

THESE DE DOCTORAT DE L'UNIVERSITE PARIS 6

Spécialité :

Santé Publique

présentée par

Mathilde SAVY

pour obtenir le grade de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITE PARIS 6

Indices de diversité alimentaire: mesure et utilisation chez des femmes en âge de procréer au Burkina Faso

soutenue le 06 octobre 2006

devant le jury composé de:

M. Gérard BRÉART , Professeur, INSERM, Paris	Examineur
M. Francis DELPEUCH , Directeur de Recherche, IRD, Montpellier	Directeur de la thèse
M. Patrick KOLSTEREN , Professeur, IMT, Anvers	Rapporteur
M. Luc MEJEAN , Professeur, ENSAIA-INPL, Nancy	Rapporteur

Remerciements

Depuis le début de mon DEA, mes activités de recherche ont été encadrées au quotidien, au Burkina Faso, par le Dr Yves Martin-Prével. Son expérience, sa passion communicative, sa pédagogie et sa patience m'ont permis d'apprendre énormément de choses et de mener à bien ce travail. Que ce soit dans l'encadrement de cette thèse, dans l'orientation de mes activités de recherche, ou dans toutes sortes d'occasions, ses conseils m'ont toujours été très précieux et je lui en suis infiniment reconnaissante.

J'ai également appris avec lui à ne plus compter les heures de travail !

J'adresse mes sincères remerciements à Monsieur Francis Delpuech, pour m'avoir permis d'intégrer l'UR 106 dans le cadre de mon DEA, puis de ma thèse, et de m'avoir ainsi permis de vivre une très belle expérience au Burkina Faso. Les conseils éclairés que vous avez pu me prodiguer au cours de la direction de cette thèse m'ont toujours été très utiles et je vous en remercie profondément.

Je remercie Monsieur Alain-Jacques Valleron, directeur de l'école doctorale, pour m'avoir accueillie dans l'école doctorale 393 de Paris 6.

Je remercie Messieurs Patrick Kolsteren et Luc Méjean d'avoir aimablement accepté de consacrer un peu de leur temps si précieux au jugement de ce travail en tant que rapporteurs. Soyez assurés de ma profonde reconnaissance.

Je remercie également Messieurs Serge Hercberg et Gérard Bréart qui ont aimablement accepté de faire partie du jury de thèse.

J'ai été très bien accueillie par tous les membres de l'UR 106. Je tiens tout d'abord à remercier Pierre Traissac pour son aide statistique ainsi que pour sa participation à la rédaction des articles.

Un grand merci à Sabrina Eymard-Duvernay, Yves Kaméli et Prosper Sawadogo pour leur aide professionnelle à différents moments de cette thèse. Mais merci surtout pour votre soutien au cours de ces dernières années. Veuillez trouver ici l'expression de ma profonde reconnaissance, et surtout, de mon amitié.

Je tiens également à remercier tous les autres collègues de l'UR 106 de Montpellier, Caroline, Edwige, Michelle, Agnès, Catherine et tous les autres, pour vos conseils ponctuels dans différents domaines et surtout pour votre bonne humeur qui m'a fait du bien lors de la rédaction de cette thèse.

Merci également à tout le personnel de l'IRD Ouaga pour m'avoir permis de travailler dans des conditions plus que sympathiques.

Ce travail n'aurait pas pu avoir lieu sans l'aide et la participation des enquêteurs, des agents de saisie et bien sûr des populations enquêtées.

Je remercie donc chaleureusement tous mes enquêteurs, en particulier Awa, Koumbo et Joakim qui m'ont été les plus fidèles et avec qui j'ai passé de longs mois sur le terrain ; merci pour votre motivation et votre détermination malgré les conditions difficiles.

Merci également aux agents de saisie, Raïssa, Amédée, Kisito et Roger, pour votre rapidité et votre efficacité.

Enfin un grand merci à toute la population de la Gnagna ainsi qu'à celles de Wemtenga et Taabtenga à Ouagadougou; lors de nos enquêtes, nous avons toujours été accueillis à bras ouverts et leur coopération est à la base de tout ce travail.

Je n'oublie pas l'ISSP et la DNN de Ouagadougou pour leur collaboration concernant l'enquête réalisée dans la capitale.

Je n'oublie pas non plus l'IRD et le Ministère de la Recherche pour leur soutien financier.

J'aimerais également remercier tous mes amis proches, en France ou au Burkina, et en particulier Maud et Sophie. Vous avez toutes les deux fait un bout de chemin avec moi au Burkina, et pour cette raison je pense que l'on se comprend mieux que personne. Merci pour les bons moments passés ensemble et pour votre soutien au cours de ces dernières années parfois difficiles. Je vous souhaite à toutes les deux beaucoup de réussite dans vos projets respectifs, aussi bien professionnels que personnels.

Enfin, un immense merci à toute ma famille, en particulier à mes parents, mes sœurs et Alai, pour votre soutien, votre patience et votre amour.

Je dédie ce travail à ma mère ...

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....	10
REVUE DE LA LITTERATURE.....	12
1. LA CONSOMMATION ALIMENTAIRE	12
2. LA QUALITÉ GLOBALE DU RÉGIME ALIMENTAIRE	13
2.1. Concept et définitions.....	13
2.2. Mesure de la qualité globale du régime alimentaire	13
2.2.1. Dans les pays industrialisés	13
2.2.2. Dans les pays en développement.....	15
3. MESURE DE LA DIVERSITÉ ALIMENTAIRE	17
3.1. Dans les pays industrialisés.....	18
3.2. Dans les pays en développement.....	19
4. VALIDATION DES INDICES DE DIVERSITÉ ALIMENTAIRE.....	21
4.1. Dans les pays industrialisés.....	21
4.2. Dans les pays en développement.....	22
5. UTILISATION DES INDICES DE DIVERSITÉ ALIMENTAIRE.....	22
5.1. Dans les pays industrialisés.....	23
5.1.1. Caractéristiques socio-démographiques et économiques.....	23
5.1.2. Surpoids et obésité.....	23
5.1.3. Mortalité et morbidité.....	24
5.2. Dans les pays en développement.....	25
5.2.1. Sécurité alimentaire et caractéristiques socio-économiques des ménages.....	25
5.2.2. Etat nutritionnel.....	27
5.2.3. Morbidité.....	29
6. STANDARDISATION DES INDICES DE DIVERSITÉ ALIMENTAIRE.....	30
6.1. Aliments ou groupes d'aliments.....	30
6.2. Classification des groupes d'aliments	30

6.3. Prise en compte des quantités consommées.....	31
6.4. Construction des indices.....	32
6.5. Valeurs seuil.....	33
6.6. Durée et jours de recueil.....	34
6.7. Période du recueil.....	35
OBJECTIFS ET QUESTIONS DE RECHERCHE	37
CADRE DE L'ÉTUDE	38
1. ZONES D'ÉTUDES.....	38
1.1. Le Burkina Faso	38
1.1.1. Situation géographique.....	38
1.1.2. Situation démographique.....	38
1.1.3. Situation économique	39
1.1.4. Situation nutritionnelle.....	39
1.2. Province de la Gnagna.....	40
1.3. Ouagadougou: capitale du Burkina Faso	41
2. SUJETS D'ÉTUDES	41
RESULTATS	43
1. PUBLICATION n°1: Use of variety/diversity scores for diet quality measurement: relation with nutritional status of women in a rural area in Burkina Faso	43
2. PUBLICATION n°2: Measuring dietary diversity in rural Burkina Faso: Comparison of a 1-day and a 3-day dietary recall.....	46
3. PUBLICATION n°3: Dietary diversity scores and nutritional status of women change during the seasonal food shortage in rural Burkina Faso.....	49
4. PUBLICATION n°4: What do dietary diversity scores mean in urban areas in developing countries? A case study in women living in Ouagadougou (Burkina Faso).....	52
DISCUSSION	55
1. ASPECTS MÉTHODOLOGIQUES	55

1.1. Indices de diversité basés sur les aliments ou groupes d'aliments.....	55
1.2. Classification des groupes d'aliments	56
1.3 Quantités consommées et modes de construction des indices de diversité.....	57
1.4. Durée et jours de rappel	58
1.5. Saisonnalité	60
2. UTILISATION DES INDICES DE DIVERSITÉ	60
2.1. Description des régimes alimentaires.....	61
2.2. Diversité alimentaire et niveau sociodémographique et économique.....	63
2.3. Diversité alimentaire et état nutritionnel.....	64
3. LIMITES DE L'ETUDE.....	66
3.1. Taille des échantillons et représentativité	66
3.2. Mesures anthropométriques	67
3.3. Aspects quantitatifs et validation externe des indices de diversité	68
CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES.....	70
REFERENCES.....	72

LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES

Liste des tableaux:

Tableau 1: Les composantes du Diet Quality Index (Patterson et al., 1994).....	14
Tableau 2: Les composantes du Healthy Eating Index (Kennedy et al., 1995).....	15
Tableau 3: Les composantes du Diet Quality Index-Revised (Haines et al., 1999).....	16
Tableau 4: Les composantes du Dietary Score (Guthrie et al., 1981).....	19
Tableau 5: Les composantes du Mozambique Diet Assessment Tool (Rose et al., 2002)....	21

Liste des figures:

Figure 1: La pyramide alimentaire américaine.....	13
Figure 2: La pyramide alimentaire chinoise.....	17
Figure 3: Situation géographique du Burkina Faso.....	38
Figure 4: Les régions du Burkina Faso.....	39
Figure 5: Situation géographique de la province de la Gnagna.....	40
Figure 6: Situation géographique de Ouagadougou.....	41
Figure 7: Organisation de Ouagadougou en secteurs et communes.....	41
Figure 8: Cycle inter-génération.....	42

LISTE DES ABREVIATIONS

AHEI	Alternate Healthy Eating Index
ANR	Apports Nutritionnels Recommandés
BD	Body density
BFP	Body Fat Percentage
BFPc	Body Fat Percentage corrected
BMI	Body Mass Index
CVD	Cardiovascular Disease
DDS	Dietary Diversity Score
DHS	Demographic and Health Surveys
DQI	Diet Quality Index
DQI-R	Diet Quality Index-Revised
EDS	Enquêtes Démographiques et de Santé
FANTA	Food And Nutrition Technical Assistance
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FVS	Food Variety Score
HEI	Healthy Eating Index
IFPRI	International Food and Policy Research Institute
IMC	Indice de Masse Corporelle
ISSP	Institut Supérieur des Sciences des Populations
MAR	Mean Adequacy Ratio
MDAT	Mozambique Diet Assessment Tool
MUAC	Mid-Upper Arm Circumference
NAR	Nutrient Adequacy Ratio
OMS	Organisation Mondiale pour la Santé
OR	Odds Ratio
PIB	Produit Intérieur Brut
ROC	Receiver Operating Characteristic
SDA	Score de Diversité Alimentaire
SVA	Score de Variété Alimentaire
UAMA	Upper Arm Muscle Area
WHO	World Health Organization

Introduction

INTRODUCTION

Puisque les nutriments essentiels dont nous avons besoin ne sont pas tous contenus dans un seul aliment, consommer une variété d'aliments est un élément clé d'un régime de bonne qualité. Au niveau international [1, 2], les directives alimentaires recommandent de consommer une variété suffisante d'aliments, ce qui est supposé assurer des apports adéquats en nutriments essentiels pour être en bonne santé. Toutefois, avec l'actuelle reconnaissance de l'importance des facteurs alimentaires dans l'augmentation des risques de maladies chroniques, une alimentation de bonne qualité doit également répondre à des critères d'équilibre et de modération de la consommation de certains aliments pouvant être néfastes pour la santé en cas de consommation excessive. Les directives alimentaires recommandent donc également de réduire la consommation en énergie, graisses saturées, cholestérol, sucre et sel.

Dans les pays en développement, le concept de diversité alimentaire s'est beaucoup développé depuis quelques années. L'augmentation de la variété des aliments ou groupes d'aliments consommés est essentielle dans ces pays où les carences en nutriments sont des problèmes majeurs. Le manque de diversité alimentaire est un problème particulièrement grave chez les populations pauvres des pays en développement dont l'alimentation quotidienne est généralement basée sur une source d'amidon (céréales, tubercules) accompagnée d'une ou deux composantes supplémentaires. Ce type de régime a tendance à être pauvre en plusieurs micronutriments et les micronutriments qu'il contient ont souvent une faible biodisponibilité. Jusqu'à présent, les notions de modération ont été peu considérées dans les pays en développement, mais les changements alimentaires et de modes de vie qui résultent d'une augmentation des revenus et d'une urbanisation croissante ont rendu ces notions de plus en plus importantes dans ces pays, en particulier en milieu urbain [3].

Malgré l'importance accordée à la diversité de l'alimentation, le manque d'homogénéité et de consensus sur la façon de la mesurer n'a pas permis de clairement définir ce qu'est une alimentation suffisamment variée. Dans les pays industrialisés, de nombreux indices de mesure de la diversité ont été développés. La plupart du temps, ces indices ne sont qu'une composante d'indices plus complexes, nécessitant une quantification des aliments/nutriments ingérés, et dont le but est d'évaluer la qualité globale des régimes alimentaires [4, 5]. Souvent, les indices proposés et les méthodes de validation diffèrent d'une étude à l'autre [6-8].

Dans les pays en développement, les expériences de mesure de la diversité alimentaire sont beaucoup plus rares et concernent essentiellement l'alimentation des jeunes enfants. Les quelques études réalisées dans ces pays ont mis en évidence l'intérêt d'indices simples mesurant la diversité à travers le nombre de groupes ou sous-groupes d'aliments consommés sur une période de temps donnée [9, 10]. Cependant, elles ont également montré d'importantes disparités entre les méthodes de construction de ces indices (par exemple en termes de nature et de nombre de groupes d'aliments utilisés, de période de référence retenue, etc.). Récemment, un effort d'harmonisation de ces indices a été amorcé au niveau international, notamment avec la mise en place d'ateliers, de groupes d'expertise et de discussions et de rapports sur le thème de la mesure de la diversité alimentaire [11, 12].

Malgré le manque d'homogénéité constaté, il a été montré que les indices de diversité étaient de très bon outils pour aider à mesurer la qualité globale des régimes alimentaires, à la fois dans les pays industrialisés et les pays en développement [7, 10, 13-18]. Les chercheurs se sont alors intéressés à l'utilisation que l'on pouvait faire de ce type d'indices dans différents contextes. Certains ont ainsi pu mettre en évidence que ces indices pouvaient servir d'indicateurs du niveau économique et de sécurité alimentaire des ménages [19, 20]. D'autres auteurs ont montré qu'ils pouvaient être utilisés comme indicateurs de risque de malnutrition, notamment chez les jeunes enfants [19, 21-23], ou plus largement comme des indicateurs de risque par rapport à des états de santé [24-26].

L'intérêt des indices de diversité est donc certain mais le manque d'homogénéité soulevé précédemment rend difficile la comparabilité et la généralisation des résultats. Des études complémentaires sont donc nécessaires afin d'essayer de standardiser les indices de mesure de la diversité alimentaire et d'explorer leurs utilisations possibles dans différents contextes. Nous espérons que le travail présenté ici contribuera au développement de ces indices ainsi qu'à leur valorisation dans les pays en développement.

Revue de la littérature

REVUE DE LA LITTÉRATURE

1. LA CONSOMMATION ALIMENTAIRE

Dans le domaine de la nutrition et de la santé publique, la mesure de la consommation alimentaire au niveau des populations ou des individus répond à des objectifs multiples, comme par exemple l'appréciation de la couverture des besoins nutritionnels, l'étude des liens entre l'alimentation et les problèmes de santé et de nutrition, ou encore l'évaluation des programmes d'interventions (éducation nutritionnelle, supplémentation, fortification des aliments, etc.).

Les approches de mesure de la consommation alimentaire ont beaucoup évolué au cours du temps, notamment au fur et à mesure de l'avancée des connaissances scientifiques. Par exemple, la découverte des macro et micronutriments et la compréhension de leurs rôles spécifiques ont fortement influencé les protocoles et méthodes de mesures utilisés. En effet, les nutriments essentiels ayant été découverts un par un, on a dans un premier temps cherché à décrire de façon isolée leurs fonctions et leurs impacts sur la santé. Initialement, le fer a par exemple été étroitement et exclusivement associé avec le bon fonctionnement des cellules sanguines, le calcium avec l'état du tissu osseux, ou encore l'iode avec les fonctions thyroïdiennes. A présent, on connaît également le rôle important de la vitamine B12 dans la formation des érythrocytes, les fonctions essentielles du cuivre, du manganèse et de la vitamine D dans le métabolisme des os, et le rôle dominant de l'iode sur la prévention du goitre est maintenant partagé avec le sélénium. De plus, les recommandations concernant les besoins nutritionnels ont également beaucoup évolué depuis leur mise en place en 1941 [27]. A cette date, les recommandations portaient sur les apports de 9 nutriments alors qu'aujourd'hui elles en concernent une trentaine. Par ailleurs, de nombreuses interactions entre différents nutriments ont été mises en évidence, même si très peu d'entre elles ont pu être quantifiées à ce jour [28, 29]. L'interaction du fer non-héminique avec une multitude de composants alimentaires est le cas qui a été le plus exploré [30, 31], mais il en existe bien d'autres.

En ce qui concerne les aliments, il existe également des interactions puisque l'augmentation ou la diminution de la consommation d'un aliment est en général accompagnée d'un changement compensatoire de la consommation d'un autre aliment. Enfin, il est évident que les individus ne consomment pas des aliments individuels mais une combinaison de plusieurs

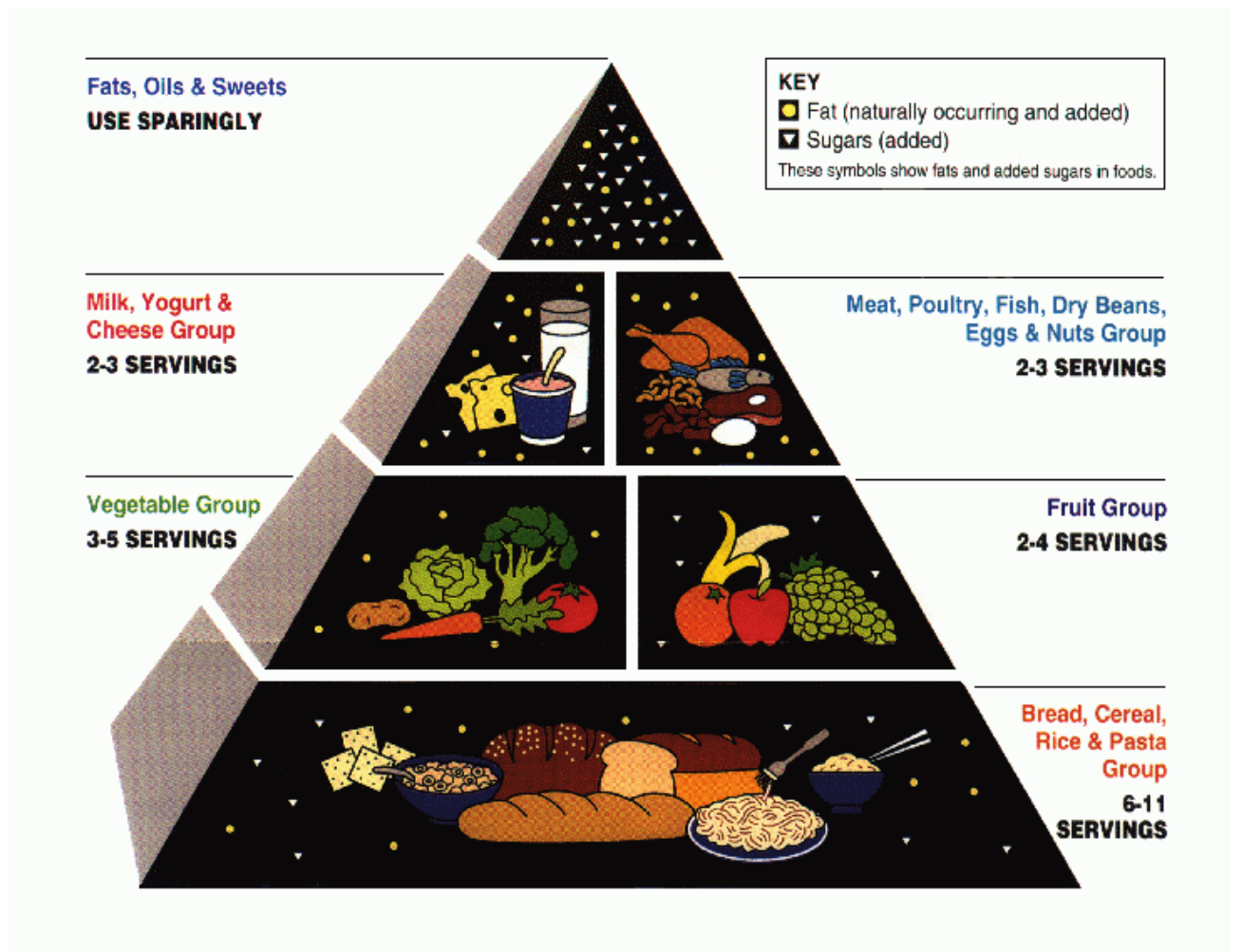


Figure 1: La pyramide alimentaire américaine

aliments qui contient à la fois des nutriments mais aussi des substances non nutritives [28]. Ainsi, toutes ces raisons ont conduit les scientifiques à s'intéresser à une approche globale de l'alimentation en santé publique, au-delà des aliments ou nutriments considérés isolément.

2. LA QUALITÉ GLOBALE DU RÉGIME ALIMENTAIRE

2.1. Concept et définitions

Les définitions de la qualité globale du régime alimentaire sont très variées si l'on en juge par le nombre d'outils qui ont été développés pour la mesurer. Pour beaucoup, un régime de bonne qualité doit refléter une bonne adéquation nutritionnelle, c'est-à-dire couvrir les besoins en énergie et en nutriments essentiels. Dans les pays industrialisés et les pays en transition, la préoccupation grandissante vis-à-vis des problèmes d'excès d'apports en certains nutriments et aliments a conduit à une évolution de la définition de la qualité alimentaire, pour y inclure à la fois des concepts de carences en nutriments et de surnutrition [1, 2]. Pour ne prendre qu'un exemple, aux Etats-Unis cette évolution a conduit à modifier les recommandations de la pyramide alimentaire (*Figure 1*) [32] en définissant la qualité d'un régime par 3 concepts: la diversité, qui fait référence à la consommation d'aliments variés qui, ensemble, sont susceptibles de couvrir les besoins nutritionnels des populations; la proportionnalité, qui traduit le principe d'équilibre approprié entre certains nutriments clés, comme par exemple la proportion d'énergie venant des trois types de macronutriments, lipides, protéines et glucides; la modération, qui reflète le principe de limiter la consommation de certains aliments pouvant conduire à un risque accru de maladies chroniques. Ainsi, en plus des apports recommandés en énergie et nutriments, la pyramide alimentaire recommande de limiter les quantités de graisses, graisses saturées, cholestérol, sodium et sucre raffiné et de consommer beaucoup de portions de fruits, légumes et céréales complètes pour avoir une alimentation saine et de bonne qualité.

2.2. Mesure de la qualité globale du régime alimentaire

2.2.1. Dans les pays industrialisés

De nombreux indices de mesure de la qualité globale du régime alimentaire ont été développés dans les pays industrialisés. Ces indices sont plus ou moins complexes, mêlant ou non des éléments quantitatifs aux aspects qualitatifs et s'appuyant éventuellement sur des seuils ou des recommandations. Bien qu'ayant tous l'ambition de refléter la qualité globale du

Recommendation	Scoring	
	Score	Intake
Reduce total fat intake to 30% or less of energy	0	≤30%
	1	30-40%
	2	>40%
Reduce saturated fatty acid intake to less than 10% of energy	0	≤10%
	1	10-13%
	2	>13%
Reduce cholesterol to less than 300 mg daily	0	≤300 mg
	1	300-400 mg
	2	>400 mg
Eat five or more servings daily of a combination of vegetables and fruits	0	5+ servings
	1	3-4 servings
	2	0-2 servings
Increase intake of starches and other complex carbohydrates by eating six or more servings daily of breads, cereals, and legumes	0	6+ servings
	1	4-5 servings
	2	0-3 servings
Maintain protein intake at moderate levels (levels lower than twice the Recommended Daily Allowance [RDA])	0	≤100% RDA
	1	100-150% RDA
	2	>150% RDA
Limit total daily intake of sodium to 6 g (2,400 mg) or less	0	≤2,400 mg sodium
	1	2,400-3,400 mg sodium
	2	>3,400 mg sodium
Maintain adequate calcium intake (approximately RDA levels)	0	≥RDA
	1	2/3 RDA
	2	<2/3 RDA

Tableau 1: Les composantes du Diet Quality Index (Patterson et al., 1994)

régime, ces indices mettent en fait souvent l'accent sur un trait particulier ou un autre de l'alimentation, en fonction de leurs contextes et objectifs d'utilisation. Le nombre important et la variété de ces indices a conduit Kant, dans une revue désormais classique, à les classer en trois catégories selon leur mode de construction [33]. Nous n'en donnerons que quelques exemples.

▪ *Indices reflétant l'adéquation nutritionnelle*

Comme souligné précédemment, la qualité d'un régime alimentaire a traditionnellement été évaluée par son adéquation nutritionnelle. Cette adéquation a souvent été exprimée par le « Nutrient Adequacy Ratio » (NAR), correspondant au ratio entre l'apport mesuré en un nutriment particulier et son apport nutritionnel recommandé (ANR) et le « Mean Adequacy Ratio » (MAR), qui représente la moyenne des NARs pour un certain nombre de nutriments. Madden et Yoder ont été les premiers à développer cette approche [34] qui a par la suite été utilisée dans les pays industrialisés et les pays en développement [7, 8, 10]. D'autres indices d'adéquation basés sur la couverture des besoins en nutriments ont été développés. Certains d'entre eux, appelés indices de qualité alimentaire et indices de qualité nutritionnelle, sont basés sur la densité en nutriments de différents aliments et ne fournissent donc pas exactement de mesure de la qualité globale d'un régime [35, 36]. Enfin, d'autres auteurs ont également proposé des indices de qualité du régime en fixant une valeur seuil pour les ANR (par exemple deux tiers) [37].

