, A., & Nakamura, Y. (2011a). Influence of awareness of the Japanese Food Guide Spinning Top on eating behavior and obesity. *Asia Pacific J Clin. Nutr.*, 20(1), 95-101
- Takaizumi, K., Harada, K., Shibata, A., & Nakamura, Y. (2011b). Influence of awareness of the Japanese Food Guide Spinning Top on eating behavior and obesity. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 20(1), 95-101
- Tulchinsky, T. (2010). Micronutrient deficiency conditions: Global health issues. *Public Health Rev.*, 32(1), 243-255
- Tzeng, M. S. (2008). From dietary guidelines to daily food guide: the Taiwanese experience. *Asia Pacific J Clin Nut*, 17 Suppl 1, 59-62
- U.S. Department of Agriculture. (1999). Food portions and servings - How do they differ. *Center of Nutrition Policy and Promotion - USDA*, 4
- USDA. (2011). ChooseMy Plate. Repéré le Décembre 2013 à <http://www.choosemyplate.gov/>
- von Ruesten, A., Illner, A. K., Buijsse, B., Heidemann, C., & Boeing, H. (2010). Adherence to recommendations of the German food pyramid and risk of chronic diseases: results from the EPIC-Potsdam study. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 64(11), 1251-1259. doi:10.1038/ejcn.2010.151
- Vorster, H. H., Love, P., & Browne, C. (2001). Development of food-based dietary guidelines for South-Africa- The process. *South African J Clin Nutr*, 14(3), Suppl S3-6

- Weaver, C., & Heaney, R. (c2006). *Calcium in human health*. Towata, NJ: Humana Press.
- Weaver, C. M., & Plawewski, K. L. (1994). Dietary calcium: adequacy of a vegetarian diet. *Am. J. Clin. Nutr.*, 59(5 Suppl), 1238S-1241S
- Weaver, C. M., Proulx, W. R., & Heaney, R. (1999). Choices for achieving adequate dietary calcium with a vegetarian diet. *Am. J. Clin. Nutr.*, 70(3 Suppl), 543S-548S
- WHO. (2003). Food based dietary guidelines in the WHO European Region. WHO report (pp. 38). Copenhagen, Denmark: WHO in the European Region.
- WHO. (2007). Benin (Cotonou) STEPS Survey 2007 - Fact sheet.
- WHO. (2009). Weekly Iron-folic acid supplementation (WIFS) in Women of Reproductive age: its role in promoting optimal maternal and child health *WHO report* (pp. 3). Geneva, Switzerland.
- WHO. (2011a). Noncommunicable diseases country profile. WHO global report *WHO* (pp. 209). Geneva.
- WHO. (2011b). United Nations High-level meeting on Noncommunicable Disease prevention and control *prepared by WHO - not an official record*. New York.
- WHO. (2013). Micronutrients. Repéré le 14 octobre 2013 à <http://www.who.int/nutrition/topics/micronutrients/en/>
- WHO/FAO. (1998). Preparation and use of food based dietary guidelines. Report of a Joint WHO/FAO expert consultation Geneva, Switzerland.
- WHO/FAO. (2003). Population nutrient intake goals for preventing diet-related chronic diseases. Report of a joint expert Consultation. . Geneva, Switzerland.
- WHO/FAO. (2004). Human vitamin and mineral requirement Report of a joint FAO/WHO expert consultation (pp. 303). Bangkok, Thailand.
- WHO/FAO/UNO. (2001a). Energy requirements of adults Report of a joint FAO/WHO/UNO expert consultation (pp. 103). Rome, Italy:FAO.
- WHO/FAO/UNO. (2001b). Human energy requirements. Report of a joint WHO/FAO/UNO expert consultation. Rome, Italy: FAO.
- WHO/FAO/UNO. (2002). Protein and amino acid requirement.Report of a joint FAO/WHO/UNO expert consultation *WHO technical report series N. 935*. Geneva, Switzerland.
- Yoshiike, N., Hayashi, F., Takemi, Y., Mizoguchi, K., & Seino, F. (2007). A new food guide in Japan: the Japanese food guide Spinning Top. *Nutr. Rev.*, 65(4), 149-154

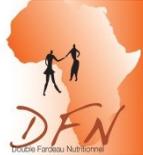
## **Annexes**

## Annexe I: Conseils généraux pour la prévention de maladies chroniques liées à la nutrition

Faculté de Médecine  
Département de Nutrition



**TRANSNUT**  
**CENTRE COLLABORATEUR OMS SUR LA**  
**TRANSITION NUTRITIONNELLE ET LE**  
**DEVELOPPEMENT**  
*Pr Hélène Delisle, Directeur*



**INSTITUT RÉGIONAL DE SANTÉ**  
**PUBLIQUE,**  
**UNIVERSITÉ D'ABOMEY-**  
**CALAVI, BÉNIN**  
*Dr Victoire Agueh*

### Le double fardeau nutritionnel – pôle francophone en Afrique (Projet DFN)

*Bénin* : ISBA, Université d'Abomey-Calavi (UAC)

*Burkina Faso* : IRSS, Université de Ouagadougou (UO)

*Région francophone ouest-africaine* : HKI, OMS

Partenariat subventionné par l'Agence canadienne de développement international (ACDI) 2008-2014

## CONSEILS GÉNÉRAUX POUR LA PRÉVENTION DE MALADIES CHRONIQUES LIÉES À LA NUTRITION

*Il s'agit de conseils appropriés que les médecins, infirmiers et sages-femmes peuvent donner aux personnes qui présentent certains facteurs de risque de maladies cardiovasculaires, tels que l'obésité, l'hypertension artérielle, le diabète, les dyslipidémies..., ou qui veulent les prévenir.*

- 1- **Faire des activités physiques comme la marche à pas rapides ou un sport préféré. Il faut l'équivalent d'au moins trente minutes de marche à pas rapides par jour. Les personnes dont le travail est très physique ont moins besoin de se préoccuper de faire de la marche ou du sport.**  
*L'activité physique soutenue contribue à l'efficacité de l'insuline, au contrôle du poids et à la prévention de l'hypertension artérielle.*
- 2- **Consommer souvent des légumes comme la tomate, l'aubergine, les carottes... et des feuilles vertes. Il faut en consommer chaque jour dans la sauce ou en dehors de la sauce.**
- 3- **Consommer chaque jour des fruits.**  
*Les légumes et les fruits apportent à l'organisme des vitamines, des minéraux et des antioxydants.*
- 4- **Consommer avec modération les boissons gazeuses et autres boissons sucrées.**  
*Ces boissons n'apportent que du sucre et peuvent favoriser l'obésité et le diabète.*
- 5- **Si vous consommez de l'alcool, ne pas dépasser une consommation par jour.**  
*L'alcool n'est pas nécessaire à l'organisme. Il peut être toxique pour l'organisme même à faible dose.*
- 6- **Éviter les repas trop salés.**

*La consommation excessive de sel de cuisine par exemple par l'ajout de sel aux repas à table, la consommation fréquente de poissons salés, et des cubes peut augmenter le risque d'hypertension artérielle. L'assaisonnement par la moutarde traditionnelle, les crevettes, l'ail et le gingembre apporte peu de sel.*

- 7- Consommer souvent du poisson. Lorsqu'il n'y a pas de viande, de poisson ou d'œufs dans la journée, les remplacer par des haricots, des arachides, du soja, du fromage ou des pois.**

*Toutes ces denrées sont des sources élevées de protéines.*

- 8- Limiter l'huile dans la cuisson des repas.**

*Trop de gras, surtout si c'est du gras d'origine animale, peut favoriser l'obésité et les maladies cardio-vasculaires. Éviter les multiples cuissons avec la même huile.*

- 9- Conserver et enseigner à ses enfants la cuisine traditionnelle afin de préserver la santé et la culture.**