▪ *Indices basés sur les besoins en nutriments et la notion de modération*

La récente prise de conscience de l'importance de combiner les concepts de carences en nutriments et de surnutrition dans la définition de la qualité alimentaire a conduit au développement de nouveaux indices. En plus des principales recommandations concernant les ingérés en macro et micronutriments, ces indices prennent en compte les recommandations concernant la proportion d'énergie provenant des lipides, le rapport entre graisses polyinsaturées et graisses saturées, l'apport en fibres alimentaires, le cholestérol et l'alcool [5, 13, 38, 39]. Parmi eux, le plus connu est certainement le « Diet Quality Index » (DQI) [5], dont l'objectif est de rendre compte de la qualité du régime alimentaire par rapport au risque de maladies chroniques liées à l'alimentation. Basé sur les recommandations nutritionnelles américaines, son principe est d'attribuer un score de 0, 1 ou 2 à l'individu selon que sa consommation est plus ou moins conforme pour 8 recommandations clés (concernant les consommations en graisses totales, graisses saturées, cholestérol, fruits et légumes, céréales et

Component	Range of score	Criteria for perfect score of 10	Criteria for minimum score of 0
Food group			
1. Grains	0 to 10	6-11 servings	0 servings
2. Vegetables	0 to 10	3-5 servings	0 servings
3. Fruits	0 to 10	2-4 servings	0 servings
4. Milk	0 to 10	2 to 3 servings	0 servings
5. Meat	0 to 10	2 to 3 servings	0 servings
Dietary guidelines			
6. Total fat	0 to 10	30% or less energy from fat	45% or greater energy from fat
7. Saturated fat	0 to 10	Less than 10% energy from saturated fat	15% or greater energy from saturated fat
8. Cholesterol	0 to 10	Less than 300 mg	Greater than or equal to 450 mg
9. Sodium	0 to 10	Less than 2,400 mg	Greater than or equal to 4,800 mg
10. Variety	0 to 10	16 different kinds of food items over 3-day period	6 or fewer food items over a 3-day period

Tableau 2: Les composantes du Healthy Eating Index (Kennedy et al., 1995)

légumineuses, protéines, sodium et calcium) (*Tableau 1*). Il permet ainsi d'identifier les individus qui parviennent à recouvrer leurs besoins en nutriments tout en réduisant leur consommation de graisses saturées. Aux Pays-Bas, un score similaire a été développé sur la base des recommandations alimentaires actuelles néerlandaises [39].

▪ *Indices basés sur les apports en nutriments et la consommation de certains aliments*

Une autre approche de mesure de la qualité alimentaire est de combiner les besoins en nutriments et la consommation de certains groupes d'aliments. Ainsi, les indices développés sur ce principe prennent en compte les ingérés en certains nutriments spécifiques et le nombre de portions de certains groupes d'aliments consommés. Un exemple de ce type d'indice est le « Healthy Eating Index » (HEI), développé par le Département de l'Agriculture des Etats-Unis dans le but de surveiller les changements de qualité des régimes alimentaires au cours du temps [4]. En concordance avec la pyramide alimentaire américaine, cet indice prend en considération le nombre de portions consommées parmi 5 groupes d'aliments, les apports en graisses totales, graisses saturées, cholestérol et sodium, ainsi qu'une mesure de la variété à partir d'une liste de 16 items alimentaires (*Tableau 2*). Le HEI a par la suite fait l'objet de plusieurs révisions. McCullough et al. ont notamment proposé un « Alternate Healthy Eating Index » (AHEI) qui, contrairement au HEI original, porte une attention particulière à la qualité des graisses (distinction entre acides gras saturés et insaturés) ainsi qu'à la qualité des groupes d'aliments [40].

De la même façon, Haines et al. ont proposé un DQI amélioré, appelé le « Diet Quality Index Revised » (DQI-R), qui entre dans cette catégorie d'indices. Le DQI-R a été développé dans le but de mieux refléter les directives nutritionnelles américaines et de mettre plus en avant les notions de diversité et de modération alimentaire [41]. Cet indice comporte 10 composantes et reflète les 3 principes de la pyramide alimentaire: variété, proportionnalité et modération. Des points sont ainsi attribués à chaque individu selon l'adéquation de son alimentation à ces trois principes (*Tableau 3*).

D'autres exemples de ce type d'indices incluent le « Healthy Diet Indicator » [42] et le « Mediterranean Diet Score » [43].

2.2.2. Dans les pays en développement

Dans les pays en développement, le concept de qualité globale de l'alimentation est le même qu'en pays industrialisés, mais l'intérêt qu'on lui porte est peut-être moindre, sans doute parce que les enjeux n'y sont pas les mêmes. En effet, dans les pays industrialisés, les maladies non

	Score	Scoring criteria	% Population in subgroup ^a
Total fat ≤30% energy intake	0-10 points	≤30%=10	32.2
		>30, ≤40=5	48.1
		>40=0	19.7
Saturated fat ≤10% energy intake	0-10 points	≤10%=10	37.6
		>10, ≤13=5	34.6
		>13%=0	27.8
Dietary cholesterol 300 mg/day	0-10 points	≤300 mg=10	66.9
		>300, ≤400 mg=5	14.6
		>400=0	18.5
2-4 servings fruit per day ^{bc} , % recommended servings	0-10 points	≥100%	19.6
		99%-50%	22.5
		<50%	57.8
3-5 servings vegetables per day ^{bc} , % recommended servings	0-10 points	≥100%	40.8
		99%-50%	38.9
		<50%	20.2
6-11 servings grains per day ^{bc} , % recommended servings	0-10 points	≥100%	23.1
		99%-50%	60.6
		<50%	16.3
Calcium intake as % AI ^d for age ^c % recommended servings	0-10 points	≥100%	16.6
		99%-50%	43.8
		<50%	39.6
Iron intake as % 1989 RDA ^e for age ^c	0-10 points	≥100%	59.6
		99%-50%	32.9
		<50%	7.4
Dietary diversity score	0-10 points	≥6%	14.9
		≥3, <6%	67.8
		<3	17.3
Dietary moderation score	0-10 points	≥7%	29.6
		≥4, <7	53.3
		<4	17.1

^a Based on sample size of 3,202 subjects.

^b Based on 1,600-, 2,200-, or 2,800-kcal diet.

^c Used as a continuous variable

^d AI=Adequate Intake value

^e RDA=Recommended Dietary Allowance

Tableau 3: Les composantes du Diet Quality Index-Revised (Haines et al., 1999)

transmissibles liées à l'alimentation telles que les maladies cardio-vasculaires, le diabète et l'hypertension sont une priorité de santé publique et constituent aussi un immense enjeu économique pour l'industrie pharmaceutique comme pour l'industrie agroalimentaire, avec l'émergence du concept d'aliment fonctionnel. Même si les problèmes de surpoids et d'obésité, ainsi que tous les problèmes de santé qui en découlent, existent aussi en milieu urbain des pays en développement, le risque est beaucoup moins perçu que dans les pays industrialisés. De plus, la priorité de nombreux pays en développement reste pour l'instant celle des problèmes d'insécurité alimentaire, surtout en milieu rural.

Par ailleurs, la mesure de la qualité globale de l'alimentation est particulièrement difficile dans les pays en développement. La plupart des indices développés dans les pays industrialisés nécessitent la quantification des nutriments ou aliments ingérés. Cette quantification est plus difficile à entreprendre dans les pays en développement dans la mesure où certaines méthodes sont peu applicables. Il est par exemple rarement possible de demander aux individus enquêtés de recueillir et quantifier eux-mêmes leurs ingérés alimentaires à l'aide de carnets alimentaires et de balances. Il n'y a généralement pas non plus de mesures standardisées et de manuels photos validés pour faciliter l'estimation des quantités ingérées, ni de références concernant les recommandations alimentaires adaptées à ces populations. Enfin, dans beaucoup de pays en développement et notamment en Afrique, le niveau d'éducation généralement faible des populations et la prise de repas dans des plats communs [44] rendent les méthodes quantitatives particulièrement lourdes et complexes à mettre en oeuvre.

Cependant, certaines équipes ont tout de même tenté de mesurer la qualité du régime alimentaire par des indices globaux dans de tels contextes. Ainsi, au Mali l'utilisation d'indices tels que le NAR et le MAR décrits précédemment pour estimer l'adéquation nutritionnelle des régimes a été explorée [10, 45]. De nouveaux indices tels que le « Score de qualité nutritionnelle » au Niger ont également été développés à partir de données quantitatives pour mesurer la qualité du régime alimentaire [22].

En 1996, un rapport OMS/FAO recommandait aux pays en développement de mettre en place des mesures de la qualité de l'alimentation prenant en compte les carences nutritionnelles et les excès alimentaires et problèmes de surnutrition [2]. En effet, l'émergence récente de maladies chroniques non transmissibles liées à l'alimentation s'est greffée sur les problèmes persistants de malnutrition dans ces pays. Cette émergence s'est accélérée avec l'urbanisation et pose un problème de santé aigu dans certains pays à croissance économique rapide. Ainsi, la conséquence de ce phénomène de transition nutritionnelle, à savoir la co-existence de

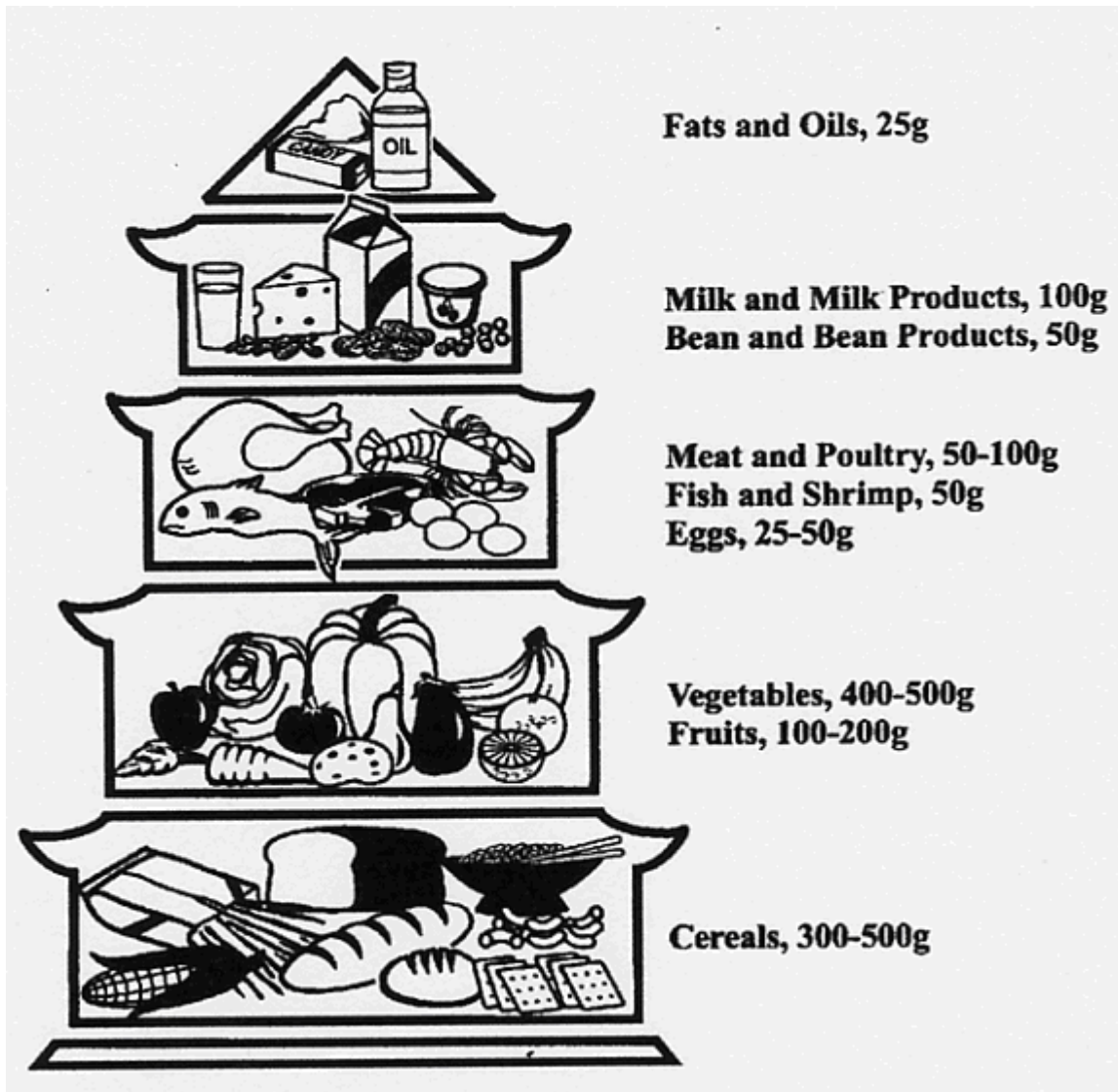


Figure 2: La pyramide alimentaire chinoise

Source: INFH-CAPM (Institute of Nutrition and Food Hygiene, Chinese Academy of Preventive Medicine)

problèmes de sous- et de sur-nutrition dans le même pays, et parfois même au sein d'une même famille, a provoqué un tournant dans la conceptualisation de la qualité alimentaire dans les pays en développement, à l'instar de ce qui s'est passé dans les pays industrialisés. La Chine est le premier pays à revenus moyens à avoir abordé ce double problème à travers les recommandations alimentaires pour la population chinoise (*Figure 2*). Ces recommandations incluent spécifiquement les concepts d'adéquation nutritionnelle, de diversité alimentaire et la promotion de la consommation de fruits, produits laitiers et aliments d'origine animale, tout en recommandant de modérer la consommation de certains aliments et nutriments susceptibles d'être associés à l'augmentation des maladies chroniques [46].

Un « Diet Quality Index » a également été développé pour la Chine, suivant la même stratégie que celle utilisée pour développer le DQI-R aux Etats-Unis [41, 47]. Cet indice s'appuie sur la consommation en nutriments et aliments représentant les différents aspects de la qualité alimentaire soulignés dans les directives alimentaires chinoises et permet ainsi d'identifier à la fois les problèmes de carences nutritionnelles et de surnutrition dans cette population.

Cette vue d'ensemble montre bien la richesse des expériences de mesure de la qualité globale de l'alimentation, dans les pays développés principalement. La variété des indices alimentaires s'explique par le fait que ces derniers reposent sur des recommandations qui sont non seulement spécifiques aux pays, mais aussi sujettes à des révisions permanentes. En revanche, même si les notions de couvertures en micronutriments et d'excès de certains types d'aliments commencent à être prises en compte dans les pays en développement, les expériences de mesure de qualité globale de l'alimentation y sont beaucoup plus rares. Les difficultés opérationnelles pour la mesure quantitative des ingérés en sont les principales raisons. C'est pourquoi, dans les pays en développement, on s'est contenté d'une approche plus réductrice de la qualité de l'alimentation à travers sa seule composante « diversité », qui est supposée être la plus importante dans ces pays en raison des problèmes de sécurité alimentaire, notamment en milieu rural.

3. MESURE DE LA DIVERSITÉ ALIMENTAIRE

L'une des composantes clé de la qualité globale de l'alimentation est l'adéquation nutritionnelle, que l'on approche par la mesure de la diversité alimentaire. Ce concept repose sur le fait que les besoins en nutriments ne sont pas couverts par un seul aliment mais par un régime composé de plusieurs aliments. Malgré l'importance accordée à la diversité de

l'alimentation, les méthodes développées pour la mesurer manquent d'harmonisation. De nombreux indices de mesure de la diversité alimentaire ont été proposés dans les pays industrialisés et, dans une moindre mesure, dans les pays en développement, mais les méthodes de mesure et de construction de ces indices ont soulevé de nombreuses interrogations.

La diversité de l'alimentation est de plus en plus souvent mesurée par des scores de diversité alimentaire (SDA), définis comme le nombre de groupes d'aliments différents consommés pendant une période de temps donnée. D'autres auteurs ont également proposé des scores basés sur le nombre d'aliments consommés plutôt que sur les groupes, appelés alors scores de variété alimentaire (SVA). Ces deux types de scores reposent en fait sur le même principe, mais dépendent du niveau de désagrégation des groupes d'aliments et de la définition même d'un aliment. Il est en effet difficile de déterminer quels aliments doivent compter pour un seul ou pour différents items. Au Mali, par exemple, l'équipe de Hatloy a comptabilisé plusieurs variétés de poisson comme des items alimentaires différents [19], alors que d'autres considèrent toutes les variétés de poisson comme un seul item. Les chercheurs ont donc traité ce problème de définition et de classification de différentes façons, par exemple en regroupant les aliments sur la base de leur origine ou de leur composition en nutriments. Cependant, il est évident que l'organisation des aliments en groupes peut s'envisager différemment, notamment selon les contextes culturels.

Un deuxième point majeur soulevé lors du développement des scores de variété ou de diversité est la prise en compte ou non dans le calcul du score des quantités d'aliments ou groupes d'aliments consommées, ainsi que la détermination du poids de chacun d'eux dans ce calcul.

Nous reviendrons sur ces questions un peu plus loin dans cet exposé.

3.1 Dans les pays industrialisés

Compte du nombre d'aliments ou groupes d'aliments consommés

Dans les pays industrialisés, un certain nombre d'auteurs ont utilisé des indices basés sur un simple compte de tous les items alimentaires consommés, en utilisant soit le compte des aliments [7], soit le compte des groupes d'aliments [6, 7, 39].

Kant a par exemple proposé un score très simple, appelé le « Food Group Score », qui attribue 1 point à chaque groupe d'aliments consommé parmi un total de 5 groupes (lait et produits laitiers, viandes, fruits, légumes et céréales) [6, 25]. En France, Drewnowski et al. ont utilisé

<i>food group</i>	<i>points per servings</i>	<i>possible food group score</i>
milk and milk products (up to a maximum of 2)	2	4
meat and meat alternatives* (up to a maximum of 2)	2	4
fruit and vegetables (up to a maximum of 4)	1	4
bread and cereals† (up to a maximum of 4)	1	4
total dietary score		16

* Includes animal protein foods, legumes, and nuts.

† Includes enriched and whole grains.

Tableau 4: Les composantes du Dietary Score
(Guthrie et al., 1981)

le même score de diversité, qu'ils ont appelé le « Dietary Diversity Score », et ont également utilisé un score de variété, le « Dietary Variety Score », correspondant au nombre d'aliments consommés parmi une liste de 73 aliments [48].

Enfin, Krebs-Smith et al. ont utilisé et comparé différents types de mesures de la diversité alimentaire: le nombre d'aliments consommés ; le nombre de groupes d'aliments consommés, parmi 6 groupes possibles ; le nombre d'aliments consommés au sein des groupes alimentaires majeurs et enfin le nombre de sous-groupes alimentaires au sein des groupes alimentaires majeurs [7].

Compte du nombre de portions consommées

D'autres auteurs ont pris en considération le nombre de portions de différents groupes d'aliments consommées, en conformité avec les recommandations alimentaires. Un exemple de cette approche est le « Dietary Score » proposé en 1981 par Guthrie et Scheer, qui attribue des poids à 4 groupes d'aliments consommés au cours des dernières 24h [8] (*Tableau 4*). Pour les groupes lait/produits laitiers et viandes/légumineuses, 2 points sont attribués pour chacune des 2 portions recommandées; pour le groupe des fruits/légumes et le groupe pains/céréales, 1 point est attribué pour chacune des 4 portions recommandées. Ainsi, le maximum de points possible est le même pour chacun des groupes d'aliments. Les points attribués sont ensuite sommés, le score maximum pouvant alors être de 16 points.

Une variante de cette approche a été proposée par Kant avec le « Serving Score », qui évalue la présence dans l'alimentation d'un nombre recommandé de portions venant de 5 groupes d'aliments sur une période de 24h: 2 portions pour les groupes lait/produits laitiers, viandes, fruits et légumes et 4 portions pour le groupe des céréales [6]. Ce score attribue un maximum de 4 points pour chaque groupe d'aliments et peut donc prendre une valeur maximale de 20 points.

3.2. Dans les pays en développement

Compte des aliments ou groupes d'aliments consommés

Le simple compte de tous les aliments consommés pendant une période donnée est l'une des approches de mesure de la diversité alimentaire (parfois appelée variété plutôt que diversité) qui a été très utilisée [23, 49, 50]. Cependant, dans la mesure où la consommation d'aliments appartenant à des groupes d'aliments différents semble plus bénéfique que la consommation d'aliments différents mais appartenant au même groupe alimentaire [51], de nombreux

auteurs ont préféré mesurer la diversité de l'alimentation en comptant le nombre de groupes d'aliments consommés, que ce soit au niveau individuel ou au niveau du ménage [22, 52, 53]. Enfin, certaines équipes utilisent les 2 approches, c'est-à-dire des indices dérivés du nombre d'aliments consommés (appelés alors scores de variété alimentaire ou SVA) et des indices dérivés du nombre de groupes d'aliments consommés (appelés alors scores de diversité alimentaire ou SDA) [10, 16].

Indices avec prise en compte des quantités minimales ou des portions consommées

Le plus souvent, l'aliment ou le groupe d'aliment est comptabilisé dans le score de variété/diversité dès lors qu'il est consommé dans la période définie, mais il arrive également qu'il ne soit comptabilisé que lorsqu'il est consommé au-delà d'une certaine quantité prédéfinie. Dans un rapport sur la validation d'un score de diversité chez les enfants de 2 à 6 ans, la FAO a essayé de calculer deux scores de diversité alimentaire (SDA): un SDA basé sur le nombre total de groupes d'aliments consommés pendant 24h et un second SDA basé sur les groupes d'aliments pour lesquels au moins 10 grammes ont été consommés [54]. Dans une étude réalisée dans 9 pays, Arimond et al. ont également testé différents scores de diversité alimentaire, dont deux étaient basés sur des quantités minimales de consommation de 1 et 10 grammes [55].

Une récente étude menée chez des adultes de Téhéran a considéré le nombre de portions consommées [24] conformément aux recommandations de la pyramide alimentaire américaine [32]. En s'inspirant des travaux de Haines et al. [41], les auteurs ont calculé un score de diversité à partir de 23 sous-groupes alimentaires dérivés des 5 groupes majeurs de cette pyramide. Dans cette étude iranienne, un sous-groupe n'est comptabilisé dans le score de diversité que si l'individu en consomme au moins une demi portion, telle que définie par les critères quantitatifs de la pyramide alimentaire américaine. Pour chacun des 5 groupes alimentaires majeurs, un score est calculé en divisant le nombre de sous-groupes qui a été consommé par le nombre total de sous-groupes appartenant à ce groupe majeur. Ce score est ensuite multiplié par 2 de sorte que le score maximum possible dans chaque groupe majeur soit de 2. Le score total correspond à la somme des scores dans chacun des 5 groupes majeurs, le maximum du score de diversité final étant donc de 10.

Indices avec système de pondération

Une étude réalisée au Mozambique a utilisé un système de pondération pour construire un indice de qualité des régimes alimentaires des ménages, appelé le « Mozambique Diet

Points	Items in food group
1	Vegetables, fruits, juices, other beverages (excluding water, coffee, tea), oils, sugars, butter, jam, mayonnaise, tomato sauce, condensed milk
2	Cereals, tubers, bread, spaghetti, cookies, cakes
3	Beans, groundnuts, coconuts, other nuts
4	Meats, fresh and dried fish, shellfish, eggs, fluid milk, cheese, yogurt, milk, egg custard

Tableau 5: Les composantes du Mozambique Diet Assessment Tool (Rose et al., 2002)

Assessment Tool » (MDAT) [56]. Ce système attribue des points différents aux aliments et groupes d'aliments en fonction de leur teneur en nutriments, de la biodisponibilité des nutriments qu'ils contiennent et enfin des portions habituelles consommées (*Tableau 5*). Ainsi, les aliments qui sont habituellement consommés en petites quantités, comme par exemple le lait concentré, reçoivent moins de points que les aliments avec une teneur en nutriments équivalente mais qui sont généralement consommés en plus grande quantité (le lait liquide par exemple). Les points sont ensuite sommés et la qualité du régime alimentaire du ménage est alors jugée à partir du nombre total de points qu'il aura obtenu.

Ainsi, une grande variété d'indices de mesure de la diversité du régime alimentaire a été proposée dans les pays industrialisés et les pays en développement. Ces indices, plus ou moins complexes, ont souvent été développés en fonction d'objectifs et de contextes spécifiques. Certaines équipes, dont la nôtre, se sont spécifiquement intéressées aux indices de diversité les plus simples possible. Leur validation dans différents contextes pourrait permettre une utilisation très large de ces indices ainsi que des comparaisons entre pays.

4. VALIDATION DES INDICES DE DIVERSITÉ ALIMENTAIRE

Les indices de diversité ont en général été validés par rapport à l'adéquation entre ingérés et besoins théoriques en nutriments, appelée encore adéquation nutritionnelle, puisque c'est ce qu'ils sont censés représenter.

4.1. Dans les pays industrialisés

Les études de validation des indices de diversité alimentaire sont nombreuses dans les pays industrialisés. La plupart d'entre elles sont citées dans une revue de littérature de Kant dans laquelle l'auteur répertorie toutes les caractéristiques par rapport auxquelles les indices de diversité, et plus généralement les indices de qualité alimentaire, ont été étudiés [57].

La plupart des indices de diversité alimentaire développés se sont révélés être associés avec les ingérés en nutriments et être ainsi de bons « proxies » de la qualité de l'alimentation. En 1987, Krebs-Smith et al. ont pu montrer que de simples scores de diversité étaient associés à l'adéquation nutritionnelle estimée par le MAR [7]. De même, le Dietary Variety Score de Drewnowski et al, défini comme le nombre de groupes d'aliments consommés sur une période de 15 jours consécutifs, était lié positivement avec les apports en vitamine C et négativement avec les apports en sel, sucre et graisses saturées [13]. De nombreuses autres

études ont pu mettre en évidence une relation entre diversité alimentaire et apports en différents nutriments [8, 14, 15, 18, 58-60].

4.2. Dans les pays en développement

Une étude menée au Mali auprès de jeunes enfants a spécifiquement validé deux types de scores mesurant la diversité alimentaire par rapport à l'adéquation en nutriments [10]. Les auteurs ont utilisé un score de variété basé sur le compte des items alimentaires (SVA) et un score de diversité basé sur le compte de 8 groupes d'aliments (SDA), calculés à partir d'une mesure des ingérés alimentaires par pesée. L'adéquation en nutriments a été estimée par le MAR. Les auteurs ont ainsi pu mettre en évidence une association du MAR avec le SVA et le SDA, avec des coefficients de corrélation de 0,33 et 0,39 respectivement. Ils ont par ailleurs pu démontrer que le SDA était un déterminant plus fort de l'adéquation en nutriments, puisque l'augmentation du nombre de groupes d'aliments avait un impact plus important sur cette adéquation que l'augmentation du nombre d'aliments individuels.