*Les aliments traditionnels sont généralement plus favorables à la santé que les aliments industriels.*

- 10- Vérifier votre poids et votre tension artérielle.**

**Annexe II: Représentation picturale du Guide alimentaire du Bénin**

### Annexe III: Aliments des tables de composition dont les valeurs semblent inexactes

Tableau 7 : Aliments dont la composition nutritionnelle est inexacte

Aliments	Erreur/Problème	Modifications	Références
Maïs, pâte de maïs, non fermenté	Données des macronutriments manquantes	Ajout des données avec son aliment correspondant	C-10 WorldFood
Riz blanc cuit	Données utilisées correspondaient à du riz cru	Remplacer les données existantes par composition nutritionnelle du riz cuit	USDA – Ajuster avec un facteur de correction de WorldFOOD
Akassa, maïs fermenté	La composition nutritionnelle semble faire – 4x plus petite que le maïs fermenté	Remplacer par les données des études de Houinhouigan.	
Tapioca, bouillie de tapioca non sucrée*	Valeurs référant la farine de tapioca dans le Wordfood, valeurs probablement surévaluée	Aucune – pas d'aliment correspondant disponible	
Manioc, coucous de manioc (atiéké)*	Ces valeurs font référence à la farine de manioc dans le Wordfood, valeurs probablement surévaluées	Aucune – Les Valeurs semblent adéquates si on les compare à d'autres types de semoule.	WordlFOOD
Soja, bouillie de soja, non sucré	Les données de la bouillie de soja correspondent au « soybean black » du « Worldfood ». Ces données semblent erronées pour la composition réelle de la bouillie de soja	N'a pas été modifié suite à une conversation avec une médecin béninoise, la bouillie de soja est plus dense en nutriments que les autres bouillies. Elle est donnée surtout aux enfants malnutries.	
Igname, pâte de cossette d'igname (teloubo)*	Les données correspondent à celles du « yam, winged, flour » de Worldfood Ces données semblent élevées/erronées pour la composition réelle.	Aucune – pas d'aliment correspondant disponible	

## **Annexe IV: Lettre de présentation pour les entrevues semi-dirigées**

### **Entrevue semi-dirigée individuelle**

Je m'appelle Sarah Levesque, je suis diététiste-nutritionniste de formation. Je suis actuellement inscrite à la maîtrise de nutrition internationale de l'Université de Montréal sous la direction de Mme Hélène Delisle depuis septembre 2011. Pour mon projet de maîtrise, je contribue à l'élaboration du guide alimentaire pour le sud du Bénin.

L'élaboration d'un guide alimentaire est un travail long et minutieux. Le projet est constitué de trois phases. D'abord, 10 recommandations alimentaires ont été définies et validées. Ensuite, le choix de la représentation picturale et des groupes d'aliments a été effectué. Finalement, la dernière phase vise à déterminer et à valider la quantité d'aliments quotidienne à consommer pour un adulte. Deux composantes majeures ont été prises en compte : les habitudes alimentaires tirées d'enquêtes alimentaires transversales récentes sur la transition nutritionnelle du Bénin et les apports nutritionnels recommander par OMS/FAO.

La validation de cette phase se fera en deux étapes. La première étape consiste à une entrevue individuelle ayant pour but de vous présenter et valider les résultats du travail afin de bénéficier de vos suggestions et modifications à apporter. Par la suite, vous allez être convoqué à une consultation de groupe pour vous exposer la méthodologie utilisée et pour déterminer quelles modifications/suggestions seront retenues.

Votre participation est importante et grandement apprécié.

Merci de votre collaboration

Sarah Levesque Dt.P.

**Questions**

1. Est-ce que le classement des groupes d'aliments est clair/acceptable pour vous?
  - a. Comment est-ce que le classement pourrait être plus clair/plus acceptable?