Au Vietnam, Ogle et al. ont utilisé le même type d'indices, calculés cette fois chez des femmes adultes à partir d'un questionnaire de fréquence alimentaire sur 7 jours, incluant plus de 120 items alimentaires et 12 groupes d'aliments [16]. Il a ainsi été montré que les femmes qui présentaient des SVA plus élevés avaient aussi des ingérés en la plupart des nutriments étudiés plus élevés. En outre, les femmes qui présentaient des meilleurs SDA avaient également des meilleurs NAR pour l'énergie, les protéines, la niacine, la vitamine C et le zinc. Ainsi, cette étude a confirmé l'association positive entre les scores de variété et diversité alimentaires et les ingérés en nutriments. De nombreuses autres études ont également confirmé ces associations [22, 45, 56, 61-63].

5. UTILISATION DES INDICES DE DIVERSITÉ ALIMENTAIRE

En plus de la multiplicité des indices de diversité alimentaire proposés, les utilisations qui sont faites de ces indices sont également très diverses. Dans la plupart des cas, ces indices ont été étudiés par rapport à l'état nutritionnel des individus, évalué par des mesures anthropométriques. Plus rarement, mais de façon plus appliquée, les indices ont été étudiés par rapport à leurs relations avec des états de santé. Dans ce dernier cas, les indices étant développés essentiellement dans les pays industrialisés, les problèmes de santé concernés sont essentiellement les pathologies liées à la surcharge pondérale, les maladies cardio-vasculaires

et les cancers. Enfin, ces indices ont parfois été mis en relation avec les caractéristiques socio-économiques des individus ou des ménages.

5.1. Dans les pays industrialisés

5.1.1. Caractéristiques sociodémographiques et économiques

Dans les pays industrialisés, peu d'études ont spécifiquement étudié les relations entre la diversité de l'alimentation et les caractéristiques sociodémographiques et économiques des individus. Dans une étude conduite chez des adultes aux Etats-Unis, Kant et al ont montré que les individus issus de populations noires avaient des indices de diversité plus faibles que les individus issus de populations blanches. De plus, les indices de diversité augmentaient avec le revenu et le niveau d'éducation des individus [6]. Chez des enfants américains d'âge scolaire, il a également été montré que l'alimentation était moins diversifiée chez les enfants de niveau socio-économique plus faible et chez les enfants dont les mères exerçaient une activité professionnelle en dehors du domicile [64]. Enfin, Davenport et al. ont rapporté qu'un indice alimentaire basé sur 14 aliments était lié aux caractéristiques sociodémographiques et au style de vie d'hommes et de femmes adultes [65]. Cet indice alimentaire était plus élevé chez les sujets qui avaient des niveaux socio-économique et d'éducation plus élevés, mais aussi chez les sujets qui ne fumaient pas ou plus et qui pratiquaient une activité physique. En revanche, aucune relation entre l'indice et le groupe ethnique des sujets n'a été trouvée.

5.1.2. Surpoids et obésité

La diversité de l'alimentation a été paradoxalement assez peu étudiée par rapport au problème de l'obésité. En effet, comme le montre la revue de littérature de Togo et al., la plupart des études se sont intéressées aux liens du surpoids et de l'obésité avec les types de régimes alimentaires et la qualité globale de l'alimentation, mais plus rarement de façon spécifique avec la dimension diversité alimentaire de cette dernière [66]. Pourtant, il a été prouvé, dans des études réalisées sur des animaux, que l'accès à une variété d'aliments entraînait une augmentation des apports énergétiques par rapport à l'accès à un seul aliment [67-69], induisant à long terme une prise de poids et de masse grasse [69, 70]. Les résultats d'études réalisées chez des humains sont cohérents avec les données animales puisqu'elles montrent aussi que la consommation alimentaire des individus augmente lorsqu'on leur propose une variété d'aliments différents plutôt qu'un seul [71-73].

Les quelques études portant sur les liens entre des indices de diversité alimentaire et l'état nutritionnel des individus ont montré des résultats plutôt contrastés. Kant et ses collègues ont par exemple montré, chez des femmes américaines adultes, qu'un score de diversité élevé (basé sur 5 groupes alimentaires majeurs) était associé à un indice de masse corporelle (IMC) faible et inversement [25, 74]. En revanche, une autre étude a montré qu'un indice basé sur 14 aliments était significativement plus élevé chez les sujets en surpoids ou obèses que chez les sujets ayant un IMC normal ou faible [65]. Enfin, d'autres études n'ont pu mettre en évidence aucune association entre un indice de diversité basé uniquement sur des aliments recommandés par les directives alimentaires et l'IMC [75, 76].

Ces résultats très hétérogènes ne sont pas aussi contradictoires qu'il y paraît. Il semble en réalité que les associations entre diversité alimentaire et état nutritionnel dépendent des types d'aliments ou des groupes d'aliments inclus dans l'indice de diversité. En effet, une étude américaine réalisée chez des hommes et femmes adultes a montré que la diversité alimentaire liée à certains items comme le sucre, les snacks et les glucides était associée avec le pourcentage de masse grasse corporelle, mais que la diversité liée au groupe des légumes était inversement liée à ce pourcentage [77]. La revue de Raynor et Epstein montre également que c'est la diversité des aliments riches en énergie qui augmente les risques de surpoids et d'obésité [78].

5.1.3. Mortalité et morbidité

Plusieurs études ont mis en évidence une relation inverse entre les indices de diversité alimentaire et la mortalité. A plusieurs reprises, Kant et al. ont montré que le risque de mortalité due à n'importe quelle cause était inversement associé à des indices simples de la diversité alimentaire, aussi bien chez les hommes que chez les femmes [25, 75]. Dans l'une de ces études, les femmes qui présentaient un meilleur indice de diversité avaient un risque de mortalité diminué de 30% après ajustement sur les facteurs de confusion potentiels. La même équipe a également montré que les risques de mourir d'une maladie cardio-vasculaire ou d'un cancer étaient inversement corrélés au score de diversité alimentaire chez les hommes et chez les femmes [74]. Des études supplémentaires ont pu observer ce type d'association [79-81].

Les relations entre la diversité de l'alimentation et l'incidence ou la mortalité due aux maladies chroniques liées à l'alimentation, telles que les maladies cardio-vasculaires et certains cancers, ont également été étudiées. McCullough et al. ont montré qu'un indice de diversité plus élevé chez des hommes américains était un facteur protecteur par rapport au risque de maladies cardio-vasculaires, tandis que cela n'avait pas été démontré chez les

femmes [76]. Il a été établi par ailleurs que la diversité de l'alimentation était également inversement liée à l'incidence de maladies cardiovasculaires chez des sujets atteints de diabète de type II [82] et à l'hypertension chez des adultes [82, 83].

Enfin, plusieurs études menées en Italie sur les liens entre la diversité alimentaire et l'incidence de cancers ont montré qu'une diversité plus élevée était associée à une plus faible incidence des cancers colorectaux et gastriques [26, 84]. D'autres indices de mesure de la diversité alimentaire se sont révélés être inversement associés au risque de cancer de l'œsophage chez des hommes noirs américains [85] et au risque de cancer du poumon chez des femmes américaines [80].

5.2. Dans les pays en développement

5.2.1. Sécurité alimentaire et caractéristiques socio-économiques des ménages

Peu d'études se sont spécifiquement intéressées aux associations entre la diversité alimentaire et les caractéristiques socio-économiques et/ou la sécurité alimentaire des ménages, définie comme la capacité des ménages à accéder à suffisamment de nourriture, en quantité comme en qualité, culturellement acceptable et en toutes saisons, pour mener une vie saine et active. Intuitivement, pourtant, il est vraisemblable de penser que les individus diversifient leur alimentation lorsque leurs revenus augmentent, notamment parce qu'une plus grande variété rend l'alimentation plus plaisante.

Deux principales études ont spécifiquement étudié les liens entre la diversité alimentaire au niveau du ménage et la sécurité alimentaire et les caractéristiques socio-économiques.

Sécurité alimentaire

Hoddinott et Yohannes se sont demandés si la diversité alimentaire des ménages pouvait être utilisée comme un indicateur de leur sécurité alimentaire [20]. En effet, comme l'obtention d'information détaillée sur la sécurité alimentaire est une tâche difficile, cette approche permettrait de simplifier, raccourcir et réduire les coûts des enquêtes. Dans une étude incluant 10 pays (Ghana, Malawi, Mali, Kenya, Inde, Philippines, Mozambique, Mexique, Bangladesh et Egypte), les auteurs ont exploré les relations entre la diversité alimentaire des ménages, la consommation *per capita* du ménage (un « proxy » du revenu du ménage) et la disponibilité énergétique *per capita* du ménage (un « proxy » de la sécurité alimentaire). Dans cette étude, la diversité alimentaire a été mesurée par la somme des aliments différents consommés pendant les 7 derniers jours par tous les membres du ménage. Les auteurs ont également

utilisé un score de diversité basé sur les groupes d'aliments, en utilisant une classification en 12 groupes. La consommation *per capita* du ménage a été évaluée par la valeur des dépenses (alimentaires et non alimentaires) pendant les 7 derniers jours et la consommation énergétique par les consommations et dépenses alimentaires du ménage pendant la même période. Les résultats ont montré qu'une augmentation de 1% de la diversité alimentaire était associée à une augmentation de 1% des dépenses *per capita* et de 0,7% des disponibilités énergétiques *per capita*. Lorsque les aliments de base étaient séparés des autres aliments, les auteurs ont montré qu'une augmentation de 1% de la diversité alimentaire du ménage était associée à une augmentation de 0,5% de la disponibilité énergétique venant des aliments de base et à une augmentation de 1,4% de la disponibilité énergétique venant d'autres aliments. Cela signifie que lorsque les ménages diversifient leur alimentation, ils ont tendance à augmenter leur consommation d'aliments «nobles» plutôt que d'augmenter la variété au sein des groupes d'aliments de base. Ces associations ont été observées dans les pays à revenus moyens ou faibles, en milieu rural et urbain et à travers les différentes saisons.

Sur la base de ces résultats, un guide de recommandations sur la mesure de la diversité alimentaire comme « proxy » de la sécurité alimentaire des ménages a été publié en 2005 [12].

Caractéristiques socio-économiques

Dans une étude au Mali, Hatloy et al. ont étudié les relations entre la variété/diversité alimentaire et les caractéristiques socio-économiques des ménages [19]. La diversité alimentaire a été mesurée par un SVA et un SDA, comme décrits précédemment, calculés au niveau de chaque ménage. Le niveau socio-économique du ménage a été estimé par la somme des biens possédés parmi une liste de 14 biens possibles. Les résultats ont montré que la diversité alimentaire, qu'elle soit mesurée avec le SVA ou avec le SDA, augmentait avec le niveau socioéconomique des ménages, à la fois en milieu rural et urbain. Les auteurs ont également souligné que la diversité alimentaire était beaucoup plus élevée en milieu urbain qu'en milieu rural.

Une autre étude menée chez des hommes et femmes adultes au Mali avait pour objectif secondaire d'identifier et de comparer les déterminants de l'adéquation nutritionnelle et de la diversité alimentaire mesurée au niveau individuel [17]. Les auteurs ont ainsi montré que la diversité alimentaire était liée au lieu de résidence et au groupe ethnique. Ils ont également montré qu'elle était positivement associée à l'éducation des individus, au niveau socio-

économique du ménage et au fait de ne jamais avoir connu de famine, et qu'elle était négativement associée à l'âge des sujets.

Quelques autres études ont abordé la question des relations entre la diversité alimentaire et les caractéristiques socio-économiques. Dans les Andes du Sud, la diversité alimentaire s'est révélée être plus élevée en milieu urbain qu'en milieu rural. En milieu urbain, la diversité était plus faible chez les ménages pauvres et les différences étaient essentiellement dues à de plus faibles consommations de viandes, produits laitiers et légumes [86]. Ferguson et al. ont également mis en évidence des différences de diversité alimentaire entre des ménages de niveaux socio-économiques différents au Ghana et au Malawi [50].

5.2.2. Etat nutritionnel

De nombreuses études se sont intéressées à l'association entre des mesures de la diversité de l'alimentation et l'état nutritionnel des enfants, en particulier leur croissance. En revanche, l'étude de l'effet de la diversité alimentaire sur l'état nutritionnel des adultes est beaucoup plus rare.

Chez les enfants

L'équipe norvégienne qui a travaillé au Mali a mis en évidence une forte association entre la diversité alimentaire mesurée au niveau du ménage et l'état nutritionnel des enfants âgés de 6 à 59 mois vivant en milieu urbain [19]. En effet, dans un tel contexte, les enfants qui présentaient de faibles scores de variété et de diversité alimentaires (SVA et SDA) avaient deux fois plus de risques d'être maigres ou de développer un retard de croissance, même après ajustement sur les facteurs socio-économiques. En revanche, ces relations n'ont pas été trouvées chez les enfants vivant en milieu rural. Les auteurs ont supposé que cette absence de relation était due au caractère très monotone de l'alimentation en milieu rural et aux faibles différences de SVA et SDA entre les ménages. Ils ont également supposé que, dans ce milieu, d'autres facteurs avaient une influence plus importante sur l'état nutritionnel que la composition de l'alimentation.

Au Kenya, il a été montré que la diversité alimentaire, exprimée sur 24h mais mesurée sur 3 jours (moyenne de 3 rappels de 24h), chez des enfants âgés de 12 à 36 mois, était positivement liée à 5 mesures anthropométriques: taille-pour-âge (indicateur du retard de croissance), poids-pour-âge (indicateur d'insuffisance pondérale), poids-pour-taille (indicateur d'émaciation), pli cutané du triceps et périmètre brachial [23]. Ce type

d'association a également été rapporté dans d'autres études, notamment chez des enfants vivant au Niger [22] et en Chine [53].

L'importance des aliments d'origine animale au sein de la diversité alimentaire a été soulignée dans des études conduites au Pérou et au Mexique [87, 88]. Au Pérou, un indice basé sur les aliments d'origine animale était lié à la taille des enfants à 15 mois, mais seulement chez ceux qui avaient une diversité globale faible.

D'une façon générale, les associations entre diversité alimentaire et état nutritionnel des enfants ont été bien documentées. Cependant, les études réalisées n'ont pas toujours utilisé les ajustements appropriés sur les facteurs socio-économiques [89]. Pourtant, étant donné que la diversité de l'alimentation a tendance à augmenter avec les revenus et la richesse des ménages, il est probable que les associations entre cette diversité et l'état nutritionnel des enfants soient modifiées par ces facteurs socio-économiques. Récemment, une analyse des données issues des Enquêtes Démographiques et de Santé (EDS) de 11 pays a examiné l'association entre la diversité alimentaire et l'indicateur du retard de croissance (taille-pour-âge) chez les enfants de 6 à 23 mois, en ajustant sur la richesse du ménage ainsi que sur d'autres facteurs de confusion potentiels [90]. Sans ajustement, une association entre la diversité alimentaire et l'indicateur taille-pour-âge a été observée dans 9 des 11 pays. Après ajustement, l'association était encore significative dans 7 pays et la diversité alimentaire présentait une interaction significative avec d'autres facteurs (l'âge de l'enfant, l'allaitement, milieu rural/urbain) dans 3 des 4 pays restant. Finalement, la diversité alimentaire était donc significativement reliée à la croissance des enfants, que ce soit comme effet principal ou en interaction avec d'autres facteurs, dans tous les pays étudiés sauf un.

Enfin, deux études récentes au Kenya et au Burkina Faso se sont intéressées à des indices synthétiques des pratiques d'alimentation du jeune enfant [21, 52]. Ces indices ont été construits à partir de différents éléments clé concernant l'alimentation de l'enfant: l'allaitement, l'utilisation du biberon, la fréquence des prises alimentaires et la diversité alimentaire. Après avoir observé que l'indice des pratiques d'alimentation était associé à l'état nutritionnel des enfants en milieu rural, les auteurs de ces 2 études ont cherché à identifier quels éléments de l'indice contribuaient à cette association. Il s'est avéré que les scores de diversité alimentaire utilisés étaient très liés à l'indicateur taille-pour-âge des enfants, même après ajustement sur les facteurs de confusion. Au Burkina Faso, Sawadogo et al. ont également montré que la diversité globale de l'alimentation du jeune enfant avait plus d'importance pour son état nutritionnel que la consommation de groupes d'aliments particuliers.

Chez les adultes

Contrairement aux enfants, très peu d'études ont recherché des liens éventuels entre la diversité de l'alimentation et l'état nutritionnel des adultes dans les pays en développement. Torheim et son équipe ont étudié les relations entre un indice de diversité alimentaire calculé sur une période d'une semaine et l'indice de masse corporelle des femmes au Mali, mais aucune relation n'a pu être observée [17].

En revanche, une récente étude réalisée dans la capitale d'un pays à revenus moyens (Iran) a montré que le risque d'être obèse chez des adultes était plus important lorsque leur diversité alimentaire globale était plus élevée [24].

5.2.3. Morbidité

Dans les pays en développement, très peu d'études ont spécifiquement étudié les liens entre la diversité alimentaire et la morbidité. Très souvent la morbidité est mesurée par une seule question simple « Avez-vous été malade durant les 15 derniers jours ? » et est considérée comme une variable d'ajustement potentielle dans les modèles qui étudient les liens entre la diversité et d'autres caractéristiques. Torheim et al. ont par exemple montré que les indices de diversité étaient plus faibles chez les sujets qui avaient déclaré avoir été malades [17].

L'étude réalisée en Iran a mis en évidence une association inverse entre la diversité alimentaire et le risque d'hypertension et de diabète [24].

Dans un autre pays à revenus moyens (Bostwana), Clausen et son équipe ont construit un score de variété alimentaire correspondant à la somme des fréquences de consommation hebdomadaire de 16 aliments chez des sujets adultes de plus de 60 ans [91]. Il a ainsi été montré qu'un score de variété élevé était associé avec la déclaration d'un bon état de santé ainsi qu'avec des fonctions cognitives jugées normales par le biais d'un questionnaire standardisé.

Ainsi, malgré la variété des approches de mesure de la diversité alimentaire et les différentes conditions dans lesquelles sont réalisées les études, la majorité des résultats sont cohérents et montrent que les indices de diversité alimentaire ont une certaine validité par rapport à l'adéquation nutritionnelle. De plus, ces indices sont fortement associés aux caractéristiques socio-économiques des ménages, à certains états de santé, ainsi qu'à la croissance des enfants. En revanche, des études supplémentaires sont nécessaires afin de clarifier les associations entre la diversité alimentaire et l'état nutritionnel des adultes, à la fois en milieu rural et urbain.

6. STANDARDISATION DES INDICES DE DIVERSITÉ ALIMENTAIRE

Malgré l'intérêt incontestable que peuvent avoir les indices de diversité alimentaire, de nombreuses questions concernant leur construction et leurs applications restent non résolues.

6.1. Aliments ou groupes d'aliments

La question de savoir s'il vaut mieux calculer des scores de diversité à partir des aliments ou des groupes d'aliments a été posée dans plusieurs études. Les études au Mali et au Vietnam ont montré que ces deux types de scores reflétaient correctement la qualité du régime alimentaire en terme de couverture en micronutriments [10, 16]. Cependant, l'étude Malienne a montré que la diversité des groupes d'aliments était un meilleur indicateur de l'adéquation du régime en nutriments que la diversité des aliments. D'autres auteurs préconisent l'utilisation d'un indice de diversité basé sur les groupes d'aliments pour des raisons de simplicité [7, 19]. Krebs-Smith et al. ont par ailleurs testé 3 types de scores de diversité et ont montré que la diversité mesurée sur la base de 5 grands groupes alimentaires étudiés expliquait autant de variation du MAR que la diversité au sein de chaque groupe. Enfin, dans ses guides techniques, FANTA recommande également de calculer le nombre de groupes d'aliments différents plutôt que le nombre d'aliments différents [12, 51].

A l'inverse, d'autres auteurs ont supposé qu'un changement dans la consommation alimentaire, par exemple en raison d'un apport financier différent, se traduira plus par une diminution/amélioration de la qualité des aliments consommés au sein des groupes habituels que par la variation du nombre de groupes d'aliments consommés [20]. En outre, une étude s'intéressant à l'effet de la diversité des aliments et des groupes d'aliments sur le risque de cancer du sein en Italie a observé que la diversité au sein du groupe des légumes avait davantage d'effets bénéfiques sur la réduction du risque de cancer que des ingérés élevés de légumes [92].

Les avis concernant le choix de calculer les indices de diversité à partir des aliments ou des groupes d'aliments consommés sont donc partagés. Il se dégage néanmoins une tendance en faveur de la diversité alimentaire basée sur des groupes d'aliments.

6.2. Classification des groupes d'aliments

Même s'il existe une préférence pour les scores de diversité basés sur des groupes d'aliments, la question du nombre et du choix de ces groupes n'a pas encore été résolue. La sélection des

groupes d'aliments peut être guidée par les objectifs pour lesquels les scores de diversité sont utilisés. Par exemple, si le score de diversité est utilisé pour identifier des populations à risques de carences en micronutriments, la classification utilisée devra distinguer les groupes d'aliments en fonction de leur teneur en micronutriments (par exemple, distinguer les groupes d'aliments riches en vitamine A, et/ou en vitamine C, des autres groupes). Dans ce cas, il est évident que les comparaisons entre études sont plus difficiles que si l'on utilise une classification consensuelle, mais cette dernière risque alors d'être mal adaptée aux objectifs et contexte de l'étude.

Malgré ces principes généraux, de nombreuses questions persistent en ce qui concerne la classification des aliments en différents groupes et sous-groupes alimentaires. Dans la littérature, de nombreuses classifications différentes ont été proposées, le nombre de groupes alimentaires (ou sous-groupes) au sein de ces classifications variant de 4 à 23 [89]. Par exemple, Rose et al. ont utilisé une classification en 4 groupes alimentaires [56], Kant et al. en 5 groupes [93], Hatloy en 10 groupes [19], Torheim en 12 groupes [61] ou encore Azadbakht en 23 sous-groupes [24]. A ce jour, aucune classification internationale n'a été décidée. Les différentes équipes utilisent donc leur propre classification en fonction de leurs objectifs, mais également en fonction du contexte et des habitudes locales dans lesquels ils travaillent. Ces chiffres montrent bien le manque de consensus au sein de la communauté scientifique et des recherches supplémentaires sont indispensables pour développer une classification universelle et des indices de diversité qui permettent d'établir des comparaisons entre pays.

Un effort allant dans ce sens a eu lieu lors d'un récent atelier sur la diversité et la qualité du régime alimentaire, destiné à faire l'état de l'art sur la question et à identifier les questions de recherche prioritaires en suspens, qui a été organisé conjointement par la FAO, l'IFPRI et l'OMS à Rome. Lors de cet atelier, des discussions ont eu lieu sur l'utilisation d'une classification en 8 groupes d'aliments pour les enfants de moins de 2 ans et en 9 groupes pour les enfants de 2 à 5 ans ainsi que pour les adultes [11]. Depuis, les études et discussions complémentaires se poursuivent. Il semblerait que les récentes discussions concernant la classification à utiliser chez les adultes tendent plutôt vers le choix d'une classification en 6 ou 7 groupes d'aliments [94].

6.3. Prise en compte des quantités consommées

Une autre question concerne la prise en compte des quantités consommées dans le score de diversité et plus spécifiquement s'il faut déterminer une quantité ou une portion minimale

consommée pour qu'un aliment soit considéré dans le score. Ce problème s'est posé en Europe et aux Etats-Unis où des critères d'inclusion et d'exclusion des aliments ont été fixés. Par exemple, la quantité de sauce tomate ajoutée dans un sandwich est insuffisante pour être considérée comme un apport en légume [7].

Cette question s'est également posée au Mozambique lors du développement du « Mozambique Diet Assessment Tool » [56]. Dans cette étude les auteurs ont attribué moins de points aux aliments consommés généralement en petites quantités qu'aux aliments de même composition nutritionnelle mais qui sont susceptibles d'être consommés en quantités non négligeables.

Dans les pays d'Afrique, le problème se pose avec différents aliments qui entrent dans la composition des sauces et bouillies, éléments essentiels de l'alimentation des zones rurales sahéliennes. Ces aliments, tels que la poudre de poisson séché et le concentré de tomates sont donc consommés très fréquemment, mais en très petites quantités dans la mesure où seules quelques pincées ou cuillerées sont ajoutées dans les sauces et bouillies. Ce type de question a par exemple été soulevé avec la poudre de poisson et les produits laitiers chez des enfants au Ghana [95].

Ainsi, la non prise en compte de quantités minimales de consommation pour la construction des scores de diversité peut conduire à une surestimation de la consommation de certains groupes d'aliments. Une très bonne connaissance des habitudes alimentaires locales est indispensable pour identifier les aliments particulièrement sujets à ce type de problème.

6.4. Construction des indices

Les indices de diversité alimentaire sont le plus souvent construits en additionnant simplement le nombre d'aliments ou groupes d'aliments différents consommés pendant une période donnée. De cette façon, tous les items alimentaires, qu'ils soient consommés une ou plusieurs fois dans la période de référence, contribuent autant à la valeur finale de l'indice de diversité. Pourtant, il est légitime de se demander si les aliments ne devraient pas plus ou moins contribuer à l'indice final en fonction de leurs qualités nutritionnelles. De même, est-ce qu'un aliment consommé une seule fois dans la période de référence doit compter autant qu'un aliment consommé plusieurs fois ? Certains auteurs ont essayé de prendre en compte ces considérations dans la construction des indices de diversité.

Dans les pays industrialisés, la construction de ces indices a parfois incorporé le nombre de portions de certains groupes alimentaires, notamment en concordance avec les

recommandations alimentaires. Cependant, ces indices étaient généralement destinés à refléter la qualité globale des régimes alimentaires plutôt que leur seule diversité [4, 8, 41].

D'autres auteurs ont également proposé d'utiliser des systèmes de pondération. Hoddinot et Yohannes ont par exemple proposé de calculer une somme pondérée des aliments consommés, les poids attribués reflétant le nombre de jours pendant lesquels l'aliment considéré a été consommé [20]. Cependant, cette approche nécessite de prendre des décisions concernant la valeur des poids à attribuer aux différentes fréquences de consommation. Dans la mesure où il n'existe pas de recommandations internationales sur la diversité alimentaire et plus précisément sur le nombre et type de groupes d'aliments à consommer pour les différents groupes de populations, ces décisions restent assez arbitraires.

Une autre méthode de pondération a été expérimentée au Mozambique [56]. Elle se base sur la pondération des aliments eux-mêmes plutôt que sur leur fréquence de consommation. En effet, comme il a été décrit précédemment (cf paragraphe 3.2), ce système attribue des points différents aux aliments et groupes d'aliments en fonction de leur teneur en nutriments, de la biodisponibilité des nutriments qu'ils contiennent et enfin des portions habituelles consommées. Ainsi, ce système attribue 4 points aux viandes et autres aliments riches en protéines animales, 3 points aux légumineuses, 2 points aux céréales, et 1 point aux fruits, légumes et autres aliments.

6.5. Valeurs seuil

Une question supplémentaire concerne le choix des seuils pour définir des indices de diversité faibles, moyens, ou satisfaisants. A ce jour il n'existe aucune recommandation internationale qui détermine le nombre d'aliments ou de groupes d'aliments à consommer par jour pour recouvrir ses besoins nutritionnels, sans doute parce qu'il n'existe pas encore de consensus sur la classification en groupes ou en sous-groupes d'aliments à utiliser. Ainsi, les seuils qui déterminent les différents niveaux de diversité des régimes alimentaires sont généralement définis dans le contexte où ils sont utilisés. Lorsqu'il s'agit d'essayer de déterminer des seuils qui prédisent le mieux l'adéquation nutritionnelle d'un régime dans un contexte spécifique, il est préférable que ces seuils soient basés sur des critères plus fonctionnels. Pour cela, des analyses de sensibilité-spécificité utilisées par Hatloy et al. [10] et des courbes caractéristiques de la performance d'un test (courbes ROC : Receiver Operating Characteristic Curves) sont recommandées [96].

Cependant, en raison de l'absence de seuils encore établis, la plupart des études qui se sont intéressées à la diversité des régimes se sont basées sur des terciles ou des quintiles déterminés par la distribution de l'indice de diversité au sein de l'échantillon. Cette approche permet d'établir des comparaisons au sein de l'échantillon et convient par exemple très bien pour étudier les relations entre la diversité alimentaire et des états de santé et de nutrition.

6.6. Durée et jours de recueil

La durée pendant laquelle l'information alimentaire doit être collectée pour évaluer de façon optimale la diversité alimentaire reste floue. Comme pour toutes les méthodes d'évaluation alimentaire, cette durée dépend de la variabilité d'un jour à l'autre, de l'erreur de mesure et de l'utilisation de l'indice de diversité à un niveau individuel ou populationnel. Jusqu'à présent, la communauté scientifique n'a pas réussi à définir un nombre de jours nécessaires pour refléter correctement la consommation alimentaire individuelle.

Aux Etats-Unis, Drewnowski et al. ont mesuré la diversité alimentaire cumulative chez des adultes sur une période de 15 jours [13]. Comme l'on pouvait s'y attendre, le nombre d'aliments différents consommés augmentait avec le temps, jusqu'à atteindre un plateau représentant le « répertoire alimentaire » des individus. Généralement, les courbes augmentaient fortement pendant les 3 premiers jours, puis avaient tendance à stagner entre le 10^{ème} et 15^{ème} jours. Par conséquent, ces auteurs ont conclu que mesurer la diversité alimentaire sur un seul jour pouvait sous-estimer la variabilité réelle des apports alimentaires. En revanche, ils ont également suggéré que l'estimation de la diversité alimentaire devait se faire sur une période de moins de 2 semaines pour qu'elle soit correcte.

Dans les pays en développement, il paraît difficile d'estimer la diversité alimentaire sur d'aussi longues périodes. Dans ces pays, la méthode du rappel alimentaire est souvent utilisée pour sa simplicité, mais la question du nombre de rappels (1, 2, 3 jours ou plus) qui doit être réalisé fait encore l'objet de débats. Certains auteurs pensent qu'un rappel de courte durée est une méthode correcte et fiable pour évaluer les apports alimentaires dans les pays en développement [51, 97, 98]. En effet, dans ces pays, les régimes alimentaires ont tendance à être simples et monotones et les variations intra-individuelles sont par conséquent généralement faibles [99]. De plus, des rappels alimentaires réalisés sur de courtes périodes minimisent considérablement les biais de mémoire, qui sont particulièrement fréquents lorsque le niveau d'éducation des populations est faible [51]. En revanche, d'autres auteurs pensent qu'un rappel sur une courte durée, notamment sur 24h, est insuffisant dans la mesure

où il permet de refléter la consommation instantanée mais pas la consommation habituelle d'un individu. Il peut également conduire à une sous-estimation des aliments moins couramment consommés [100, 101].

Ainsi, de nouvelles recherches sont nécessaires pour harmoniser la notion de durée pendant laquelle la consommation alimentaire doit être collectée.

Par ailleurs, la question de savoir si les jours de consommation atypique doivent être inclus dans le rappel a également besoin d'être clarifiée. En effet, il est connu que la consommation alimentaire des individus peut changer lors de ces jours spéciaux, dans les pays industrialisés [102] comme dans les pays en développement [51]. Dans les pays industrialisés, les jours atypiques concernent les jours fériés et jours de week-end et sont généralement pris en compte dans les enquêtes alimentaires. Dans les pays en développement, les jours atypiques correspondent également aux jours fériés et week-end en milieu urbain. En revanche, en milieu rural les jours de week-end n'ont pas de signification particulière, contrairement aux jours de marché, aux fêtes et cérémonies. Par conséquent, les jours atypiques font l'objet de moins d'attention en milieu rural dans les pays en développement.

6.7. Période du recueil

La période de l'année pendant laquelle on mesure la diversité alimentaire doit également être prise en compte. Dans les pays industrialisés, cette question n'est pas forcément capitale car même si les types d'aliments consommés varient selon les saisons, il est peu probable que la diversité alimentaire subisse de grosses variations tout au long de l'année. En revanche, la saisonnalité a été reconnue comme un élément clé des disponibilités alimentaires dans les pays en développement et particulièrement dans les régions à fortes variations saisonnières, telle que la zone Sahélienne en Afrique. En effet, chaque année les populations rurales de ces pays doivent faire face à une période de soudure alimentaire, correspondant à la période située entre l'épuisement des stocks de céréales et les récoltes suivantes. En plus de l'épuisement des réserves alimentaires annuelles, cette période correspond à une période d'activité physique intense car les populations doivent se consacrer aux travaux agricoles [103-105]. Enfin, l'arrivée des pluies pendant cette même période conduit à une augmentation de l'incidence de certaines maladies, en particulier du paludisme [106, 107]. Dans la littérature, les conséquences de la période de soudure alimentaire sur l'état nutritionnel des populations sont bien documentées. Pendant cette période, il a en effet été observé une perte de poids et de masse grasse aussi bien chez les hommes que chez les femmes [106, 108-111]. De

nombreuses études ont également exploré l'effet des saisons sur les types de régimes alimentaires, en particulier sur les apports en énergie et en nutriments [106, 111-113]. En revanche, très peu d'études se sont spécifiquement intéressées à l'effet des saisons sur la diversité alimentaire. A notre connaissance, seuls Swindale et al. ont abordé ce problème dans un guide technique, publié en 2005, s'intéressant à la construction d'un score de diversité au niveau des ménages pour mesurer leur accès aux aliments [12]. Afin de correctement capturer les changements de ce score au cours du temps, les auteurs recommandent de recueillir les données alimentaires pendant la période la plus critique de la soudure, c'est-à-dire juste avant les récoltes. Ils recommandent également d'entreprendre le recueil de données subséquentes à cette même période de façon à éviter les variations saisonnières.

Il est évident que les indices de diversité sont des outils intéressants pour diagnostiquer le bien-être, au sens large, des populations. Cependant, des études supplémentaires de validation et de recherche d'associations avec différentes questions de santé et de nutrition sont encore nécessaires afin de tester divers types d'indices, systèmes de pondération, valeurs seuils, périodes et durées de référence.

*Objectifs et
Questions de recherche*

OBJECTIFS ET QUESTIONS DE RECHERCHE

Les indices de diversité sont des outils prometteurs puisqu'ils reflètent l'une des dimensions importantes de la qualité des régimes alimentaires et qu'ils sont associés à un certain nombre de caractéristiques socio-économiques, nutritionnelles et de santé. Cependant, en plus de la nécessité de standardiser ces indices, leurs utilisations potentielles dans différents contextes ont également besoin d'être approfondies. Nous nous sommes donc intéressés à différentes façons de calculer ces indices de diversité ainsi qu'à leur capacité à identifier des populations vulnérables sur le plan alimentaire, socio-économique ou nutritionnel.

Les questions de recherche étaient les suivantes :

- Quel niveau de désagrégation des groupes d'aliments utiliser pour calculer les indices de diversité alimentaire ? Doit-on calculer ces indices à partir de groupes d'aliments, et avec quelle classification, désagréger ces groupes en sous-groupes, ou encore utiliser les aliments individuels ?
- Quelle période de recueil doit être préconisée pour le calcul des indices de diversité ?
 - sur combien de jours les indices doivent-ils être calculés ? Est-ce qu'une période de 24h est suffisante ?
 - si le recueil est réalisé sur plusieurs jours, ces jours doivent-ils être consécutifs ou non ?
 - ce recueil doit-il inclure des jours atypiques ?
 - le recueil doit-il être effectué à une ou plusieurs périodes de l'année, et à quelle(s) période(s) ?
- Quelles sont les relations entre ces indices de diversité, calculés de différentes façons, à différents moments et dans différents contextes (milieu rural ou urbain), avec les caractéristiques socio-économiques et l'état nutritionnel des femmes en âge de procréer ?

Cadre de l'étude



Figure 3: Situation géographique du Burkina Faso

CADRE DE L'ÉTUDE

1. ZONES D'ÉTUDES

Les études qui entrent dans le cadre de cette thèse se sont déroulées dans deux milieux du Burkina Faso, dont nous décrivons ci-après les principales caractéristiques.

1.1. Le Burkina Faso

1.1.1. Situation géographique

Le Burkina Faso est un pays d'Afrique occidentale enclavé dans la boucle du Niger (*Figure 3*). Appelé également « Pays des hommes intègres », le Burkina est un pays de taille moyenne (274 200 km²) sans débouché sur la mer. Il est limité par le Mali au nord, le Niger à l'est, le Bénin au sud-est, le Togo et le Ghana au sud et la Côte-d'Ivoire au sud-ouest. Divisé en 45 provinces, il est essentiellement couvert d'une pénéplaine et est drainé par 3 fleuves : le Mouhoun, le Nazinon et le Nakembé.

Faisant partie des pays sahéliens, le Burkina Faso possède un climat tropical, avec 2 saisons très contrastées : une saison sèche, qui s'étend d'octobre à mai, et durant laquelle souffle l'harmattan, un vent chaud et sec originaire du Sahara; et une saison des pluies, qui dure environ 4 mois et qui est caractérisée par des précipitations qui varient entre 300 mm au nord et 1200 mm au sud. Cette pluviométrie est dans l'ensemble faible et mal répartie géographiquement et temporellement.

1.1.2. Situation démographique

Selon le dernier Recensement Général de la Population et de l'Habitation (1996), la population du Burkina Faso était estimée à 10 312 609 habitants, mais on estime qu'aujourd'hui elle avoisine les 13 000 000 d'habitants. Avec une densité d'environ 40 habitants/km², le Burkina fait partie des pays les plus densément peuplés de la sous région d'Afrique de l'Ouest. Le taux de croissance annuel moyen de la population est de 2,4%, ce qui signifie qu'à ce rythme la population va doubler en 30 ans. La population du Burkina est caractérisée par sa jeunesse (47,7% des sujets ont moins de 15 ans) et un léger déséquilibre des sexes au profit des femmes (49% d'hommes contre 51% de femmes). L'espérance de vie à la naissance est de 46 ans pour les hommes, et de 47 ans pour les femmes.

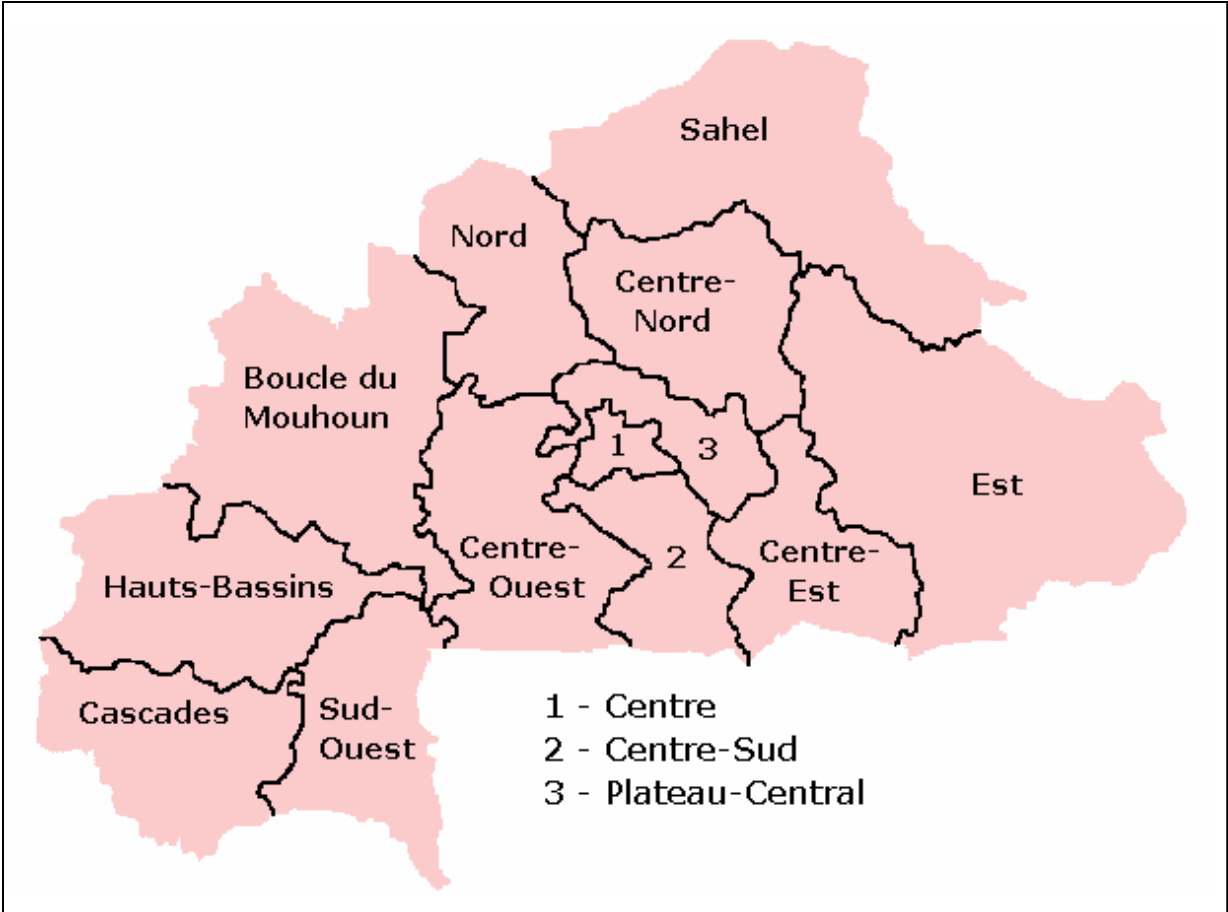


Figure 4: Les régions du Burkina Faso
Source: http://fr.wikipedia.org/wiki/Régions_du_Burkina_Faso

1.1.3. Situation économique

Le Burkina Faso figure parmi les pays les plus pauvres du monde. Avec un revenu annuel brut par habitant d'à peine 300 dollars, le pays doit faire face à un défi majeur qu'est la réduction de la pauvreté. En 2003, 46,4% de la population vivaient en dessous du seuil de pauvreté. La plupart des indicateurs sociaux du pays figurent également parmi les plus bas, si bien que le Burkina se situe au 175^{ème} rang sur 177 pays classés du point de vue de l'Indice de Développement Humain [114].

L'économie du Burkina repose essentiellement sur l'agriculture et l'élevage, qui occupent plus des trois quarts de la population active et représentent environ 30% du PIB. Les principales productions sont les cultures de sorgho, mil, maïs, arachide, riz et coton.

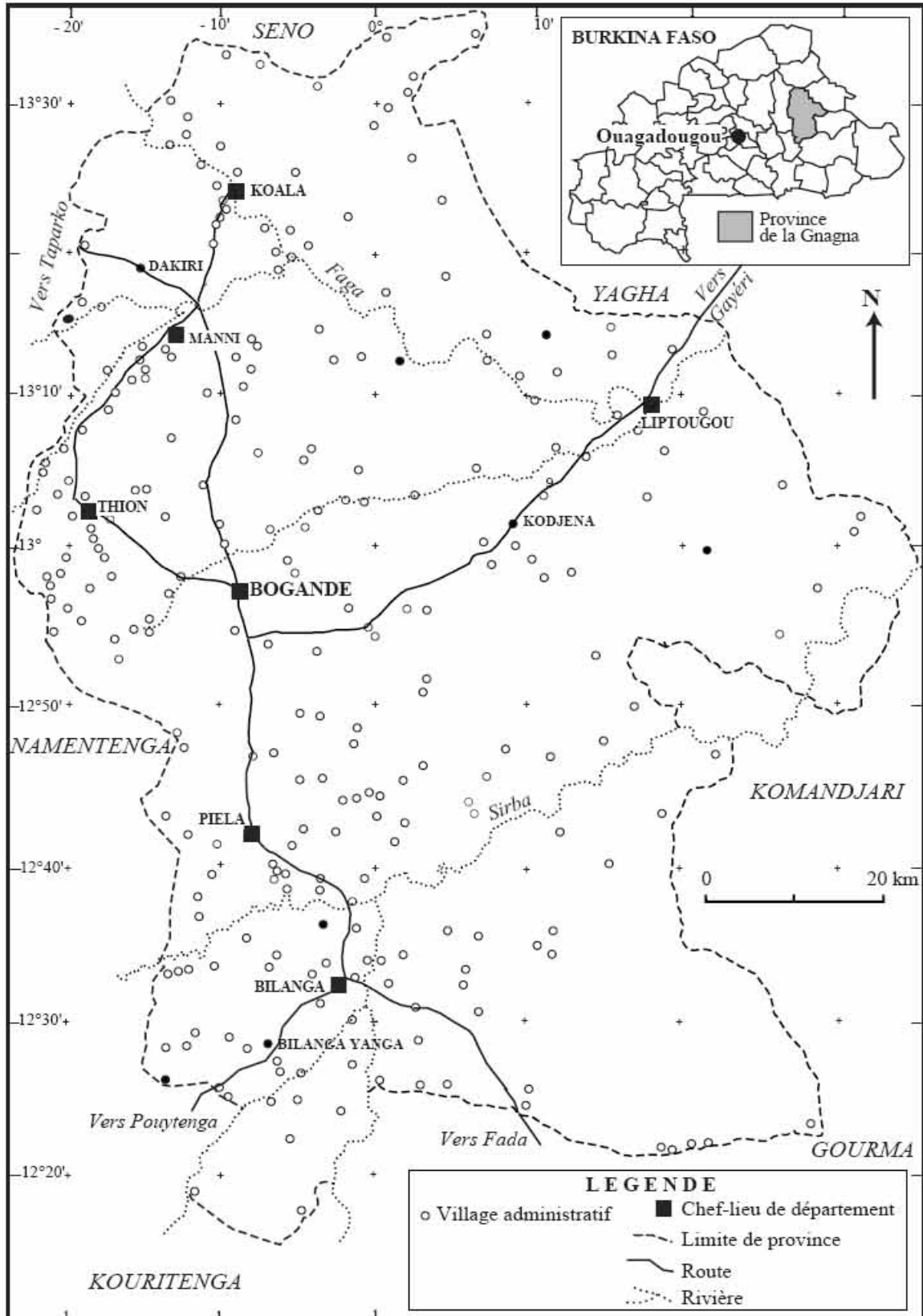
1.1.4. Situation nutritionnelle

Les problèmes de sous-nutrition

L'état nutritionnel des enfants au Burkina Faso révèle une situation inquiétante: selon la dernière enquête démographique et de santé, 18,6% d'entre eux sont émaciés, 38,7% souffrent d'un retard de croissance, et 37,7% ont un poids insuffisant par rapport à leur âge [115]. Ces taux de malnutrition sont largement supérieurs aux seuils maximum acceptables établis par l'OMS [116]. Ce portrait global de la malnutrition masque toutefois d'importantes disparités entre les régions et lieux de résidence. D'une manière générale, la malnutrition infantile touche davantage le milieu rural que le milieu urbain. Du point de vue régional (*Figure 4*), la malnutrition aiguë (émaciation) est plus importante dans la région du Plateau central (31,7%). A l'exception de Ouagadougou (16,1%), le retard de croissance concerne plus du tiers des enfants dans toutes les régions, mais la situation est particulièrement préoccupante dans la région de l'est (58,6%) et du Sahel (49,4%). Enfin, le pourcentage d'enfants souffrant d'insuffisance pondérale est plus élevé dans les régions du Plateau central (50,4%), du Sahel (48,8%) et des Cascades (48,8%) [115].

La situation nutritionnelle des adultes est moins bien connue que celle des enfants. Au niveau national, l'indice de masse corporelle (IMC) moyen des femmes Burkinabé de 15-49 ans est de 20,9 kg/m² ; 20,8% d'entre elles ont un IMC inférieur à 18,5 kg/m² et présentent donc une déficience énergétique chronique. En milieu rural, cette déficience énergétique chronique atteint 24,2 % des femmes en âge de procréer (contre 8,8% en milieu urbain).

La malnutrition se traduit également par des carences en micronutriments qui peuvent avoir des conséquences graves sur la santé, le développement et le bien-être des individus. Parmi



D'après IGN-Paris, 1969-1970 : Feuilles de Boulsa (ND-30-IV), Fada (ND-30-I), Pissila (ND-30-XII), Sebba (ND-31-VII)
Réalisation : F. C. OUEDRAOGO et P. JANIN, 2000

PROVINCE DE LA GNAGNA

Figure 5: Situation géographique de la province de la Gnagna

elle, la carence en fer est la plus fréquente et constitue un véritable problème de santé publique au Burkina Faso. Elle affecte d'avantage les enfants et les femmes en âge de procréer. Que ce soit en milieu urbain ou rural, plus de la moitié de ces dernières souffre d'anémie. L'anémie touche également les hommes puisque 25,6% d'entre eux sont concernés en milieu urbain, et 33,2% en milieu rural. La carence en vitamine A est également une préoccupation importante dans le pays. L'EDS rapporte des prévalences de cécité nocturne (ou héméralopie) d'environ 7% chez les femmes enceintes, taux largement supérieur au seuil maximum acceptable établi par l'OMS.

Les problèmes de sur-nutrition

Parallèlement, d'autres formes de malnutrition liées à l'excès de poids se développent, essentiellement en milieu urbain. Ce problème a considérablement augmenté en quelques années puisqu'en 5 ans le pourcentage de femmes présentant un surpoids ($IMC \geq 25 \text{ kg/m}^2$) a presque doublé en passant de 5 à 9 % au niveau national. En 2003, en ville, 28,4% des femmes en âge de procréer étaient en surpoids ou obésité et leur IMC moyen était de 23,4 kg/m^2 (comparé à 20,9 kg/m^2 en 1998/99). Une étude récente menée dans certains quartiers de Ouagadougou a également montré des pourcentages importants d'excès de poids chez les hommes [117].

Ce phénomène, connu sous le nom de transition nutritionnelle, existe dans toutes les villes des pays en développement, en Afrique de l'Ouest comme ailleurs. De façon simplifiée, les causes en sont les changements des modes de vie et des habitudes alimentaires, ainsi que la disponibilité de produits comme le sucre et les graisses à faible coût, associés à un manque d'éducation nutritionnelle évident. Favorisée également par une diminution de l'activité physique en milieu urbain, cette transition nutritionnelle a entraîné l'émergence de maladies non transmissibles liées à l'alimentation, notamment le diabète et les maladies cardiovasculaires, qui constituent désormais une menace réelle pour le pays [118].

Ainsi, la co-existence des problèmes de sous-nutrition et de sur-nutrition au sein du même pays, d'une même ville et même parfois au sein d'une même famille, constitue un double défi pour les autorités publiques et complique considérablement les actions à mener.

1.2. Province de la Gnagna

Une grande partie des enquêtes réalisées dans le cadre de ce travail s'est déroulée dans la province de la Gnagna. Située au Nord-Est du Burkina Faso (*Figure 5*), la province de la Gnagna s'étend sur 8640 km^2 et compte environ 350 000 habitants répartis inégalement en 7



Figure 6: Situation géographique de Ouagadougou

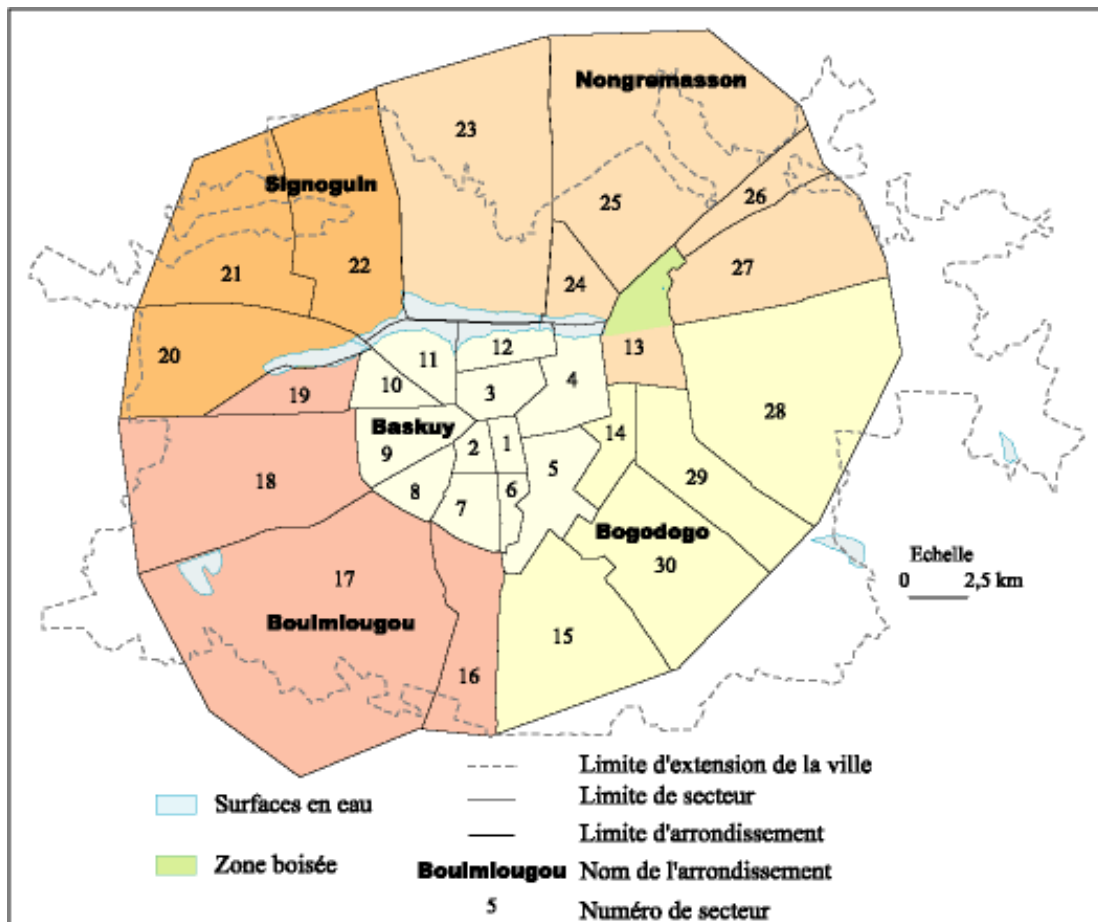


Figure 7: Organisation de Ouagadougou en secteurs et communes
 Source: Unité PERSAN, IRD Ouagadougou

départements et 287 villages. La densité moyenne de la région est de 40 hab/km², mais les départements de l'ouest sont plus peuplés en raison d'un meilleur réseau hydrographique et routier et de sols plus fertiles. Le chef-lieu, Bogandé, est situé à 250 km de Ouagadougou, la capitale du pays. La population de la province regroupe plusieurs ethnies ; l'ethnie *Gourmantche* est majoritaire et représente 77% de la population totale, suivie des *Peulh* (17%) et des *Mossi* (5%).