**Les questions suivantes seront répétées pour chaque groupe d'aliments**

2. Est-ce que le choix des aliments illustrés sur le guide vous semble adéquat?
  - a. Quels aliments devrait-on illustrer? Choisissez 5 aliments qui devraient être illustrés dans chaque groupe d'aliments.
3. Êtes-vous d'accord avec les instruments choisis pour représenter les portions recommandées?
  - a. Quel instrument de mesure est le plus approprié dans la liste suivante?
4. Est-ce que le nombre de portions proposées vous semble adéquat et acceptable par la population béninoise?
  - a. Sinon ou +/-, justifiez.
5. Est-ce que la taille de la portion proposée vous semble adéquate et acceptable par la population béninoise?
  - a. Sinon ou +/-, justifiez.
6. Est-ce que les exemples de menus journaliers reflètent les apports alimentaires typiques de Béninois du Sud, surtout en zone urbaine?
  - a. Sinon ou +/-, qu'est-ce que vous enlèveriez ou ajouteriez aux exemples pour les rendre plus réalistes?
7. Est-ce que les exemples de menus journaliers facilitent la compréhension du guide alimentaire?

Sinon ou +/-, pourquoi?

## Annexe V : Guide d'entrevues individuelle

### Entrevue semi-dirigée individuelle - Réponses

1. Est-ce que le classement des groupes d'aliments est clair/acceptable pour vous? O +/- N

---



---



---

2. Est-ce que le choix des aliments illustrés sur le guide est adéquat? O +/- N

Céréales +	Légumineuses +	Viande +	Pr. laitiers +	Fruits	Légumes (sauce)

3. Êtes-vous d'accord avec les instruments choisis pour représenter les portions recommandées?

O +/- N

- a. Quel instrument de mesure est le plus approprié dans la liste suivante?

Aliments	Mesure	Instruments	Mains*	Autres
Pâte de maïs, riz cuit	100g	½ bol orange	1 poing	
Bouillie de mil ou de maïs non sucrée	300g	1 ½ bol orange	3 poings	
Igname, patate, plantain	100g	Souris d'ordinateur	1 poing	
Gari (manioc)	50g	½ louche	½ poing	
Pain blanc de blé, artisanal	50g	2 tranches 1/3 de pain		
Haricot, soja	200g	1 bol orange	2 poings	
Graines de courge, arachides	50 g	½ paquet de cartes	2 extrémités de	

		½ sac	pouce	
Lapin, bœuf, porc	75g	Téléphone portable	Paume de la main	
Tilapia, Sylvie	100g	1 ½ téléphone portable	Paume de la main et début des doigts	
Œufs	80g	2 œufs moyens		
Lait	100g	Talkopé		
Fromage	50g		2 extrémités de pouces	
Yogourt	100g	1 contenant (100g)		
Petits pois séchés	15g	1 cuillère à soupe		
Fruit	100 à 150g	1 fruit moyen	Poing	
Jus	100g	1 talkopé		
Légumes (tomate)	100g	1 moyenne		
Sauce	50 – 100g	½-1 louche	1 paume de main ouverte	

4. Est-ce que le nombre de portions proposées vous semble adéquat et acceptable par la population béninoise?

Groupe	OUI	NON	Justification
Céréales, tubercules et féculents			
Légumineuses, noix, oléagineux et graines			
Viande, volaille, poisson et fruits de mer			
Produits laitiers et autres aliments riches en calcium			

Fruits			
Légumes			

5. Est-ce que la taille de la portion proposée vous semble adéquate et acceptable par la population béninoise?

Groupe	OUI	NON	Justification
Céréales, tubercules et féculents			
Légumineuses, noix, oléagineux et graines			
Viande, volaille, poisson et fruits de mer			
Produits laitiers et autres aliments riches en calcium			
Fruits			
Légumes			