La Gnagna est l'une des provinces les plus défavorisée du pays. Faisant partie des « provinces prioritaires » identifiées dans le cadre de la lutte contre la pauvreté [119], c'est une zone particulièrement vulnérable sur le plan alimentaire et nutritionnel. Les éléments qui concourent à cette vulnérabilité sont notamment la pauvreté des sols, son enclavement, ainsi que la pluviométrie faible et irrégulière. Ses activités économiques reposent essentiellement sur l'agriculture et l'élevage, les principales cultures céréalières étant le mil et le sorgho. Enfin, la Gnagna est une province sous-scolarisée, avec un taux de scolarisation de 16 % pour les garçons et de 7 % pour les filles (estimation de 1996).

1.3. Ouagadougou: capitale du Burkina Faso

Dans le cadre de ce travail, une autre enquête a été réalisée à Ouagadougou, la capitale du Burkina Faso. Située à peu près au centre du pays (*Figure 6*), la ville de Ouagadougou s'étend sur 220 km² et comporte 1,2 millions d'habitants, répartis en 30 secteurs et 5 communes (*Figure 7*). La ville comprend des zones loties, situées en centre ville, et des zones non loties en périphérie. Elle comporte peu d'industries, principalement dans les domaines agroalimentaire et textile. Ouagadougou se caractérise par une désorganisation de ses aménagements, due à l'insuffisance des infrastructures urbaines, ainsi que par une offre insuffisante des services de soins et d'éducation. En ce qui concerne l'éducation, 35,9% des femmes et 24,5% des hommes n'ont jamais été scolarisés [115].

2. SUJETS D'ÉTUDES

Le travail réalisé dans le cadre de cette thèse s'est adressé aux femmes en âge de procréer. Elles représentent un groupe particulièrement vulnérable, chez lequel la nutrition et la qualité de vie doivent faire l'objet d'une attention particulière. Leurs besoins nutritionnels sont d'ailleurs supérieurs à ceux des hommes adultes. Une des raisons est que la perte de sang durant la menstruation entraîne régulièrement une perte de fer et d'autres nutriments, ce qui

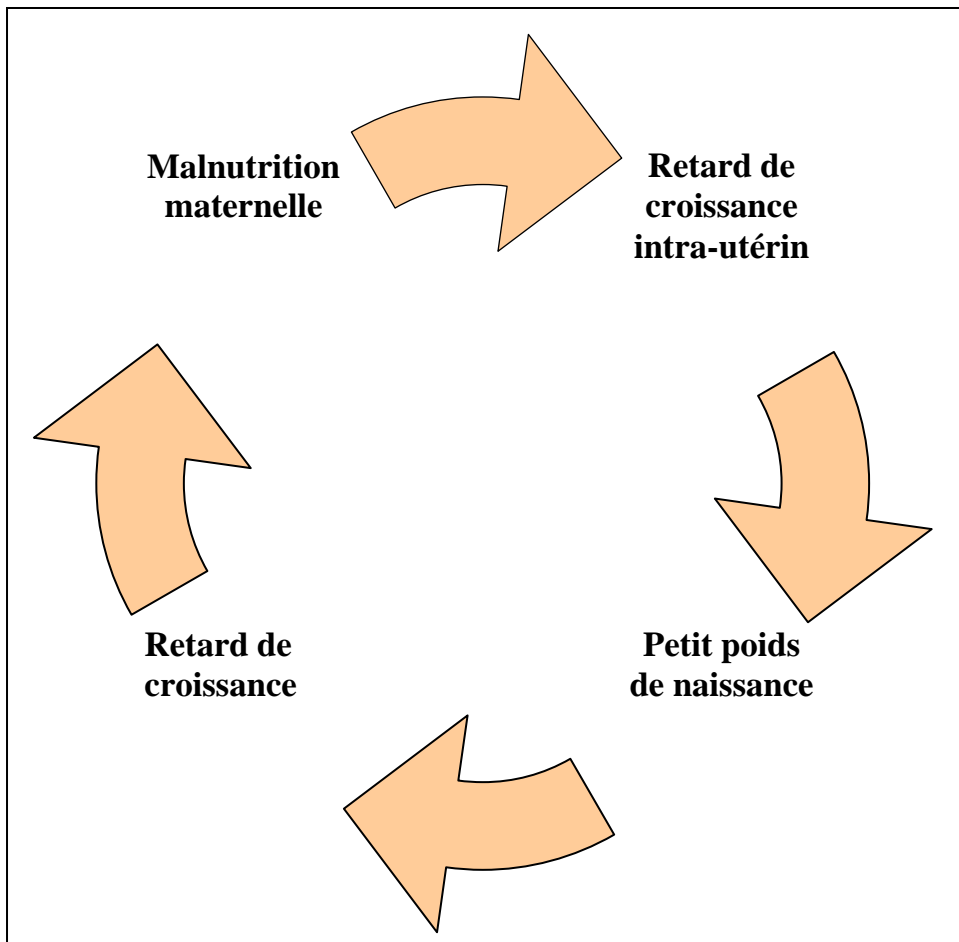


Figure 8: Cycle inter-générations

rend les femmes plus sujettes aux anémies. De plus, dans la plupart des pays en développement, les femmes travaillent beaucoup plus que les hommes. En milieu rural, elles accomplissent souvent les tâches agricoles; en milieu urbain, elles travaillent également de longues heures au marché ou ailleurs. Sans oublier le travail à la maison qui comprend les tâches ménagères, la préparation des repas et les soins des enfants. En tant qu'adultes, elles jouent donc un rôle important au sein de la société en participant activement aux activités économiques et sociales [120].

En tant que mères, leur rôle est encore plus important puisque que ce sont elles qui donnent la vie et leur état de santé et de nutrition conditionne le bien-être de leurs enfants ainsi que leur aptitude à les allaiter, à les nourrir et à les élever [121-123]. Il est à présent bien connu que la malnutrition maternelle a des conséquences néfastes sur le déroulement et l'issue des grossesses, à la fois pour les mères et pour leurs enfants. En effet, dans les pays en développement, la malnutrition maternelle est la principale cause de retard de croissance intra-utérin, lequel est le déterminant majeur des petits poids de naissance, à son tour facteur principal de la malnutrition chronique (retard de croissance) chez l'enfant de moins de 5 ans [124]. Au niveau individuel, la combinaison du retard de croissance intra-utérin et dans les premiers mois de vie de l'enfant peut avoir des conséquences sévères. A court terme, cela peut entraîner une augmentation de la morbidité et mortalité des enfants [125-127], à moyen terme, une altération du développement mental de l'enfant et une diminution de ses capacités physiques [128, 129] et à long terme, une augmentation des maladies chroniques [130]. De surcroît, les femmes ayant souffert d'un retard de croissance sont davantage susceptibles de donner le jour à des enfants de petits poids et tailles de naissance. Ce phénomène, connu sous le nom d'effet inter-génération, perpétue le cycle de la pauvreté et de la malnutrition [131] (*Figure 8*). De façon générale, le faible poids de naissance et le retard de croissance chez l'enfant s'accompagnent d'une perte considérable pour la productivité économique et le capital humain d'un pays [132]. Autrement dit, l'avenir nutritionnel des enfants, et plus largement l'avenir d'un pays, dépend de façon très étroite des conditions de nutrition et de vie des femmes en âge de procréer.

Résultats

Publication n°1

**Use of variety/diversity scores for diet quality measurement:
relation with nutritional status of women in a rural area in
Burkina Faso**

M. Savy, Y. Martin-Prével, P. Sawadogo, Y. Kameli, F. Delpéuch

European Journal of Clinical Nutrition (2005) 59, 703-716

Résumé

Depuis longtemps la communauté scientifique s'intéresse à la qualité globale des régimes alimentaires, tant il est important pour la santé de chaque individu de couvrir ses besoins en différents nutriments par une alimentation saine, variée et équilibrée. De ce fait, les méthodes de mesure de la qualité des régimes alimentaires ont fait l'objet de nombreuses recherches, menées essentiellement dans les pays industrialisés. Ces recherches ont abouti à la construction d'indices plus ou moins complexes, nécessitant dans la plupart des cas une quantification des ingrédients alimentaires. Ces indices ont été validés par rapport à l'adéquation nutritionnelle des régimes et essentiellement étudiés par rapport à leur relation avec les pathologies liées à la surcharge pondérale, les maladies cardio-vasculaires et les cancers. Dans les pays en développement, un intérêt tout aussi grand est porté à l'équilibre et à la diversité de l'alimentation mais, cette fois, surtout vis-à-vis des problèmes de carences nutritionnelles et de leurs conséquences. Pourtant, dans ces pays la mesure de la qualité globale des régimes alimentaires a fait l'objet de beaucoup moins d'études que dans les pays industrialisés, sans doute en raison de la complexité et du coût du recueil de l'information. Dans les pays en développement, il est nécessaire de développer des indices simples qui permettent d'évaluer la qualité des régimes alimentaires. Certains auteurs ont proposé des scores de variété et de diversité alimentaires, respectivement définis comme le nombre d'aliments ou de groupes d'aliments consommés pendant une période donnée. Ce type de scores a également été validé par rapport à l'adéquation nutritionnelle, en pays industrialisés comme en pays en développement, et il a été montré qu'il pouvait être utilisé comme indicateur du niveau de sécurité alimentaire des ménages et de l'état nutritionnel des enfants. Cependant, les recherches sur ces indices restent insuffisantes dans les pays en développement et sont en particulier rares chez les adultes.

L'objectif de cette étude était de contribuer au développement des indices de variété et de diversité alimentaires pour appréhender la qualité de l'alimentation en milieu rural africain et d'évaluer les relations entre ces indices et l'état nutritionnel des femmes en âge de procréer.

Pour cela, une enquête transversale a été réalisée en mars 2002 auprès d'un échantillon représentatif de 691 mères de jeunes enfants vivant dans un milieu rural défavorisé au Burkina Faso. La consommation alimentaire a été recueillie par un rappel qualitatif de tous les aliments ingérés au cours des dernières 24h et a permis de calculer un score de variété alimentaire (SVA=compte des items alimentaires consommés) et un score de diversité

alimentaire (SDA=compte des groupes d'aliments consommés parmi 14 groupes possible). L'indice de masse corporelle (IMC), le périmètre brachial et le pourcentage de masse grasse estimé à partir de la mesure de 4 plis cutanés ont été utilisés pour évaluer l'état nutritionnel des femmes. Des informations sanitaires, démographiques et socio-économiques ont également été relevées.

Nous avons ainsi montré que le régime alimentaire des femmes était peu diversifié: le SVA moyen était de $8,3 \pm 2,9$ aliments et le SDA moyen était de $5,1 \pm 1,7$ groupes d'aliments. Une plus grande diversité était essentiellement caractérisée par une plus forte consommation de viande, légumineuses, graisses et sucre. Le SVA et SDA étaient positivement liés à la plupart des caractéristiques socio-économiques des femmes, notamment à leurs conditions économiques et d'hygiène ou encore à leur niveau de soins. Ces scores divisés en terciles étaient également clairement associés à la plupart des indices anthropométriques. Par exemple, les femmes qui présentaient un SVA faible avaient un IMC moyen de $20,1 \text{ kg/m}^2$, alors que celles qui présentaient un SVA élevé avaient un IMC de $20,9 \text{ kg/m}^2$ ($p=0,0009$). De plus, 22,8% des femmes étaient maigres ($\text{IMC} < 18,5 \text{ kg/m}^2$) dans le tercile de SDA faible versus 9,8% dans le tercile de SDA élevé ($p < 0,0001$). Cette dernière relation restait significative après ajustement sur les facteurs démographiques et socio-économiques.

Ainsi, de simples scores de diversité mesurés au niveau individuel apparaissent comme de bons indicateurs de la qualité globale de l'alimentation des femmes vivant dans une zone rurale africaine pauvre. Dans ce contexte, les scores de diversité se sont révélés être associés au niveau socio-économique des femmes ainsi qu'à leur état nutritionnel.

ORIGINAL COMMUNICATION

Use of variety/diversity scores for diet quality measurement: relation with nutritional status of women in a rural area in Burkina Faso

M Savy^{1,2*}, Y Martin-Prével¹, P Sawadogo^{1,3}, Y Kameli⁴ and F Delpuech⁴

¹Nutrition, Food, Societies Unit (WHO collaborating Centre for Nutrition), Institut de Recherche pour le Développement (IRD), Ouagadougou, Burkina Faso; ²Doctoral School 393 'Santé Publique et Sciences de l'Information Biomédicale', Pierre and Marie Curie University, Paris, France; ³Training and Research unit in Sciences of Life and the Earth, Department of Biochemistry/Microbiology, University of Ouagadougou, Burkina Faso; and ⁴Nutrition, Food, Societies Unit (WHO collaborating Centre for Nutrition), Institut de Recherche pour le Développement (IRD), Montpellier, France

Objectives: To develop scores for food variety and diversity to assess the overall dietary quality in an African rural area; and to study their relationship with the nutritional status of women of childbearing age.

Design: Cross-sectional.

Setting: Sahelian rural area in the North-East Burkina Faso (West Africa).

Subjects: A total of 691 mothers with children below the age of 5 y, selected at random in 30 villages.

Methods: A qualitative recall of women's food consumption during the previous 24 h made it possible to calculate a food variety score (FVS = count of food items consumed) and a dietary diversity score (DDS = count of food groups, among 14 groups). These scores were then divided into tertiles. Body mass index (BMI), mid-upper arm circumference (MUAC) and body fat percentage (BFP) were used to determine the women's nutritional status.

Results: The overall dietary quality was poor: mean FVS (s.d.) = 8.3 (2.9) food items; mean DDS = 5.1 (1.7) food groups. A clear relationship was shown between both FVS and DDS (in tertiles) and most nutritional indices. Women with a FVS in the lowest tertile had a mean BMI of 20.1, while those in the highest tertile had a BMI of 20.9 ($P = 0.009$). Those in the lowest tertile of DDS had a 22.8% prevalence of underweight vs 9.8% in the highest tertile ($P < 0.0001$). The latter relationship remained significant even when the subjects' sociodemographic and economic characteristics were accounted for.

Conclusion: Dietary scores measured at the individual level are good proxies for overall dietary quality of women living in a poor rural African area. These scores were also shown to be linked with the nutritional status of women.

Financing: IRD financed the study with the assistance of UNICEF for the purchase of anthropometric equipment. The first author received a research allowance from the French Ministry of Research through the doctoral school 393 of Pierre and Marie Curie University (Paris VI).

European Journal of Clinical Nutrition (2005) 59, 703–716. doi:10.1038/sj.ejcn.1602135

Keywords: food variety; dietary diversity; nutritional status; women; rural area; Burkina Faso; Africa

*Correspondence: M Savy, Nutrition, Food, Societies Unit, UR 106, Institut de Recherche pour le Développement, 01 BP 182, Ouagadougou 01, Burkina Faso.

E-mail: savy@ird.bf

Guarantor: Y Martin-Prével.

Contributors: The study was designed by YM-P and FD. MS, YM-P, PS and YK collected the data. MS and YM-P analysed the data and wrote the first draft of the article; then all the coauthors took part in the finalization of the document.

Received 19 April 2004; revised 29 September 2004; accepted 31 January 2005

Introduction

The scientific community has long been interested in the overall quality of diets, owing to the fact that it is important for each individual's health to meet his/her needs for different nutrients through a healthy, varied and balanced diet. Much research has been conducted on methods used to measure dietary quality, mainly in industrialized countries. These studies led to the determination of numerous indices, some very simple and some much more complex; in some cases these indices add quantitative elements to qualitative aspects, and some are based on thresholds or recommendations.

Although all these indices aim to show the overall quality of diet, they often focus on specific food features, depending on the contexts and objectives of their usage. The large number and the diversity of the indices proposed in the literature led Kant to classify them in three categories as a function of their determination mode, in a now classical review (Kant, 1996): first, indices based on intakes of nutrients (or at least of certain nutrients), then indices based on the consumption of foods or of groups of foods, and, finally, indices that combine both approaches. The most popular among these indices is certainly the Diet Quality Index (DQI) which is based on the American nutritional recommendations (Patterson *et al*, 1994). A second element in Kant's classification refers to the way of using and of validating these indices. In most cases, the indices were studied to link the adequacy of intakes with the theoretical needs in nutrients, especially through nutrient adequacy ratios (NARs) and the mean adequacy ratio (MAR) and/or with respect to certain parameters of nutritional status (biochemical, anthropometric, and other measurements). Indices have rarely been studied in relation to their links with health status, but when they have, then using a more practical or applied approach (Haines *et al*, 1999; McCullough *et al*, 2002). In this context, since the indices were mainly developed in industrialized countries, the chronic diseases referred to are essentially pathologies linked to overweight, cardio-vascular diseases and cancers.

In developing countries great interest has also been paid to a balanced and diversified diet, especially in relation to problems caused by nutritional deficiencies and their consequences (WHO/FAO, 1996). It has been clearly stated that a nondiversified diet can have negative consequences on individuals' health, well-being and development, mainly by reducing physical capacities and resistance to infection, but also by impairing cognitive development, reproductive and even social capacities (Underwood, 1998). In addition, it is well known that in developing countries, the nutritional status of populations in urban areas is generally better than that in rural areas, one of the explanations for this difference being a more diversified diet in urban areas (Popkin & Bisgrove, 1988); though access to more diverse foods sometimes leads to diets higher in fats, and can result in other health problems (Drewnowski & Popkin, 1997).

Dietary problems may be primarily quantitative in the most underprivileged areas, such as rural areas during seasonal food shortages or urban areas under acute poverty. As a result, the dietary deficiency then appears to be chiefly energy related. However, even in these conditions it has been shown that the problem of dietary diversity is crucial and the measurement of the dietary quality is therefore essential (Allen *et al*, 1991). Yet, in developing countries, fewer studies have been conducted on dietary quality than in industrialized nations. This is undoubtedly at least partially due to the fact that these kinds of measurements are time-consuming, complex and costly. And although it is already quite difficult

to collect information on individuals' dietary consumption in industrialized countries, it is even more difficult in an African context, particularly in rural areas. African rural populations generally eat from a common bowl and they sometimes obey very complex rules that make the measuring individual dietary consumption very difficult (Hudson, 1995). Moreover, due to the generally low level of education, it is quite difficult to estimate serving sizes and to use certain types of questionnaires.

It is thus important to develop simple methods and simple indicators to be used as proxies for measuring overall dietary quality in different contexts. Dietary variety and diversity indices are both good candidates for this purpose. A Norwegian team working in Mali proposed food variety and dietary diversity scores derived from a qualitative recall of food consumption based on the simple count of consumed food items and on the count of represented food groups, respectively. This method was then validated with regard to nutrient needs and a reference method, and in both cases, diversity and variety scores appeared to be simple tools, which clearly reflected the dietary quality (Hatloy *et al*, 1998; Torheim *et al*, 2003, 2004). Other teams also used this type of scoring system to assess whether dietary diversity could be used as an indicator of household food security (Hoddinott & Yohannes, 2002). In these examples, dietary variety and diversity were measured at the household level. Studies on the association of variety and diversity scores measured at the individual level, on the one hand, and nutrient adequacy, morbidity and socio-economic status, on the other hand, are even scarcer.

It is also important to study the association between proxies of overall dietary quality and nutritional outcomes. In developing countries, this has been the subject of many studies on children (Onyango *et al*, 1998; Hatloy *et al*, 2000; Arimond & Ruel, 2002), but rarely on adults.

The present study was conducted in a Sahelian area in West Africa (Burkina Faso) with two main objectives: (i) to add to the development of proxy indicators for assessing overall dietary quality; and (ii) to evaluate the importance of dietary quality for the nutritional status of women of childbearing age.

Methodology

Context of the study

The study was conducted in the Gnagna province in the North-East Burkina Faso. This province covers an area of 8640 km² and has about 350 000 inhabitants. The majority of the population belongs to the Gourmantche ethnic group. This zone is particularly vulnerable from a food and nutritional standpoint due to its landlocked position, unfavourable climate and the low level of soil fertility. Each year, the population of this province faces a seasonal food shortage during which food availability is very limited (Janin, 2003).

Sample

A cross-sectional domestic survey, including questionnaires and anthropometric measurements, was carried out from January to March 2002 in 30 villages of the province. It was carried in a period assumed to be 'neutral' from a nutritional point of view, that is, far enough away from the food shortage season.

A two-stage sampling technique was used using the most recent available population census (1998): first the 30 villages were randomly selected with a probability proportional to size, and then six compounds were randomly chosen in each village. In this area, a compound can comprise from one to more than 20 households, all of them being ruled by a common 'head of compound' (HC), while each household is ruled by a 'head of household' (HH). The survey covered a final sample of 691 women living in the compounds selected, all having at least one child aged under 5y. All of them gave their free and informed consent to participate in the study.

Dietary consumption

The dietary consumption was measured by a qualitative recall of all foods consumed by each woman during the previous 24 h, regardless of whether it was a weekday or a weekend day. Indeed, weekends do not have any special significance in this very rural province where there are several different religions. Moreover, the members of the same compound usually eat from common bowls in several groups, following very complex rules of food distribution (Sawadogo, 2002). To measure women's individual dietary consumption, it was first necessary to identify which collective dishes had been consumed by each woman within the compound. We then asked the woman in charge of preparing the meal to give us a complete list of the ingredients used. We also took into account other foods consumed by each woman outside the compound (meals, snacks, etc). The exact composition of all these foods was also noted. From a practical point of view, we first let the women spontaneously describe their food consumption, and then we prompted them to be sure that no meal or snack had been forgotten.

The interviews were conducted by 14 local fieldworkers with at least middle-school education who were trained by us. All of them spoke French and local languages (Gourmantchema, Moore and Fulfulde).

A preliminary survey made it possible to identify 116 known dietary items potentially consumed in the province. Two initially unidentified dietary items were added to this list, which remained open throughout the survey. We then used this list to distinguish 14 food groups so as to get closer to the food composition table proposed by FAO and commonly used in Africa (FAO, 1970): cereals, roots/tubers, pulses and nuts, green leafy vegetables, other vegetables, fruits, sugar, meat/poultry/insects, eggs, fish/sea food, milk/dairy products, oils and fats, condiments, drinks and

miscellaneous. The information we collected in the list of dietary items and its organization in 14 groups enabled us to calculate two types of scores:

Food variety score (FVS). This refers to the number of different dietary items consumed by the woman the day before the survey. The frequency of consumption and the amount of food consumed were not taken into account.

Dietary diversity score (DDS). This refers to the number of the different food groups to which the above food items belong (irrespective of the number of representatives of each group).

These dietary scores were then divided into terciles in order to distinguish diets of 'high', 'medium' and 'low' quality, in terms of both variety and diversity (grouping observations that have many tied values can result in unbalanced groups because the SAS procedure used always assigns observations with the same value to the same group) (Figure 1).

Anthropometric measurements

The anthropometric measurements were carried out in a standardized way by trained surveyors who used procedures recommended by WHO (WHO, 1995). The women were weighed to the nearest 100 g on electronic scales with a weighing capacity of 10–140 kg. The height was measured to the nearest mm with locally made portable devices equipped with height gauges (SECA 206 Bodymeter). The mid-upper arm circumference of the left arm was measured to the nearest mm with a nonstretch measuring tape. Skinfold thickness (bicipital, tricipital, underscapular and suprailliac) was measured to the nearest 0.2 mm according to Lohman standard procedures (Lohman *et al*, 1988) with a Holtain calliper. The body mass index (BMI) was used to assess the women's corpulence. Moreover, the measurement of skinfold thicknesses enabled us to determine body density (BD), which made it possible to calculate the body fat percentage (BFP) of the women, by applying equations developed by Durnin and Womersley (1974) and Siri (1956) respectively.

Pregnant women ($n=95$) and women with incomplete anthropometric measurements due to a physical handicap or to other causes ($n=7$) were excluded from all analyses.

Other information

Sociodemographic, economic and sanitary information was collected at the compound level (number of households and composition of each household, compounds without or with plots, access to drinking water, etc), at the household level (dwelling quality, assets, hygiene practices, etc) and among the women (age, ethnic group, marital status, education, etc).

In some cases, we set up synthetic indicators in order to summarize information:

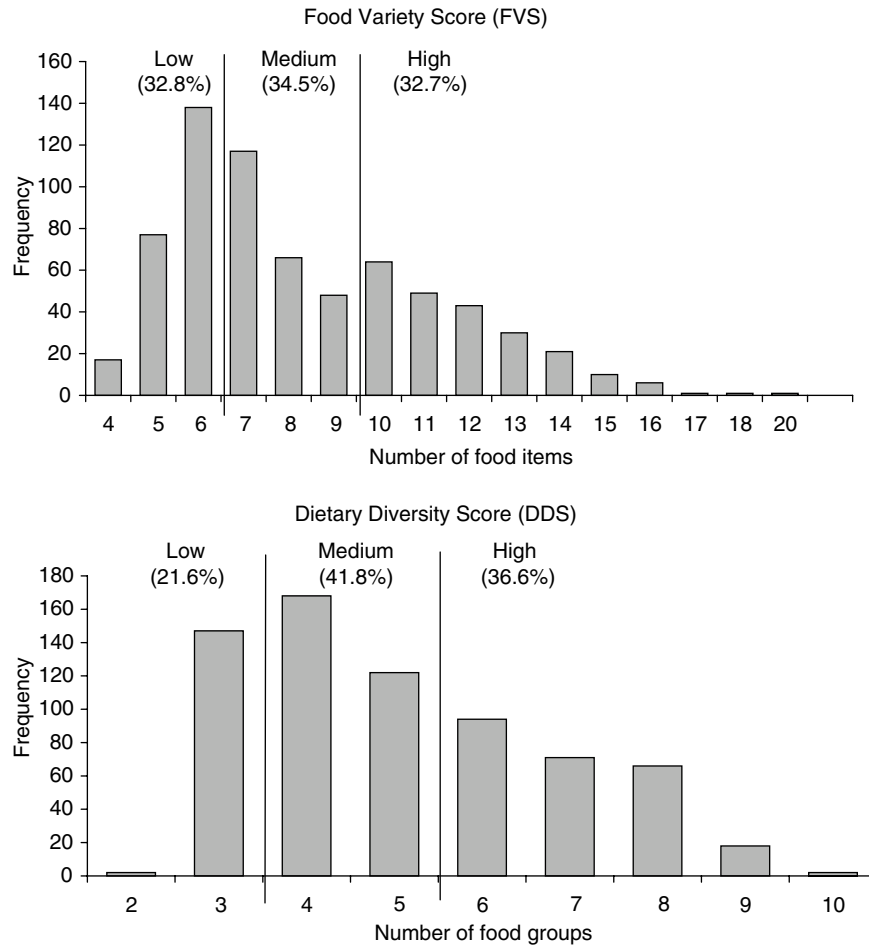


Figure 1 distribution of dietary scores.

Indicator of property level. Each household's property was evaluated according to the quality of the dwelling, the type and the number of nonagricultural assets as well as the number of cattle owned by each household. Correspondence analysis was performed on the matrix of indicator variables that code these characteristics (Lebart *et al*, 1984). The score of each household on the axis of the first principal component of this analysis was used as a summary index of household properties, and was then divided into terciles to define three categories of households: 'high', 'medium' and 'low' (Martin-Prével *et al*, 2001).

Hygiene index. From the variables reflecting hygiene practices and conditions (drinking water, presence of a latrine and bathroom, garbage and waste-water drains, yard cleanliness, etc) a score was established by giving positive or negative points based on favourable or unfavourable situations. This score ranged from -6 to $+4$ within the sample and thresholds were established according to the observed distribution to classify the households in three categories: 'high', 'medium' or 'low' hygienic conditions.

Care for women. The same method was used to evaluate the level of care for women. Care is here defined as 'the provision of time, attention and support to meet individuals' physical, mental and social needs within the household' (FAO/WHO, 1992). The care level was evaluated for each woman on the basis of the following information: obstetrical history, knowledge/use of family planning, prenatal care, improved diet and alleviation of physical tasks during pregnancy, postdelivery rest, decision-making power, physical or verbal abuse. The score values ranged from -1 to $+11$ within the sample and the women were again classified in three categories according to the level of care: 'high', 'medium' or 'low'.

Conceptual framework of the analysis

Our main objective was to study the relationship between dietary scores and women's nutritional status but this relation is obviously influenced by the women's environment. As a matter of fact, a wide range of social, demographic, economic or sanitary factors have an impact

on women's nutritional status and/or on the quality of their diet. These factors could therefore play a mediating or a confounding role with respect to the relationship that was studied. In order to take these different factors into account and classify them hierarchically, we set up a conceptual framework for the analysis based on the diagram of the causes of malnutrition proposed by Unicef (1990) and widely validated by the international community (ACC/SCN, 2000). Thus, in the analysis, we considered 3 levels of factors (corresponding to the immediate, underlying and basic causes) while establishing, within each category, subsets of variables reflecting a same construct (Figure 2).

Analysis strategy

In the first phase, the raw relationships between dietary scores and anthropometric indices were studied, only adjusted on the so-called 'physiological' variables, that is, women's age and height that were found to be significantly linked to most of the anthropometric indices (model 0). These comparisons were then also adjusted on potential confounders identified among the underlying causes (model 1), and finally on those identified among basic causes (model 2).

The following strategy was used to identify the adjustment variables:

- Bivariate analyses were performed to study the links between sociodemographic variables and dietary scores, on the one hand, and between sociodemographic variables and anthropometric indices, on the other hand. The sociodemographic variables which were significantly linked to either the dietary scores or the anthropometric indices were selected as potential confounders. Type I error threshold was set to 0.05 for this phase.
- In the multivariate models, these variables were then introduced by subsets corresponding to the different constructs identified in the conceptual framework (Figure 2) in order to better identify the colinearities between variables. After this phase, only the variables linked to anthropometric indices with a type I error ≤ 0.15 were kept as adjustment variables for the ongoing analyses. The same strategy was independently reproduced with the FVS and with the DDS when establishing their relationship with each of the four anthropometric indices used in the study (namely mean BMI, percentage of women with a BMI ≤ 18.5 kg/m², mean MUAC and mean BFP). A final common set of adjustment variables, to be used in all the models, was finally established by selecting the variables that were kept at least twice among the adjustment variables in the eight analyses performed in the above process.

Data processing

The data were double entered with EPI-DATA software, version 2.1a. (Lauritsen *et al*, 2000). Their final quality

was ensured by a check file associated with the data entry process and also by further data cleaning. The general linear model was used for the analyses in which the dependant variables were quantitative, and the logistic model when they were qualitative. All the analyses were performed taking into account the design effect of the study using appropriate procedures of the SAS System, version 8.0 (SAS, 1999) or SUDAAN software (SUDAAN, 1997).

Results

Sociodemographic characteristics of the sample (Table 1)

Our sample included compounds comprising three to 209 individuals divided into one to 18 households (mean \pm s.d. = 3.5 ± 3.1), with an average of 10 people. Most of the heads of households and women surveyed belonged to the Gourmantche ethnic group (84%). The general education level was very low: only 24% of heads of households and 20% of women had received a basic education or literacy training or other kind of training. Finally, nearly half of the heads of households and 28% of women had a secondary activity other than agriculture.

Dietary variety and diversity

The usual local diet consists of a cereal paste (called 'tô', mainly cooked with sorghum) accompanied by a sauce of leafy vegetables. Since this meal is always cooked in the same way, we found that the common diet systematically included cereals (98.6%), leafy vegetables (87.1%) and condiments (100%). Oftentimes, another vegetable or some fish were added to the diet (in nearly half the cases). On the other hand, the women in our sample hardly ever consumed roots or tubers, milk or dairy products, eggs, fruit or drinks. Their diet was therefore very poor, which is also reflected by the fact that among the 116 (+2) identified food items, only 38 were found to have been consumed among the whole sample the day before the survey. This poverty is reflected in all the dietary scores: FVS distribution in the sample was quite broad and ranged from four to 20 items, but with a low mean (8.3 ± 2.9 items). In terms of food groups, the DDS ranged from 2 to 10, over 14 possible groups (mean DDS = 5.1 ± 1.7 food groups) (Figure 1).

Considering the diet within each category of the diversity score, women with low scores had a very basic diet and consumed only three food groups at most. In most cases, these groups were cereals, leafy vegetables and condiments, which are the basic ingredients of the traditional dish (tô). Women with medium scores often consumed fish, and vegetables in addition to these groups, and also a little more meat, pulses or nuts, fat and sugar. Finally, in comparison with the two other DDS categories, women who had higher scores often ate more meat, pulses or nuts, fat, sugar as well as some fruits (Figure 3).

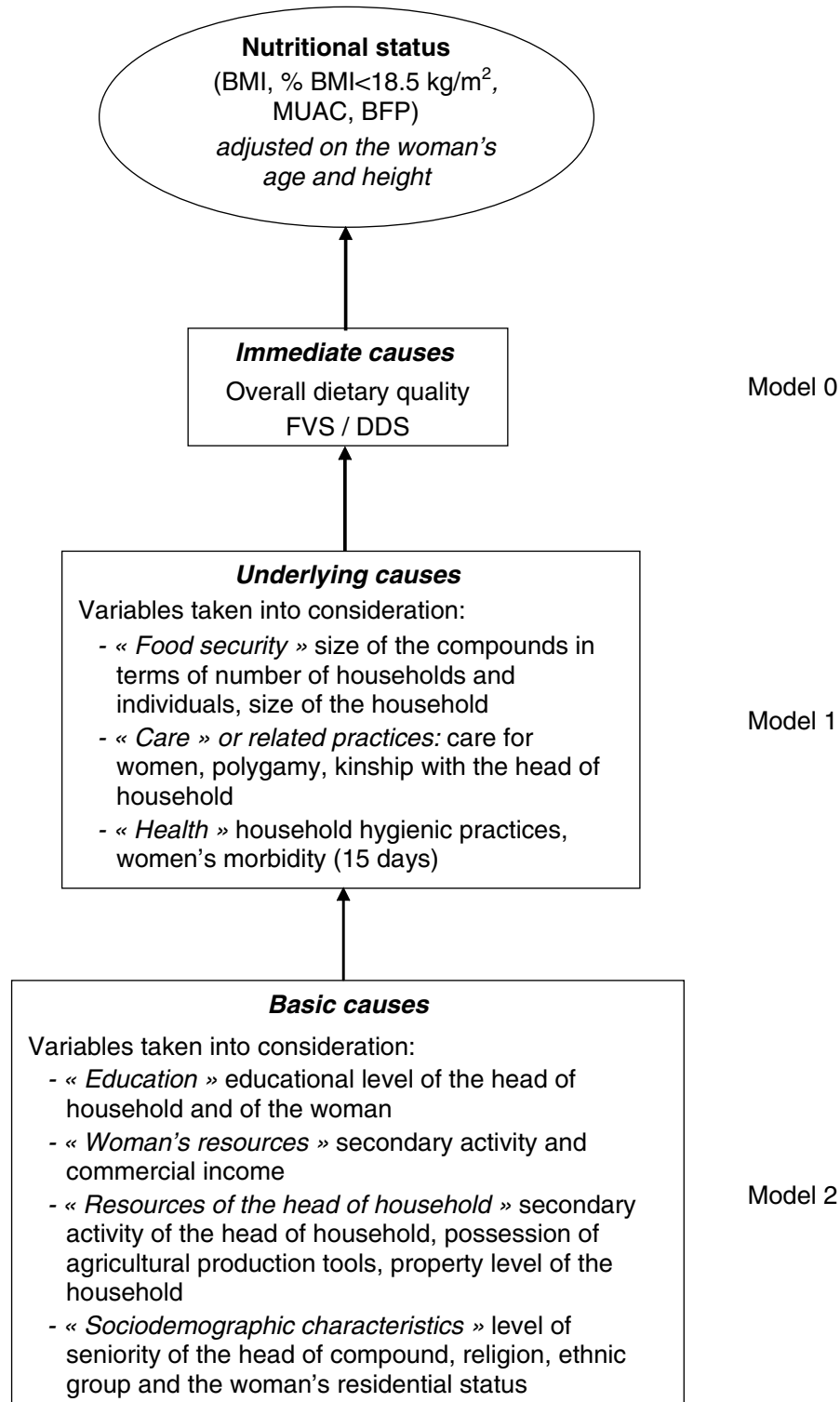


Figure 2 Conceptual framework of analysis (UNICEF, 1990).

Dietary scores and sociodemographic variables

We studied the distribution of dietary scores as a function of the sociodemographic characteristics of the sample through

bivariate analyses, using either mean scores or the percentages of high, medium and low scores. Table 2 presents the main results of these comparisons. The comparisons made

Table 1 Sociodemographic characteristics of the sample

<i>Statistic unit = compound</i>	% (n = 159)
<i>Size in number of households</i>	
One	25.8
2–3	35.9
Four and more	38.4
<i>Size in number of individuals</i>	
< 15 individuals	27.7
15–29 individuals	30.8
≥ 30 individuals	41.5
<i>Seniority of the head of compound</i>	
≥ 50 years, or born	73.6
< 50 years in the compound	26.5
<i>Statistic unit = household</i>	% (n = 428)
<i>Size</i>	
≤ 6 persons	22.9
7–10 persons	35.3
> 10 persons	41.8
<i>Education of the head of household</i>	
Educated ^a	24.1
Uneducated	75.9
<i>Secondary activity of the head of household</i>	
Yes	46.7
No	53.3
<i>Agricultural production tools^b</i>	
Yes	54.9
No	45.1
<i>Hygienic level</i>	
High	14.0
Medium	55.4
Low	30.6
<i>Statistic unit = woman</i>	% (n = 589)
<i>Age</i>	
< 20 years	14.9
20–29 years	48.7
30 years and more	36.3
<i>Ethnic group</i>	
Gourmantche	84.0
Fulani	9.0
Mossi	6.7
<i>Polygamy</i>	
Yes	45.6
No	54.4
<i>Religion</i>	
Animist	28.7
Muslim	27.1
Christian	44.2
<i>Education</i>	
Educated ^a	20.4
Uneducated	79.6
<i>Secondary activity</i>	
Yes	28.5
No	71.6

^aCorresponds to ‘at least a beginning of literacy, schooling or another training’.

^bOther than basic agricultural tools.

on mean scores provided similar findings but are not shown on the table for reasons of simplicity (details of these results are available upon request). First, only the level of seniority of the head of compound appeared to have a real influence

on dietary scores. We also noted that there were a larger number of women with high scores when the level of properties of the household was higher, when the hygiene index of the household was better, and when the head of the household had received a basic education. Furthermore, women’s economic activities and the level of care for women clearly influenced their dietary scores. On the other hand, their level of education appeared to be insignificant, contrary to what one might expect. There was also an obvious difference in the dietary scores between the ethnic groups, with higher scores mainly among the Mossi, but the difference was not significant (which may be due to the huge proportion of Gourmantche people, about 80%, in our sample). Ultimately, religion was also an influencing factor, Muslim women having the lowest scores whereas Christian women had the highest.

Nutritional status

With a mean height of 161 cm and a mean weight of 54 kg, the mean BMI of the women in our sample was not exceptionally low (mean = 20.8 ± 2.0 kg/m²); nevertheless it was well below the threshold of 23 which is likely to provide benefit to adults in developing countries (WHO, 1998). Even if most of the women (about 86%), regardless of their age, had a ‘normal’ BMI, almost 12% of them were underweight (BMI < 18.5 kg/m²). On the other hand, a very small number of them were overweight. The mean MUAC was relatively high (26.5 ± 2.0 cm) but the body fat percentage was low (mean BFP = 20.9 ± 3.9%).

Study of the relationship between overall dietary quality and anthropometric indices

Table 3 shows the women’s anthropometric characteristics as a function of dietary variety and diversity scores. There was generally a clear and positive statistical link between the overall dietary quality and women’s nutritional status. In fact, the more varied and/or diversified the diet, as reflected by FVS and DDS, the higher the anthropometric indices, reflecting a better nutritional status. This relationship was very clear with the BMI and the mean BFP, but was less significant with respect to the mean MUAC. It was also apparent that the proportion of underweight women was much higher among women belonging to the category of low dietary scores (22.8 vs 7.3% for the ‘medium’ DDS category and 9.8% for the category of ‘high’ DDS). Finally, the links between dietary scores and anthropometric indices were generally more significant with the DDS than with the FVS.

Table 4 shows the relationship between overall dietary quality and women’s nutritional status with adjustment on the set of underlying variables (model 1) and of basic variables (model 2) identified as potential confounders according to the method described above. Another analysis

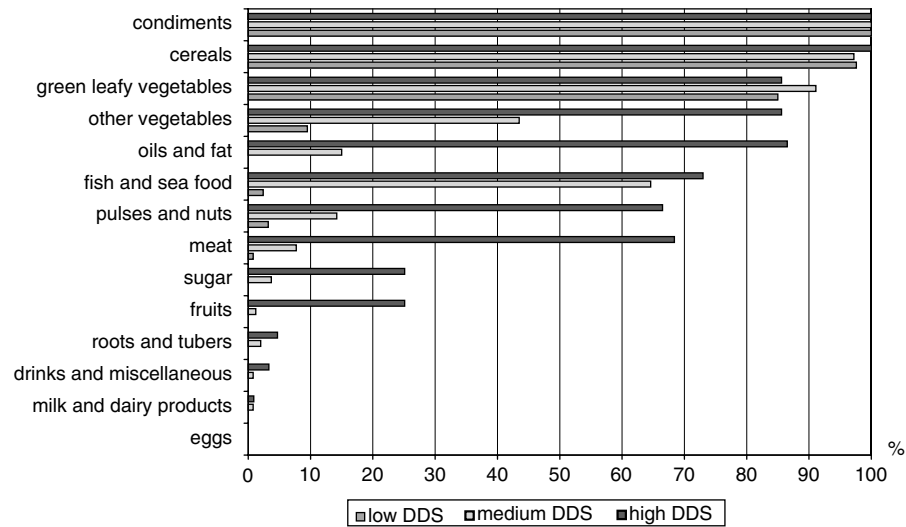


Figure 3 Percentage of women consuming each food group as a function of the category of dietary scores.

Table 2 Dietary scores as a function of sociodemographic characteristics of the sample

	n	FVS (%)			χ^2 (P)	DDS (%)			χ^2 (P)
		Low	Medium	High		Low	Medium	High	
<i>Compound</i>									
<i>Size in number of households</i>									
One	588	41.5	43.4	15.1	8.9	26.4	52.8	20.8	8.2
Two to three		29.3	35.7	35.0	(0.06)	23.6	36.3	40.1	(0.08)
Four and more		33.1	32.8	34.1		20.1	42.6	37.3	
<i>Size in number of individuals</i>									
< 15 individuals	588	42.3	40.4	17.3	7.4	32.7	44.2	23.1	11.7
15 to 29 individuals		35.8	32.5	31.7	(0.12)	28.3	37.5	34.2	(0.02)
≥ 30 individuals		30.8	34.4	34.9		18.3	42.8	38.9	
<i>Seniority of the HC</i>									
≥ 50 years, or born	575	30.6	33.5	35.8	11.5	20.0	39.6	40.4	14.8
< 50 years in the compound		44.2	36.8	19.0	(0.003)	30.5	49.5	20.0	(0.0006)
<i>Household</i>									
<i>Size</i>									
≤ 6 persons	588	29.4	36.3	34.3	7.7	22.6	41.2	36.3	4.4
7 to 10 persons		40.8	30.4	28.8	(0.11)	26.1	41.3	32.6	(0.35)
> 10 persons		29.1	36.4	34.4		18.5	42.4	39.1	
<i>Education of the HH</i>									
Educated ^a	588	23.1	27.6	49.3	22.0	12.7	38.1	49.3	14.6
Uneducated		35.7	36.6	27.8	(< 0.0001)	24.2	43.0	32.8	(0.0007)
<i>Secondary activity of the HH</i>									
Yes	588	28.5	32.3	39.2	11.6	16.3	39.9	43.8	15.7
No		37.0	36.7	26.3	(0.003)	26.7	43.7	29.7	(0.0004)
<i>Agricultural production tools^b</i>									
Yes	588	26.4	38.0	35.7	15.7	16.8	43.5	39.7	11.7
No		42.0	29.6	28.4	(0.0004)	28.4	39.5	32.1	(0.003)
<i>Property level</i>									
High	553	25.5	36.5	38.0	16.1	14.6	42.7	42.7	17.9
Medium		31.4	38.2	30.4	(0.003)	21.3	42.5	36.2	(0.001)
Low		44.8	28.6	26.6		31.8	41.6	26.6	
<i>Hygienic level</i>									
High	588	15.9	34.2	50.0	18.8	2.4	42.7	54.9	30.2
Medium		34.0	36.5	29.5	(0.0008)	22.0	44.6	33.4	(< 0.0001)
Low		38.5	31.0	30.5		29.9	36.2	33.9	

Table 2 *Continued*

	n	FVS (%)			χ^2 (P)	DDS (%)			χ^2 (P)
		Low	Medium	High		Low	Medium	High	
<i>Woman</i>									
<i>Age</i>									
< 20 years	588	27.3	35.2	37.5	1.8	19.3	42.1	38.6	0.6
20 to 29 years		33.9	34.6	31.5	(0.78)	21.7	42.7	35.7	(0.97)
30 years and more		33.6	34.1	32.2		22.4	40.7	36.9	
<i>Residential status</i>									
Permanent	588	34.8	32.8	32.4	4.5	24.7	39.1	36.3	14.1
Other		25.4	41.0	33.6	(0.11)	9.8	52.5	37.7	(0.0009)
<i>Ethnic group</i>									
Gourmantche	587	32.3	35.7	32.1	8.1	20.5	42.6	36.9	13.3
Fulani		45.3	26.4	28.3	(0.09)	39.6	34.0	26.4	(0.01)
Mossi		22.0	31.7	46.3		12.2	41.5	46.3	
<i>Polygamy</i>									
Yes	587	32.8	29.9	37.3	6.4	22.0	37.7	40.3	3.8
No		32.6	38.7	28.8	(0.04)	21.3	45.1	33.5	(0.15)
<i>Kinship with the HH</i>									
Wife	588	34.3	33.3	32.4	1.8	23.7	39.7	36.5	5.5
Other		28.7	38.0	33.3	(0.41)	15.3	48.0	36.7	(0.06)
<i>Religion</i>									
Animist	585	32.7	38.7	28.6	16.5	17.9	50.0	32.1	23.3
Muslim		43.4	28.9	27.7	(0.003)	31.5	40.3	28.3	(0.0001)
Christian		26.0	35.3	38.8		17.1	38.0	45.0	
<i>Education</i>									
Educated ^a	588	23.5	37.0	39.5	6.3	18.5	40.3	41.2	1.6
Uneducated		35.2	33.9	30.9	(0.04)	22.4	42.2	35.4	(0.45)
<i>Secondary activity</i>									
Yes	586	24.6	29.9	45.5	17.8	16.8	33.5	49.7	17.1
No		36.0	36.3	27.7	(0.0001)	23.6	44.9	31.5	(0.0002)
<i>Commercial incomes</i>									
Yes	575	23.9	29.4	46.7	9.9	12.0	37.0	51.1	11.6
No		34.6	35.2	30.2	(0.007)	23.6	42.4	34.0	(0.003)
<i>Care level</i>									
High	588	44.0	33.0	23.0	23.3	36.4	35.9	27.8	43.0
Medium		26.7	37.6	35.6	(0.0001)	14.9	45.1	40.1	(<0.0001)
Low		26.6	32.8	40.7		11.9	45.2	42.9	
<i>Morbidity (15 days)</i>									
Yes	587	28.9	34.6	36.5	2.0	21.8	32.7	45.5	9.1
No		34.3	34.3	31.3	(0.37)	21.6	45.2	33.2	(0.01)

FVS, food variety score; DDS, dietary diversity score; HC, head of compound; HH, head of household.

^aCorresponds to 'at least a beginning of literacy, schooling or another training'.

^bOther than basic agricultural tools.

with specific adjustment variables for each model led to the same conclusions (results not shown).

In model 1, the adjustment variables used referred to the size of the compound (in terms of number of individuals), care for women and the hygiene index at the household level. This last variable was the one that remained most closely linked to anthropometric indices. The introduction of these variables reduced the strength of the relationship between dietary scores and anthropometrics. Considering the FVS, this relation nevertheless remained significant for the mean BMI ($P=0.03$) and nearly significant for the mean BFP ($P=0.05$), but not for the percentage of low BMI or for the mean MUAC.

As regards the DDS, the relationship still persisted for all the anthropometric indices except the mean MUAC ($P=0.03$ for the mean BMI; $P=0.001$ for the percentage of low BMI and $P=0.04$ for the mean BFP).

In model 2, the adjustment variables used referred to the head of household's secondary activity, the household's agricultural production tools and the women's ethnic group. The variable that remained the most closely linked to anthropometric indices was the head of household's secondary activity. The introduction of the adjustment variables further reduced the strength of the relationship between dietary scores and anthropometrics, and this even became nonsignificant in most cases. As for the DDS, the relationship

Table 3 Relationship between dietary scores and anthropometry, adjusted on women's age and height (model 0)

Dietary scores	Mean BMI (n = 588)		% BMI < 18.5 kg/m ² (n = 588)			Mean MUAC (n = 587)		Mean BFP (n = 581)	
	Values	P	%	OR [95% CI]	P	Values	P	Values	P
<i>FVS</i>									
Low	20.1		16.1	1.9 [1.0;3.7]		25.7		19.9	
Medium	20.7	0.009	9.4	1.0 [0.6;1.7]	0.08	26.1	0.10	20.3	0.02
High	20.9		9.4	1.0		26.2		21.2	
<i>DDS</i>									
Low	19.9		22.8	2.9 [1.5;5.6]		25.6		19.4	
Medium	20.6	0.006	7.3	0.7 [0.4;1.5]	<0.0001	26.0	0.04	20.5	0.02
High	21.9		9.8	1.0		26.2		21.2	

BMI, body mass index; MUAC, mid upper arm circumference; BFP, body fat percentage; FVS, food variety score; DDS, dietary diversity score.

remained significant for the percentage of low BMI (OR = 1.9 for the 'low DDS' category with the 'high DDS' category taken as reference; $P = 0.004$).

Finally, the introduction in the models of the variables that reflect basic causes of malnutrition also entailed a reduction in the level of significance for the effect of underlying causes on anthropometrics. This reinforces the conceptual diagram used since it is assumed that part of the effect of basic causes has already been taken into account by underlying causes.

Discussion

As underlined in the introduction, many indices of overall dietary quality have been proposed in the literature. We obviously recognize that the development of methods for measuring dietary quality is a progressive process that recent research is trying to improve by including strong points and avoiding the limits of previous methods (Dixon *et al*, 2001). Owing to the fact that information is particularly difficult to collect in developing countries, it is clear that the indices proposed should be simple and adapted to the context. Nevertheless, up to now, little research has been done in this area and, as Ruel stressed, there is no homogeneity in measurement methods used either in developing countries or in industrialized ones (Ruel, 2002). Consequently, there are still many points that should be tested and clarified in the methods used for measurement and for the determination of these indices.

The first question concerns the reference period during which information should be collected. This period should be sufficiently long so as to better reflect the population's usual dietary consumption (Palaniappan *et al*, 2003), but it should also be sufficiently limited to minimize the memory bias (Swindale & Ohri-Vachaspati, 1999); in addition, a too long questionnaire may cease to interest the interviewee who may therefore not give appropriate answers. This is particularly true in developing countries. We consequently decided to use simplified scores based on a single 24-h recall,

although we are conscious that this simplicity has some drawbacks. Mainly, a single 24-h recall is not sufficient to accurately reflect the usual intake of an individual, since the lack of variety on a given day does not mean that there is no day-to-day variation. Nevertheless, such proxy indicators are very useful at the scale of the population to monitor progress on the dietary situation or to target interventions to groups who are in need.