6. Est-ce que les exemples de menus journaliers reflètent les apports alimentaires typiques des Béninois du Sud?

Menus	OUI	NON	Justifier
Menu 1			
Menu 2			
Menu 3			
Menu 4			

7. Est-ce que les exemples de menus journaliers facilitent la compréhension du guide alimentaire?

## Annexe VI: Classement des aliments

### Réponses sur l'acceptabilité du classement des groupes d'aliments

Personnes ressources	Céréales, tubercules et féculents	Légumineuses, noix, oléagineux et graines	Vianades, volaille, poisson et fruits de mer	Produits laitiers et autres aliments riches en calcium	Fruits	Légumes	Commentaires
1	Ok	Ok	Ok	Ok	Indiquer dessert entre parenthèses dans le titre	Les fruits utilisés comme légumes dans cette catégorie peuvent porter à confusion (ex. : tomate, concombre, piment)	Avoir une recommandation pour l'eau et l'huile
2	Ok	La noix de palme peut-être mélangeant avec noix	Ok	Ok – si aliment riche en calcium (frotin et autre-) se retrouve dans le gr. 3.	Ok	Ok	Avoir un groupe sel, sucre, huile et eau.
3	Retirer le mot féculent qui désigne les céréales et les tubercules – donc non nécessaire	Légumineuse devrait avoir un groupe à part	Ok	Les aliments riches en calcium désignant les petits poissons séchés et les crevettes séchées devraient se retrouver dans le groupe 3	Ok	Ok	
4	Ok	Ok	Ok	Ok – si aliment riche en calcium (frotin et autre-) se retrouve dans le gr. 3.	Ok	Ok	
5	Ajouter sucre à ce groupe	Ce groupe semble être un groupe « fourre-tout » puisque la	Catégorie riche en protéines	Indiquer de choisir des produits peu riches en gras – Mettre les aliments	Ok	Ok	Ajouter une catégorie huile et recommander l'huile rouge de palme

		composition nutritionnelle est très différente entre aliments		désignant les aliments riches en calcium (frotin et autre) dans le gr. 3			
6	Ok	Légumineuses devraient être dans le gr. 1, 2 ou 6, car elles sont moins riches en lipides que les autres aliments de ce groupe.	Ok	Ok – si aliment riche en calcium (frotin et autre-) se retrouve dans le gr. 3.	Ok	Ok	
7	Ok	Ok	Ok	Ok – si aliment riche en calcium (frotin et autre-) se retrouve dans le gr. 3.	Ok	Ok	
8	Ok	Ok	Ok	Ok – si aliment riche en calcium (frotin et autre-) se retrouve dans le gr. 3.	Ok	Ok	L'ancien outil d'éducation que les femmes formées utilisent donne des informations adéquates, mais certains aliments étaient manquants.
9	Ok	Ok	Ok	Ok – si aliment riche en calcium (frotin et autre-) se retrouve dans le gr. 3.	Ok	Ok	
10	Ok	Ok	Ok	Ok – si aliment riche en calcium (frotin et autre-) se retrouve dans le gr. 3.	Ok	Légumes et légumes en sauce	
11	Ok	Regrouper les groupes 2,3 et 4		Ok – si aliment riche en calcium (frotin et	Regrouper les groupes 5 et 6		Ajouter un groupe huiles ou les mettre dans les

				autre-) se retrouve dans le gr. 3.			recommandations
12	Ok	Ok	Ok	Ok – si aliment riche en calcium (frotin et autre-) se retrouve dans le gr. 3.	Ok	Ok	
13	Ok	Mettre les légumineuses avec le gr.1 – soit les aliments de base	Ok	Mettre le fromage avec le gr. 3, car cet aliment est consommé si la viande n'est pas disponible.			Avoir une représentation visuelle pour les boissons gazeuses et sucées (aliment superflu), car les recommandations écrites s'adressent seulement à la population lettrée.
14	Ok	Ok	Ok	Ok – si aliment riche en calcium (frotin et autre-) se retrouve dans le gr. 3.	Ok	Ne pas mettre les sauces	
15 *	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Mettre les groupes en ordre de priorité – le premier groupe devrait être les légumes et fruits.
16	Ok	Ok	Ok	Ok – si aliment riche en calcium (frotin et autre-) se retrouve dans le gr. 3.	La disponibilité des fruits peut être difficile à cause du coût de ses aliments.	Ok	
17	Ok	Légumineuses avec le groupe 3	Ok	Ce groupe ne devrait pas exister, c'est seulement un certain groupe de personnes qui	Fruits et légumes dans le même groupe. Ce groupe est là pour les		Cette classification serait plus simple. Les Béninois ne sont pas habitués de