One way of improving the estimation of the usual dietary intake and of collecting more information about day-to-day variability is to make repeated 24-h recalls on the same subjects over a period of several days, and if possible, also over different seasons (Sempos *et al*, 1985; FNB, 1986). Indeed, seasonality is another important issue, especially in an African rural context, and it has been clearly shown that food consumption and nutrient intake can vary from one season to the next (Kigutha, 1997; Rose & Tschirley, 2003). Consequently, one may wonder whether a particular individual or household would be classified in the same terciles of FVS or DDS in different seasons. Additional studies are needed to clarify this point.

One may also wonder whether it is better to determine scores from food items (FVS) or from food groups (DDS). Several studies have used both types of scores and have shown that they both adequately reflect dietary quality in terms of meeting nutrient needs; however, with a stronger relationship between outcomes and the scores built up from food groups (Hatloy *et al*, 1998; Ogle *et al*, 2001). Other authors also proposed the use of DDS because of its greater simplicity (Krebs-Smith *et al*, 1987; Hatloy *et al*, 2000). In our study, we observed that the DDS provided more information to describe the type of diets and their nutritional quality. In addition, this score had a stronger link with women's nutritional status. However, even if there is a preference for DDS indices, the issue of the number of food groups that should be taken into account to determine such indices, which so far has ranged from 4 to 14 (Ruel, 2002), has not yet been resolved. However, this is an important point if international comparisons are to be made. To our knowledge, there is no international recommendation concerning

Table 4 Relationship between dietary scores and women's nutritional status (linear and logistic regressions)

Nutritional status	Relationship with the variety score (FVS)								Relationship with the diversity score (DDS)							
	Mean BMI (kg/m ²)		OR [95% CI] BMI < 18.5 kg/m ²		Mean MUAC (cm)		Mean BFP		Mean BMI (kg/m ²)		OR [95% CI] BMI < 18.5 kg/m ²		Mean MUAC (cm)		Mean BFP	
	1 ^a	2 ^b	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
<i>Models</i>																
n	588	587	588	587	587	586	581	580	588	587	588	587	587	586	581	580
<i>Dietary scores</i>																
Low	20.2	20.2	1.5 [0.8;2.8]	1.3 [0.7;2.5]	25.7	25.6	20.1	20.0	20.1	20.1	2.3 [1.2;4.2]	1.9 [0.9;3.8]	25.6	25.6	19.7	19.6
Medium	20.7	20.6	0.8 [0.5;1.5]	0.8 [0.5;1.5]	25.9	25.8	20.3	20.1	20.6	20.5	0.7 [0.3;1.3]	0.6 [0.3;1.2]	25.9	25.7	20.4	20.2
High	20.8	20.7	1.0	1.0	26.0	25.8	21.1	20.9	20.8	20.7	1.0	1.0	26.0	25.8	21.1	20.9
<i>P</i>	0.03	0.10	0.16	0.42	0.28	0.61	0.05	0.12	0.03	0.13	0.001	0.004	0.25	0.63	0.04	0.12
<i>Underlying variables</i>																
Size of compounds in individuals	0.29	0.53	0.12	0.46	0.06	0.29	0.93	0.98	0.33	0.55	0.15	0.47	0.07	0.32	0.94	0.96
Care of women	0.26	0.32	0.32	0.55	0.22	0.24	0.14	0.23	0.32	0.36	0.58	0.75	0.25	0.25	0.28	0.37
Hygiene of household	0.01	0.03	0.15	0.40	0.02	0.07	0.18	0.34	0.01	0.04	0.19	0.41	0.02	0.07	0.23	0.41
<i>Basic variables</i>																
Secondary activity of the HH		0.13		0.01		0.04					0.17		0.008		0.04	0.07
Agricultural production tools		0.04		0.08		0.12				0.12		0.03		0.07	0.10	0.13
Woman's ethnic group		0.44		0.11		0.07				0.67		0.50		0.14	0.09	0.74

^aModel 1: nutritional status = f (age and height, dietary scores, underlying variables).

^bModel 2: nutritional status = f (age and height, dietary scores, underlying variables, basic variables).

HH, head of household.

the number of food groups to be used upon which the whole scientific community currently agrees. Additional work on this point is urgently required. It is worth noting that, in our study, the use of another classification (11 groups) did not alter our conclusions but did slightly modify the degree of significance of some comparisons (results not shown). This was mainly due to different cutoffs used to distinguish terciles, which resulted in some individuals moving from one group to the next.

Other discussions have raised the question of whether to take into account the minimum quantity consumed, or a weighing system based on the frequency of food consumption. Still other studies, for example, the one made in Mozambique (Rose *et al*, 2002), used more complex scoring systems which focused more on certain foods. The problem arose in our study particularly with respect to dried/smoked fish, which is added in the sauce in very small quantities to enhance its flavour, and also with respect to condiments (salt, spices, aromatic plants) which are systematically added to the dishes in small quantities. However, the fact that condiments are used by 100% of the individuals (Figure 3) means that not taking them into account does not modify the results. Nonetheless, the case of dried/smoked fish raises the question of the significance of the diversity score in relation to real dietary quality. Diversity should not be confused with quality because ensuring a certain degree of diversity does not mean that the dietary quality will match people's intrinsic needs (Krebs-Smith *et al*, 1987; Brown *et al*, 2002). However, both in industrialized and developing countries, the literature shows that diversity indices clearly reflect overall dietary quality (Guthrie & Scheer, 1981; Hatloy *et al*, 1998; Torheim *et al*, 2004). A similar problem concerns the choice of thresholds to determine poor, medium and satisfactory scores. In most studies these thresholds are determined according to the score distribution in the sample by the use of terciles or quintiles, thereby permitting comparisons within the same sample. However, regarding the problem of adequacy of diets to meet needs, thresholds should be based on more functional criteria.

In our study, we were inspired by Hatloy *et al's* work (Hatloy *et al*, 1998) leading to the simple measurement of overall dietary quality derived from a qualitative dietary recall of the previous 24 h. This process used a scoring system that sums all foods and food groups consumed thereby giving the same weight to all items. However, if one compares our results with those of the study conducted in Mali, it is surprising to see that the mean FVS is clearly lower in Burkina Faso (8.3 vs 14.2 food items) although the information was collected from similar lists of food items (respectively 118 and 104 items). A possible explanation is that in the Malian study, dietary consumption was measured at the household level by noting the foods consumed by all the individuals, whereas in our study it was measured at the level of each individual. This highlights the more general problem of the significance of diversity indices measured at the household level, which are supposed to better reflect the

food security level and even the socioeconomic level of households, vs indices measured at the individual level, which are more strongly linked to dietary quality and to people's nutritional status (Ruel, 2002). This also raises the question of relationships between the two measurement levels, which are obviously interlinked as shown, for example, in Ghana (Leroy *et al*, 2003), but also underlines the problem of intrafamilial food distribution (Okeke & Nnanyelugo, 1989; Gittelsohn & Vastine, 2003). However, the difference observed between our study and the one conducted in Mali, despite relative geographical proximity, is probably due to the fact that one region is much more underprivileged than the other, with a poorer and less diversified diet in Burkina Faso. This highlights the need for research to establish tools which will make it possible to compare dietary quality between different countries. This problem was in fact recently addressed but with a much more complex index (Kim *et al*, 2003).

In our study, we were able to observe that the distribution of dietary scores among the women of the sample was strongly linked to some sociodemographic characteristics both at the individual and household levels, which suggests a certain degree of sensitivity and of discriminating power of this type of index, even within a rural population usually considered to be very homogenous. As shown by Hatloy with the same indices (Hatloy *et al*, 2000), and as expected, women living in a better economic context had higher dietary scores. However, a number of particularities were also observed, especially that the head of household's educational level clearly influenced the quality of women's diet whereas the women's educational level did not. However, this is perhaps not that surprising given men's position in African societies in general, and particularly in the province where we conducted our study, where men have a direct influence on the family's diet since they make decisions about food expenses and choices concerning the family's dietary consumption (Idrac, 2003). On the other hand, in a context with such a low level of education, it is also possible that the educational level of the women is not the best way of evaluating women's knowledge (Bhargava & Fox-Kean, 2003). We showed that women's diet is closely linked to the care they receive. This confirms the fact underlined by many researchers that gender issues should be included in nutritional programmes (Beckerleg, 1995; Quisumbing & Meinzen-Dick, 2001) and that the concept and measurement of care should be explored at greater depth.

Nonetheless, our study did show that variety and diversity scores can be considered as good proxies of overall dietary quality, and that these scores also reflect the social and economic contexts of the populations concerned.

Finally, one of the most important results of our study was to show a significant link between dietary scores and nutritional outcomes, which means that these simple indicators, namely FVS and DDS, adequately predicted the nutritional status of adult women. Our results also showed that, in addition to diet, other underlying factors affected

nutritional status. When these factors, which reflected the sociodemographic and economic context of the people surveyed, were taken into account in the analyses, they tended to reduce the strength of the link between dietary scores and nutritional status. However, in adjusted comparisons the link between the dietary diversity score and the percentage of underweight women persisted. In developing countries in general and particularly in Africa, a relationship between dietary diversity scores, similar to the one we have used here, and individuals' nutritional status has already been shown several times (Onyango *et al*, 1998; Tarini *et al*, 1999; Hatloy *et al*, 2000; Arimond & Ruel, 2002), but the socioeconomic factors were not always adequately controlled in these studies (Ruel, 2002) which focussed on the nutritional status of young children, especially growth indices. As far as we know, only Torheim and her team have studied the relationship between diversity scores and adult women's nutritional status in a developing country (Mali), but in contrast to our study, these authors did not find a link between them (Torheim *et al*, 2004). In our case, some women clearly had lower dietary scores than in Mali, and these women were those who also had the worst nutritional status. Generally speaking, since adult women's nutritional status is much more stable than that of growing children, one can assume that it is more difficult to show this kind of relationship, especially in a comprehensively homogenous environment. Consequently, the differences that we observed may reflect a real influence of the degree of dietary diversity on the anthropometric characteristics studied, such as the percentage of BMI < 18.5 kg/m². Nevertheless, this relationship could raise other questions since these anthropometric indices are essentially the outcome of an energetic balance in which the quantity of food, which was not addressed in our study, appears to be more important than the quality of the food. Besides, our study was conducted during a period during which an adequate supply of food was available. However, depending on the types of dietary groups that are consumed at an increasing rate when the dietary diversity score rises (pulses and nuts, meat and fish, fat, sugar, etc cf. Figure 3), one can assume that this score reflects both the energetic density of consumed food and its better micronutrient content. Global energy intake is also likely to be linked to the level of dietary diversity, as shown by other authors (Allen *et al*, 1991). In this context, the dietary diversity score can therefore be considered as an indicator of overall dietary quality. However, it should be noted that the differences observed between diets with low and high scores typically refer to dietary changes that happen during the nutritional transition process, especially with increasing consumption of fat, animal products and sugar (Popkin, 1999). In a transitional context, these dietary changes can quickly turn into a phenomenon of excess which, in turn, can lead to chronic diseases related to nutrition. In a poor region like the one in which our study was conducted where very few women are overweight, it would of course be a good thing to consume more food items

from these groups; but it is also necessary to inform and educate the rural populations on adequate food habits — especially if their economic conditions improve — in order to avoid the occurrence of the above-mentioned problems. These actions are also necessary to further improve the overall dietary quality while insisting especially on fruits and vegetables, which are currently not sufficiently consumed even though they are highly recommended in all societies.

Dietary diversity scores are very useful to evaluate overall dietary quality. Research in this field is still limited in developing countries. Our study showed that a relatively simple method allows a satisfactory description of the dietary quality, and also demonstrated the link between dietary quality and adult women's nutritional status. This easy-to-use method thus has great potential as a tool to rapidly determine the diet quality in different contexts and to monitor or evaluate intervention programmes.

Acknowledgements

This study was conducted as part of the 'Food Vulnerability and Nutritional Security' programme of the Nutrition Research Unit (UR 106) of IRD. We thank all the surveyors and the population of the Gnagna province for their warm welcome and their collaboration which allowed successful data collection. We also thank the anonymous referees who made very useful comments and therefore helped improve this paper.

References

- ACC/SCN (2000): Fourth Report on the World Nutrition Situation. Geneva: ACC/SCN in collaboration with IFPRI.
- Allen LH, Black AK, Backstrand JR, Peltó GH, Ely RD, Molina E & Chavez A (1991): An analytical approach for exploring the importance of dietary quality versus quantity in the growth of Mexican children. *Food Nutr. Bull.* 13, 95–104.
- Arimond M & Ruel MT (2002): Progress in developing an infant and child feeding index: an example using the Ethiopia Demographic and Health Survey 2000. FCND Discussion Paper no 143 Washington, DC: IFPRI.
- Beckerleg S (1995): Food bowl division and social change. *Ecol. Food Nutr.* 34, 89–104.
- Bhargava A & Fox-Kean M (2003): The effects of maternal education versus cognitive test scores on child nutrition in Kenya. *Econ. Hum. Biol.* 1, 309–319.
- Brown KH, Peerson JM, Kimmons JE & Hotz C (2002): Options for achieving adequate intake from home-prepared complementary foods in low incomes countries. In *Public Health Issues in Infant and Child Nutrition* eds RE Black & MK Fleischer, Nestlé Nutrition Workshop Series, Pediatric Program, Vol. 48 Philadelphia: Nestec, Vevey/Lipincott Williams and Wilkins.
- Dixon LB, Cronin FJ & Krebs-Smith SM (2001): Let the pyramid guide your food choices: capturing the total diet concept. *J. Nutr.* 131 (Suppl 1), S461–S472.
- Drewnowski A & Popkin BM (1997): The nutrition transition: new trends in the global diet. *Nutr. Rev.* 55, 31–43.
- Durnin JV & Womersley J (1974): Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br. J. Nutr.* 32, 77–96.
- FAO (1970): *Food Composition Table for Use in Africa*. Rome: FAO.

- FAO/WHO (1992): Nutrition and development: a global assessment. *International Conference on Nutrition*. Rome: FAO & WHO.
- Food and Nutrition Board, National Research Council (FNB) (1986): *Nutrient Adequacy Assessment Using Food Consumption Surveys*. Washington, DC: National Academy Press.
- Gittelsohn J & Vastine AE (2003): Sociocultural and household factors impacting on the selection, allocation and consumption of animal source foods: Current knowledge and application. *J. Nutr.* **133** (Suppl 2), S4036–S4041.
- Guthrie HA & Scheer JC (1981): Validity of a dietary score for assessing nutrient adequacy. *J. Am. Diet. Assoc.* **78**, 240–245.
- Haines PS, Siega-Riz AM & Popkin BM (1999): The diet quality index revised: a measurement instrument for populations. *J. Am. Diet. Assoc.* **99**, 697–704.
- Hatloy A, Torheim LE & Oshaug A (1998): Food variety—a good indicator of nutritional adequacy of the diet? A case study from an urban area in Mali, West Africa. *Eur. J. Clin. Nutr.* **52**, 891–898.
- Hatloy A, Hallund J, Diarra MM & Oshaug A (2000): Food variety, socioeconomic status and nutritional status in urban and rural areas in Koutiala (Mali). *Public Health Nutr.* **3**, 57–65.
- Hoddinott J & Yohannes Y (2002): Dietary diversity as a household food security indicator. *Food and Nutrition Technical Assistance Project, Academy for Educational Development*. Washington, DC: IFPRI.
- Hudson GJ (1995): Food intake in a west African village. Estimation of food intake from a shared bowl. *Br. J. Nutr.* **73**, 551–569.
- Idrac A (2003): Approche qualitative de la monotonie alimentaire et des possibilités de diversification du régime familial en milieu rural au Burkina Faso. Mémoire de DESS. Département d'économie agricole internationale. Université Paris Sud 11 42 pp.
- Janin P (2003): Soudure alimentaire et gestion sociétale des risques en zone Sahélienne (Burkina Faso). 4^{ème} conférence africaine sur la population 'Population et pauvreté en Afrique: réagir aux défis du XX^e siècle', Tunis.
- Kant AK (1996): Indexes of overall diet quality: a review. *J. Am. Diet. Assoc.* **96**, 785–791.
- Kigutha HN (1997): Assessment of dietary intake in rural communities in Africa: experiences in Kenya. *Am. J. Clin. Nutr.* **65**, 1168S–1172S.
- Kim S, Haines PS, Siega-Riz AM & Popkin BM (2003): The diet quality index-international (DQI-I) provides an effective tool for cross-national comparison of diet quality as illustrated by china and the united states. *J. Nutr.* **133**, 3476–3484.
- Krebs-Smith SM, Smicklas-Wright H, Guthrie HA & Krebs-Smith J (1987): The effects of variety in food choices on dietary quality. *J. Am. Diet. Assoc.* **87**, 897–903.
- Lauritsen JM, Bruus M & Myatt M (2000): *EpiData, a tool for validated dataentry and documentation of data*. UK: County of Denmark and Brixton Health.
- Lebart L, Morineau A & Warwick KM (1984): *Multivariate Descriptive Statistical Analysis: Correspondence Analysis and Related Techniques for Large Matrices*. New York: John Wiley and Sons Inc.
- Leroy J, Habicht J, Ruel M, Simler K & Ditto S (2003): Household dietary diversity is associated with child dietary diversity and nutritional status. *FASEB J.* **17** (4), A483.1 A713.
- Lohman TG, Roche AF & Martorell R (1988): *Anthropometric Standardization Reference Manual*. Champaign, IL: Human Kinetics Books.
- Martin-Prével Y, Traissac P, Delpuech F & Maire B (2001): Decreased attendance at routine health activities mediates the deterioration of nutritional status of young African children under worsening socioeconomic conditions. *Int. J. Epidemiol.* **30**, 493–500.
- McCullough ML, Feskanich D, Stampfer MJ, Giovannucci EL, Rimm EB, Hu FB, Spiegelman D, Hunter DJ, Colditz GA & Willett WC (2002): Diet quality and major chronic disease risk in men and women: moving toward improved dietary guidance. *Am. J. Clin. Nutr.* **76**, 1261–1271.
- Ogle BM, Hung PH & Tuyet HT (2001): Significance of wild vegetables in micronutrient intakes of women in Vietnam: An analysis of food variety. *Asia Pac. J. Clin. Nutr.* **66**, 1102–1109.
- Okeke EC & Nnanyelugo DO (1989): Intrafamilial distribution of food and nutrients in a rural Nigerian population. *Ecol. Food Nutr.* **23**, 109–123.
- Onyango A, Koski KG & Tucker KL (1998): Food diversity versus breastfeeding choice in determining anthropometric status in rural Kenyan toddlers. *Int. J. Epidemiol.* **27**, 484–489.
- Palaniappan U, Cue RI, Payette H & Gray-Donald K (2003): Implications of day-to-day variability on measurements of usual food and nutrient intakes. *J. Nutr.* **133**, 232–235.
- Patterson RE, Haines PS & Popkin BM (1994): Diet quality index: capturing a multidimensional behavior. *J. Am. Diet. Assoc.* **94**, 57–64.
- Popkin BM (1999): Urbanization, lifestyle changes and the nutrition transition. *World Dev.* **27**, 1905–1916.
- Popkin BM & Bisgrove EZ (1988): Urbanization and nutrition in low-income countries. *Food Nutr. Bull.* **10**, 3–23.
- Quisumbing AR & Meinzen-Dick RS (2001): *Empowering Women to Achieve Food Security—Overview* Brief 1 of 12 Washington, DC: IFPRI.
- Rose D, Meershoek S, Ismael C & Mc Ewan M (2002): Evaluation of a rapid field tool for assessing household diet quality in Mozambique. *Food Nutr. Bull.* **23**, 181–189.
- Rose D & Tschirley D (2003): Predicting dietary intakes with simple food recall information: a case study from rural Mozambique. *Eur. J. Clin. Nutr.* **57**, 1212–1221.
- Ruel MT (2002): Is dietary diversity an indicator of food security or dietary quality? A review of measurement issues and research needs. FCND Discussion Paper no 140 Washington, DC: IFPRI.
- SAS (1999): *Getting Started with the SAS System, Version 8*. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Sawadogo SP (2002): *Pratiques alimentaire dans la province de la Gnagna. Mémoire de DEA* Université de Ouagadougou, 64 p.
- Sempos CT, Johnson NE, Smith EL & Gilligan C (1985): Effects of intraindividual and interindividual variation in repeated dietary records. *Am. J. Epidemiol.* **121**, 120–130.
- Siri WE (1956): The gross composition of the body. *Adv. Biol. Med. Phys.* **4**, 239–280.
- SUDAAN (1997): *User's Manual, Release 7.5*. Triangle Park, NC: Research Triangle Institute.
- Swindale A & Ohri-Vachaspati P (1999): *Measuring Household Food Consumption: a Technical Guide Food and Nutrition Technical Assistance - Indicator guides*. Washington, DC: USAID/AED.
- Tarini A, Bakari S & Delisle H (1999): The overall nutritional quality of the diet is reflected in the growth of Nigerian children. *Sante* **9**, 23–31.
- Torheim LE, Barikmo I, Parr CL, Hatloy A, Ouattara F & Oshaug A (2003): Validation of food variety as an indicator of diet quality assessed with a food frequency questionnaire for Western Mali. *Eur. J. Clin. Nutr.* **57**, 1283–1291.
- Torheim LE, Ouattara F, Diarra MM, Thiam FD, Barikmo I, Hatloy A & Oshaug A (2004): Nutrient adequacy and dietary diversity in rural Mali: association and determinants. *Eur. J. Clin. Nutr.* **58**, 594–604.
- Underwood BA (1998): From research to global reality: the micronutrient story. *J. Nutr.* **128**, 145–151.
- Unicef (1990): *Strategy for Improved Nutrition of Children and Women in Developing Countries*. New York: Unicef Policy Review, OQEH.
- WHO (1995): *Physical Status: the Use and Interpretation of Anthropometry. WHO Technical Report Series no 854*. Geneva: WHO.
- WHO (1998): *Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic. Report of a WHO Consultation on Obesity*. Geneva: WHO.
- WHO/FAO (1996): *Preparation and use of Food-based Dietary Guidelines. Nutrition Programme*. Geneva: WHO.

Publication n°2

**Measuring dietary diversity in rural Burkina Faso:
Comparison of a 1-day and a 3-day dietary recall**

M. Savy, Y. Martin-Prével, P. Traissac, F. Delpeuch

Public Health Nutrition (sous presse)

Résumé

La diversité alimentaire est clairement reconnue comme un élément clé d'une alimentation saine et équilibrée. La plupart des études qui ont cherché à évaluer la qualité globale de l'alimentation se sont focalisées sur des méthodes quantitatives, mais ces méthodes sont longues, complexes et coûteuses. Elles sont particulièrement difficiles à mener dans les pays en développement, notamment en milieu rural, où les populations mangent très souvent dans un plat commun et où le niveau d'éducation est généralement faible. Dans ces pays, la mesure de la qualité de l'alimentation fait donc de plus en plus appel à des méthodes qualitatives, comme par exemple l'utilisation de scores de diversité alimentaire (SDA), définis comme le nombre de groupes d'aliments consommés pendant une période donnée. Ces scores sont des outils de mesure prometteurs puisque plusieurs études ont montré qu'ils étaient de bons indicateurs de la qualité globale de l'alimentation, aussi bien dans les pays industrialisés que dans les pays en développement. Il a été montré que ces scores pouvaient également être utilisés comme des indicateurs de la sécurité alimentaire des ménages et qu'ils étaient également positivement associés à l'état nutritionnel des jeunes enfants. Récemment, nous avons observé que de simples scores de diversité étaient liés à l'état nutritionnel des femmes vivant en milieu rural au Burkina Faso. Cependant, malgré l'intérêt grandissant pour ce type de scores, un certain nombre de questions concernant leur construction et utilisation sont restées sans réponses. Par exemple, la durée de la période pendant laquelle les scores de diversité doivent être calculés fait l'objet de discussions. Dans la littérature les avis sont en effet partagés, car certains auteurs pensent qu'une période de 24h est suffisante pour estimer les apports alimentaires, tandis que d'autres pensent qu'une période plus longue est nécessaire. De plus, l'inclusion ou non de jours atypiques dans la période de rappel alimentaire a également besoin d'être clarifiée.

L'objectif de la présente recherche était de comparer des scores de diversité mesurés sur 1 et 3 jours, ainsi que leurs relations avec le niveau socio-économique et l'état nutritionnel des femmes résidant en milieu rural au Burkina Faso. Cette étude s'est également intéressée à certains aspects pratiques du recueil des données à prendre en compte pour une utilisation optimale de ces scores de diversité dans ce contexte.

Un rappel qualitatif de tous les aliments ingérés au cours des 3 derniers jours a été effectué en avril 2003 auprès d'un échantillon aléatoire de 550 femmes. Des SDA (nombre de groupes d'aliments consommés parmi 9 groupes possibles) ont été calculés pour le total des 3 jours et

pour les périodes de 1 jour à J-1, J-2 et J-3 et ont été utilisés en continu ou en terciles. L'état nutritionnel des femmes a été estimé par l'indice de masse corporelle (IMC), le périmètre brachial et le pourcentage de masse grasse.

Le SDA moyen est passé de 3,5 à 4,4 groupes alimentaires entre 1 et 3 jours ($p < 0,0001$), malgré l'existence d'un biais de mémoire lorsque le score était calculé sur 3 jours (valeurs du SDA à J-1, J-2 et J-3 = 3,5, 3,3 et 3,1 respectivement, $p < 0,0001$). Le SDA calculé sur 1 jour était significativement plus élevé lorsqu'un marché avait eu lieu dans la période de recueil. Les SDA calculés sur 1 et 3 jours étaient tous deux positivement liés aux caractéristiques sociodémographiques et économiques des femmes. Sur 1 jour, les femmes qui étaient dans le tercile faible du SDA avaient un IMC moyen de $20,5 \text{ kg/m}^2$ et 17,7% d'entre elles étaient maigres ($\text{IMC} < 18,5 \text{ kg/m}^2$), versus $21,6 \text{ kg/m}^2$ et 3,5% pour celles qui étaient dans le tercile élevé ($p = 0,0003$ et $0,0007$ respectivement). Le SDA calculé sur 1 jour était également lié au pourcentage moyen de masse grasse. Toutes ces relations sont restées significatives après ajustement sur les facteurs de confusion potentiels. Ce type de relations a également été observé avec le SDA calculé sur 3 jours, mais ces dernières n'ont pas résisté à l'ajustement.