				consomme ce gr. Il n'est pas accessible à la population.	microéléments qu'il contient. Il ne faut pas les séparer pour ne pas créer de confusion.		prendre un dessert/fruit à la fin du repas.
<b>18</b>	Ok	Ok	Indiqué crustacés au lieu de fruits de mer pour une meilleure compréhension et ajouter le mot œuf dans le nom de la catégorie.	Ok – si aliment riche en calcium (frotin et autre-) se retrouve dans le gr. 3.	Ok	Indiqué Légumes – sauces légumes	
<b>19</b>	Ok	Non clair – donnez des exemples	Ok	Ok – si aliment riche en calcium (frotin et autre-) se retrouve dans le gr. 3.	Ok	Ok	
<b>20*</b>	Ok	Les matières grasses ne sont pas dissociées des légumineuses – rend le problème de réduire les huiles compliqués si on met les légumineuses noix graines et oléagineux ensemble	Ok	Ok – si aliment riche en calcium (frotin et autre-) se retrouve dans le gr. 3.	Ok	Ok	
<b>21*</b>	Ok	Gr. Ambigu il doit y avoir une différence entre les portions des oléagineux et des légumineuses	Ok	Ok – si aliment riche en calcium (frotin et autre-) se retrouve dans le gr. 3.	Ok	Ok	

		es qui sont moins riches en lipides.					
22	Ok	Ok	Ok	Ok – si aliment riche en calcium (frotin et autre-) se retrouve dans le gr. 3.	Ok	Ok	
23	Ok	Ok	Ok	Doit figurer dans le gr. 3	Ok	Ok	
24	Ok	Groupe ambigu – Les légumineuses sont pauvres en matières grasses comparativement aux autres aliments	Ok	Mettre frotin et crevettes dans le gr. 3	Ok	Ok	
25	Ok	Ok	Mettre les groupes 2 et 3 ensemble	Mettre les groupes 2 et 3 ensemble	Mettre fruits et légumes ensemble	Mettre fruits et légumes ensemble	Illustrer les huiles et le sucre à consommer avec modération – Il y a trop de groupes
26	Ok	Ok	Le mot fruits de mer porte à confusion – utilisé le mot crustacé ou aliment de la mer	Ok – si aliment riche en calcium (frotin et autre-) se retrouve dans le gr. 3.	Ok	Ok	
27	Inscrire céréales, tubercules et leurs dérivés	Ok	Œuf devrait être nommé	Retirer autre aliment riche en calcium, insérer ces aliments dans le gr. 3	Ok	Incluant les feuilles comestibles – sauce à base de légumes	
28							Avoir des exemples pour chaque groupe
29	Ok	Gr. 2 ambigu, car la composition	indiquées œuf	Ok – si aliment riche en calcium (frotin et	Ok	Ok	

		des aliments est différente – il doit y avoir des portions différentes proposées		autre-) se retrouve dans le gr. 3.			
<b>30*</b>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
<b>31</b>	Ok	Exemple pour noix	Ok	Aliments riches en calcium non compréhensible	Ok	Ok	
<b>32 **</b>	Retirer la mention « féculents »	Ok	Ok	Changer la terminologie pour « aliments riches en calcium » pour ex. Important pour renforcer les os	Ok	Ok	Il est important d'isoler le lait.
<b>33 **</b>	Ok	Illustrer des exemples d'oléagineux et graines	Ok	Changer terminologie d « aliments riches en calcium » - car mal compris	Ok	Ok	

\* Entrevues courtes par manque de temps

\*\* Entrevues faites après la consultation de groupe au Québec.