Par conséquent, la diversité de l'alimentation est mesurée de façon plus complète par un rappel de 3 jours. En revanche, les indices de diversité calculés sur une période de 1 jour sont suffisants pour discriminer les femmes par rapport à leur niveau socio-économique et pour prédire leur état nutritionnel. Dans tous les cas, une attention particulière doit être portée aux jours de marché et aux biais de mémoire dans ce contexte.

**Measuring dietary diversity in rural Burkina Faso:
Comparison of a 1-day and a 3-day dietary recall**

Running Title: Measuring dietary diversity in rural Burkina Faso

M. Savy^{1, 2*}, Y. Martin-Prével³, P. Traissac¹, F. Delpeuch¹

¹ Research Unit 106 "Nutrition, Food, Societies" (WHO collaborating Centre for Nutrition),
Institut de Recherche pour le Développement (IRD), Montpellier, France.

² Doctoral School 393 "Public Health and Biomedical Information Sciences", Université Pierre et
Marie Curie, Paris 6, France.

³ Research Unit 106 "Nutrition, Food, Societies", Institut de Recherche pour le Développement
(IRD), Ouagadougou, Burkina Faso.

*Corresponding author : M Savy, UR 106, Institut de Recherche pour le
Développement, BP 64501, 34394 Montpellier cedex 5, France.

Tel : +33 (0)4 67 41 61 73

Fax : +33 (0)4 67 41 63 30

E-mail: Mathilde.Savy@mpl.ird.fr

Keywords: dietary diversity score - dietary assessment - recall period - women - nutritional
status - Burkina Faso - Africa

Abstract

Objectives: to compare dietary diversity scores measured over a 1-day and a 3-day period, and to assess their relationships with socio-economic characteristics and with the nutritional status of rural African women.

Design: a qualitative dietary recall allowed calculation of dietary diversity scores (DDS: number of food groups consumed out of a total of 9). Body mass index (BMI) and body fat percentage (BFP) were used to assess the nutritional status of women.

Setting and subjects: a representative sample of 550 mothers in North-East Burkina Faso.

Results: The DDS increased from 3.5 to 4.4 food groups when calculated from a 1-day or a 3-day recall ($p < 0.0001$), although for the latter the DDS was affected by memory bias. The DDS calculated from a 1-day recall was higher when a market day occurred during the recall period. Both DDS were linked to the socio-demographic and economic characteristics of the women. Women in the lowest DDS tercile calculated from the 1-day recall had a mean BMI of 20.5 kg/m² and 17.7% of them were underweight, *versus* 21.6 kg/m² and 3.5% for those in the highest tercile ($p = 0.0003$ and 0.0007 , respectively). The DDS calculated from the 1-day recall was also linked to mean BFP; all these links remained significant after adjustment for confounders. For the 3-day period, no such relationships were found to be significant after adjustment.

Conclusion: The DDS calculated from a 1-day dietary recall was sufficient to predict the women's nutritional status. In such a context attention should be paid to market days.

Introduction

It is widely accepted that diversity is one of the key elements of a healthy diet. Much research has focused on quantitative or frequency methods to assess diet quality but these methods are often time-consuming, complex and costly. In developing countries, especially in African rural areas, such dietary studies are particularly difficult to carry out because people generally eat from a shared bowl, making the measurement of individual dietary consumption very difficult¹. Moreover, due to the generally low level of education, it is almost impossible to use certain types of questionnaires, such as diet diaries or other methods which require the subjects to record their own food consumption; it is also difficult to estimate serving sizes. In such contexts, it thus seems more appropriate to assess food consumption through qualitative dietary recall which is simpler, faster and cheaper than quantitative or frequency methods. A method that has been more and more frequently used in recent years is the evaluation of dietary quality using simple tools such as diversity scores, i.e. the number of food groups consumed over a reference period. These scores are promising measurement tools and several studies have shown that they are good proxies of overall dietary quality both in industrialised and developing countries²⁻⁶, and, in addition, that they are positively associated with the nutritional status of young children⁷⁻¹⁰. Recently, we found that a simple dietary diversity score was also linked to the nutritional status of adult women in rural Burkina Faso¹¹. Finally, results of several studies also suggested that dietary diversity could be a useful indicator of household food security¹².

However, despite a growing interest in these scores, many questions about their construction and application remain unanswered. For example, the length of the recall period required to accurately assess the usual consumption of an individual remains unclear. Some authors believe that a short dietary recall (over a 24-h period) is a reliable method to assess food intake in developing countries¹³⁻¹⁶ since in these settings diets tend to be simple and monotonous, and intra-individual variation is consequently usually low¹⁷. Furthermore, the short recall period considerably minimizes memory bias which often occurs especially when the level of education is low¹⁸. On the other hand, some authors claim that a 24-h recall may result in underestimation of the consumption of some less routinely eaten foods^{19, 20}. Moreover, the question whether atypical days should be included or not in the recall period also needs to be clarified as we know that food consumption can change on these special days, both in industrialised countries²¹ and in developing countries¹⁸. Atypical days are exceptional days such as feasts, marriages or funerals. In industrialised countries, atypical days also include weekend days, which are classically accounted for in food survey designs. In rural areas in developing countries, weekend days do not have any special significance, and so less attention is generally paid to atypical days.

The aim of the present paper is to compare dietary diversity scores calculated over a 1-day recall period (1d-DDS) and a 3-day recall period (3d-DDS), as well as their relationships with the socio-economic characteristics and the nutritional status of the women. Furthermore, this paper highlights some practical aspects of the collection of dietary data for the use of dietary diversity scores in an underprivileged context in Africa. The study took place in a rural area in Burkina Faso and concerned women of child-bearing age.

Methods

Study area

The study was conducted in a rural area located in North-East Burkina Faso (Gnagna province). This province covers an area of 8 640 km² and has about 350 000 inhabitants. The majority of the population belongs to the *Gourmantche* ethnic group. The main economic activity is agriculture, mainly cereal production, and cattle breeding. Gnagna province is a particularly vulnerable area characterised by a landlocked position, harsh climatic conditions with scarce and erratic rainfall, and low quality soils.

Sampling

A cross-sectional domestic survey was carried out from March to April 2003 in 30 villages in the province. The sample stemmed from a previous survey carried out in March 2002¹¹, for which a 2-stage sampling technique was used based on the most recent available population census (1998): first, the 30 villages were randomly selected with a probability proportional to size; then 6 compounds were randomly selected in each village. In 2002, the survey included a final

sample of 691 women living in the selected compounds, all of whom had at least one child under 5 years old. In 2003, a new survey was carried out among the same women but the final sample included only 550 of them because of death, removal or refusal to take part. All the women included in the study, as well as the village, compound and household heads, verbally gave their free and informed consent to participate.

Food consumption

A simple questionnaire allowed all types of foods consumed during each of the 3 previous days to be noted. Each woman involved in the study was asked to recall all the communal dishes she had eaten in the compound during this period. From a practical point of view, we first let the woman spontaneously describe her food consumption and then we prompted her to be sure that no meal had been forgotten. Next the detailed list of all the ingredients of the dishes mentioned was collected from the woman in charge of their preparation. We also took into account all other foods consumed by each woman inside or outside the compound (meals, snacks, etc.). The exact composition of all these foods was also noted.

The information collected on dietary consumption allowed us to calculate a dietary diversity score (DDS), defined as the number of different food groups consumed by each woman over a given reference period. Since there is no internationally acknowledged recommendation about the food group classification to be used, we decided to use a 9 food group classification derived from a proposal made at a workshop on dietary diversity in Rome in October 2004²²: cereals/roots/tubers; pulses/nuts; vitamin A rich fruits/vegetables; other vegetables; other fruits; meat/poultry/fish; eggs; milk/dairy products; oils/fats. Neither the frequency of consumption nor the amount of food consumed was taken into consideration. The scores were used as discrete quantitative variables and were also analysed after categorisation into terciles (Fig 1). Since the qualitative recall was conducted over 3 distinguishable days, the DDS could be calculated over a 1-day period (Day-1, Day-2 and Day-3), over 2 days (Day-1 + Day-2) and over 3 days (Day-1 + Day-2 + Day-3). The recall was randomly made on weekdays or on weekend days, since weekends do not have any special significance in the context of our study. We took care to not include atypical days (local feasts or celebrations) in the recall. However, when there had been a market day in the village during the recall period, these 'market days' were noted and taken into account in the analysis because food consumption was likely to be different on that occasion.

Anthropometric measurements

The women were weighed to the nearest 100 g on electronic scales with a weighing capacity of 10 to 140 kg. Their height was measured to the nearest mm with locally-made portable devices equipped with height gauges (SECA 206 Bodymeter). The body mass index (BMI=weight/height² (kg/m²)) was used to assess the women's body fat.

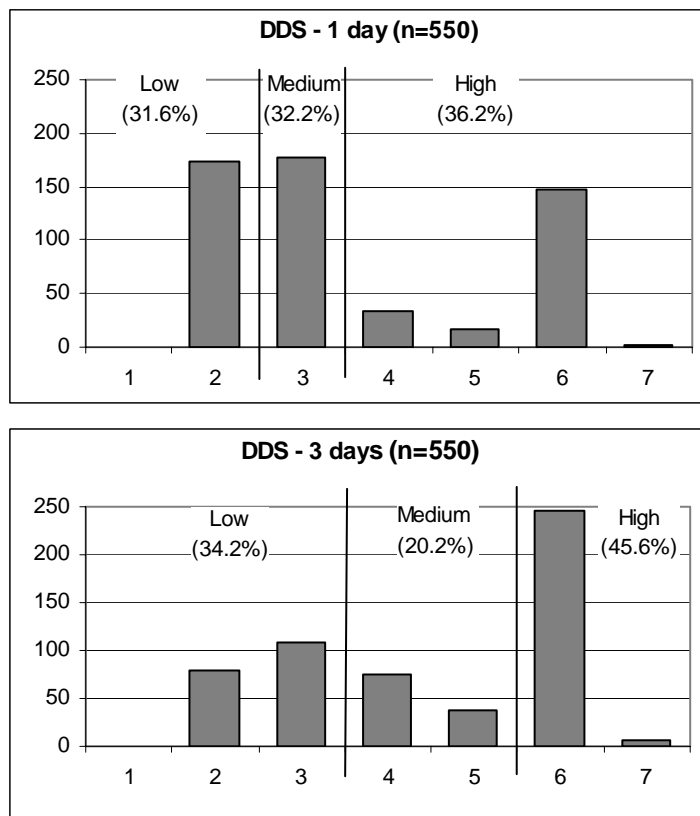


Fig 1: Distribution of Dietary Diversity Scores (DDS) and cut-offs for the terciles

Skinfold thickness (bicipital, tricipital, under-scapular and supra-iliac) was measured to the nearest 0.2 mm according to Lohman standard procedures²³ with a Holtain calliper. The measurement of skinfold thickness enabled us to determine body density (BD) by applying the equation developed by Durnin and Womersley²⁴. We took the higher lean mass density in black subjects into account to calculate the body fat percentage (BFP) from BD by adapting the equation of Siri²⁵ according to the recommendation of Heyward²⁶.

Women who said they were pregnant (n=94) and women with unreliable anthropometric measurements due to a physical handicap or to other causes (n=9) were excluded from all analyses using anthropometrics. On the other hand, lactating women and women who had recently delivered were included in the study because they represent a high proportion of the sample in such a context. In any case, the impact of including these women on anthropometrics was considered to be low.

Other information

Socio-demographic, economic and sanitary information was collected at the scale of the household or of the individual. The following indices were computed in order to summarize information:

- *“Property level” index*, which reflected the economic level of the household. This index was constructed using a correspondence analysis performed on the matrix of indicator variables that code housing quality (walls, roof, floor), possessions (electric lamp, petrol lamp, radio, bicycle, moped) and ownership of cattle. For a given household, the value on the first principal

component of the correspondence analysis gives a co-ordinate that is interpreted as a summary indicator of its economic level. This index was then divided into terciles²⁷.

- "*Hygiene*" index, which provided information about hygiene practices and conditions in the household. It was constructed from information concerning the type of water and the distance to the water source, latrines, promiscuity with animals, garbage disposal, spot-check of the cleanliness of the compound. Based on this index, the sample was divided into 3 classes: "high", "medium" and "low" hygienic conditions.

- "*Care for women*" index, which assessed the level of attention and support given to women by the other members of the household. This index was constructed from the following information: knowledge and use of family planning, obstetrical background (history of stillbirth or infant death), level of prenatal care (number of visits, malaria prophylaxis, iron supplementation), beneficial practices during pregnancy (improved feeding, alleviation of physical burden, post-partum rest time), declared ill treatment, power of decision and autonomy. The index was subsequently divided into terciles.

Two carefully trained fieldworkers (one male and one female) with at least a secondary-school education conducted the interviews. Both of them spoke French and local languages (Gourmantchema, Moore and Fulfulde). The anthropometric measurements were carried out in a standardised way by the same surveyors, using procedures recommended by WHO²⁸.

Data management and statistical analysis

The data were entered with EpiData software, version 3.1²⁹. Data quality was ensured by a check file associated with the data entry process, double entry and also by further data cleaning. Data management, including computation of DDS from the dietary recall and recipe databases was performed with SAS system version 8.0³⁰.

The first step was to examine the effect on DDS of several factors related to the dietary recall methodology: length of the recall period, day of the recall, effect of market days. The effect of these factors was assessed using a general linear model with DDS as the response variable. The factors which were found to influence the dietary scores were then called "recall factors" and taken into account in subsequent analyses.

The second step was to study the relationship between the DDS and socio-demographic and economic variables and the relationship between DDS and anthropometric indices. These comparisons were adjusted for the "recall factors" and we then compared the results for the 1d-DDS calculated at Day-1 with those for the 3d-DDS. Finally, as it was suggested by Ruel³¹, these comparisons were adjusted for potential confounders identified among the socio-demographic and economic variables. Details on the method of selection of these variables were explained elsewhere¹¹. The general linear model was used for the analyses in which the dependant variable was quantitative and the logistic model was used when it was categorical.

All the analyses were performed taking into account the effect of the design of the study with appropriate procedures (Proc Mixed with the 'Random' instruction and Proc Genmod with the 'Repeated' instruction) of the SAS System, version 8.0³⁰.

Results

Characteristics of the sample (Table 1)

The average age of the women of the sample was 29, and the majority (85%) belonged to the *Gourmantche* ethnic group. The majority belonged to households where polygamy existed and 80% had no education. As for the nutritional status, the mean BMI was not exceptionally low (21.0 ± 2.3), but was nevertheless well below the threshold of 23 which is likely to provide benefits to adults in developing countries³². Eleven percent of the women were underweight ($BMI < 18.5 \text{ kg/m}^2$). According to the body fat ranges for standard adults reported by Gallagher *et al.*³³, the mean percentage of body fat was rather low ($23.1\% \pm 3.9$).

Table 1: Characteristics of the women of the sample

	n	Mean \pm SD or percentage ^a	Min - Max
Age (years)	545	28.7 ± 7.1	17 - 51
Ethnic group	545		
<i>Gourmantche</i>		85.1	
<i>Fulani</i>		8.6	
<i>Mossi</i>		6.2	
Polygamy	544		
Yes		56.3	
No		43.8	
Education	546		
<i>Literate</i>		20.2	
<i>Non literate</i>		79.8	
Hygienic level of the household	546		
<i>Low</i>		29.7	
<i>Medium</i>		55.9	
<i>High</i>		14.5	
Height (cm)	447	161.2 ± 5.6	143.5 - 175.2
BMI (kg/m^2)	447	21.0 ± 2.3	14.5 - 31.2
Mean BFP	448	23.1 ± 3.9	13.2 - 38.0
BMI < 18.5 kg/m^2 (%)	447	11.0	

BMI: Body Mass Index

BFP: Body Fat Percentage

^a Mean \pm SD for the continuous variable and percentage for categorical variables

Influence of the recall factors on dietary diversity scores

Market days

Table 2 presents the mean 1d-DDS calculated at Day-1, Day-2 and Day-3 as a function of 'market days'. Generally speaking, the mean DDS was higher when there was a market day than when there was none. At Day-1, the DDS was 3.8 when there was a market vs. 3.5 when there was none ($p=0.02$). However, the effect of market days on food consumption was not significant at Day-2 and Day-3.

Table 2: Dietary Diversity Score (DDS) on market versus non-market days

	Market		No market		<i>p</i>
	n	DDS	n	DDS	
Day-1	190	3.8 ± 1.6	360	3.5 ± 1.6	0.02
Day-2	149	3.5 ± 1.6	401	3.4 ± 1.4	0.26
Day-3	181	3.1 ± 1.3	369	3.2 ± 1.4	0.20

In order to clarify the effect of the market day on the dietary diversity scores, we examined the changes in the type of food consumed when there had been a market day the day before the survey (using 1-day recall data for Day-1) (Fig 2). Firstly, more women ate vegetables (other than vitamin A rich vegetables) (53.7% vs. 38.1%, $p=0.0005$), especially gombo, tomato, onion and cabbage, and also meat and fish (70.5% vs. 58.6%, $p=0.005$). Other foods or food groups were also consumed by more women when it was market day, but the differences were not statistically significant: legumes (35.8% vs. 28.1%, $p=0.06$), rice (33.7% vs. 27.8%, $p=0.1$) and fats/oils (40.0 vs. 34.2%, $p=0.2$).

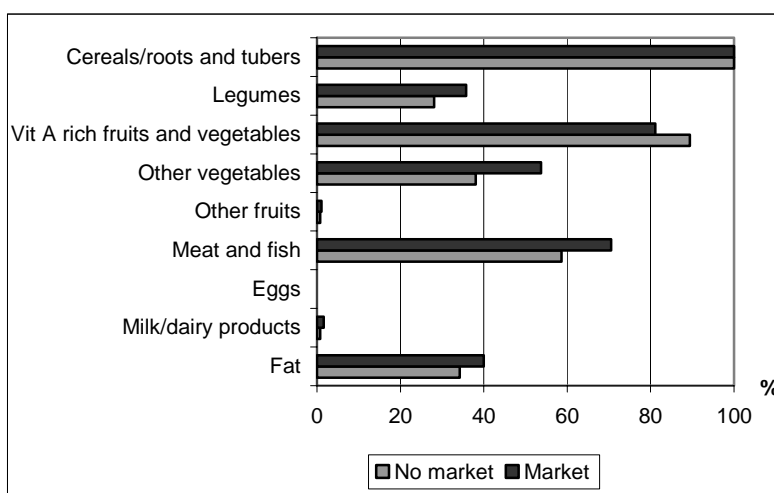


Fig 2: Percentage of women who consumed food from given food groups on market versus non-market days (Day-1)

Recall period

Figure 3 shows the DDS calculated over 1-day, 2-day and 3-day recall periods. The DDS were adjusted for 'market days' which were shown to influence food consumption. The dietary scores ranged from 2 to 7 for all these periods. As expected, the DDS increased with the length of the recall period. However, it is worth noting that the increase was much higher between 1 day and 2 days of recall (+ 0.7 food groups; $F=9.9$; $p<0.0001$) than between 2 and 3 days (+ 0.2 food groups; $F=5.1$; $p<0.0001$). The differences in DDS observed between 1-day and 3-day recall especially concerned certain food groups, namely vegetables (other than vitamin A rich vegetables) which were consumed by 71.8% of the women over 3 days and by only 43.5% over 1 day ($p<0.0001$), fats/oils group (56.6 vs. 36.2%, $p<0.0001$) and legumes (48.7 vs. 30.7%, $p<0.0001$). To a lesser extent, it also concerned the group of vitamin A rich vegetables (98.9 vs. 86.5%, $p<0.0001$) and the group of meat and fish (71.8 vs. 62.7%, $p<0.0001$) (Fig 4).

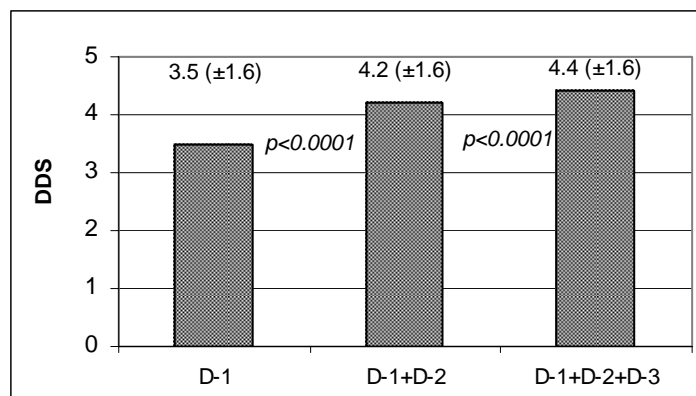


Fig 3: Dietary Diversity Score (DDS) as a function of the length of the recall period

* All the analyses were adjusted for market days

Day of recall

We then compared the mean 1d-DDS calculated at Day-1, Day-2 and Day-3, adjusted for 'market days'. The longer the time between the recall day and the day of the interview, the lower the DDS (Mean DDS=3.5 at Day-1, 3.3 at Day-2 and 3.1 at Day-3, i.e. a decrease of 0.4 food groups between Day-1 and Day-3, $p<0.0001$). The food groups which were less frequently declared by the women at Day-2 and Day-3 as compared to Day-1 were fats/oils group (36.2% at Day-1 vs. 31.8% at Day-2 vs. 23.7% at Day-3), vegetables (43.5 vs. 41.1 vs. 31.4%) and legumes (30.7 vs. 24.6 vs. 19.9%) (details of the results not shown).

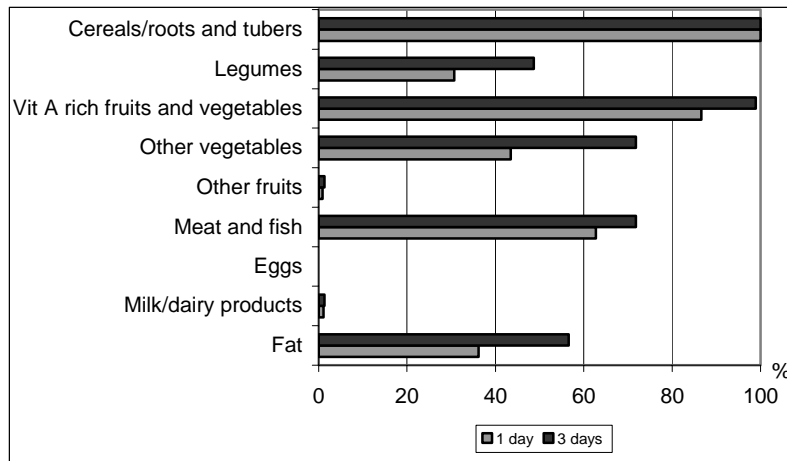


Fig 4: Percentage of women who consumed food from given food groups over the 1-day and 3-day periods

Relationships between dietary diversity scores and socio-demographic and economic characteristics

We then compared links between socio-economic characteristics of the women and the 1d-DDS at Day-1 or the 3d-DDS. The results are presented in Table 3. Both types of DDS were linked to socio-demographic and economic variables. The women had a higher DDS when the indicator of property level of their household was higher. Other economic factors also influenced the dietary scores: the women's DDS was higher when the head of the household had a secondary activity *versus* none (+0.4 for 1 day and 3 days) or when the household owned some agricultural tools *versus* none (+0.2, $p=0.05$ for 1 day and +0.4, $p=0.002$ for 3 days). Moreover, the dietary scores were also better when the hygiene index of the household was higher. Clearly, the level of "care for women" positively influenced their dietary scores (for 1 day, the mean DDS was 3.2 for the low level of care vs. 3.8 for the high level $p=0.0009$; for 3 days, the corresponding figures were 4.1 vs. 4.7, $p=0.0005$). There was also a significant difference in dietary scores between ethnic groups: the *Fulani* group generally had lower scores. On the other hand, the women's education was not linked with their DDS and the same result was observed for the level of education of the head of the household (result not shown).

Generally speaking, the relationships observed between the socio-demographic and economic variables and the DDS remained the same whether scores were calculated over a 1-day or a 3-day period.

Table 3: Dietary Diversity Scores as a function of some socio-demographic and economic variables, after adjustment for market days

	n	1d-DDS	p	3d-DDS	p
<i>Household</i>					
Property level					
<i>Low</i>	141	3.3	0.06	4.1	0.01
<i>Medium</i>	192	3.7		4.5	
<i>High</i>	179	3.6		4.6	
Hygienic level					
<i>Low</i>	162	3.4	0.03	4.2	0.04
<i>Medium</i>	305	3.5		4.4	
<i>High</i>	79	3.9		4.7	
Possession of agricultural tools					
<i>yes</i>	310	3.6	0.05	4.6	0.002
<i>no</i>	236	3.4		4.2	
Secondary activity of the HH					
<i>yes</i>	271	3.7	0.0001	4.6	0.0001
<i>none</i>	275	3.3		4.2	
<i>Women</i>					
Ethnic group					
<i>Gourmantche</i>	464	3.6	0.0005	4.6	<0.0001
<i>Fulani</i>	47	2.6		3.1	
<i>Mossi</i>	34	3.4		4.5	
Education					
<i>Literate</i>	110	3.6	0.6	4.5	0.4
<i>Non literate</i>	436	3.5		4.4	
Care level					
<i>Low</i>	193	3.2	0.0009	4.1	0.0005
<i>Medium</i>	195	3.5		4.5	
<i>High</i>	158	3.8		4.7	

1d-DDS: Dietary Diversity Score calculated over a 1-day period

3d-DDS: Dietary Diversity Score calculated over a 3-day period

HH: Head of Household

Relationships between dietary scores and anthropometric indices

We then analysed the relationships between dietary diversity scores split into terciles and the women's nutritional status. Table 4 presents the results of the raw relationships (only adjusted for market days) and of the relationships additionally adjusted for potential confounders. The nutritional status of the women, as reflected by all the anthropometric indices, was significantly associated with the terciles of the 1d-DDS calculated at Day-1. Indeed, the mean BMI of the women differed by 1.1 kg/m² between the high and low categories of DDS. This corresponds to a weight difference of nearly 1.5 kg for a woman of average height (1.61 m in this population). As a consequence, the percentage of underweight women changed from 3.5% in the high

category of DDS to 17.7% in the low category. The mean BFP increased by 1.8% between the low and high categories of the 1d-DDS. For the terciles of the 3d-DDS, the anthropometric indices were also better in the high category of DDS than in the low category (respectively, 7.0% vs. 17.4% of underweight women). The mean BFP increased by 1% between the low and high categories of the 3d-DDS. After adjustment for potential confounders, the relationships between the 1d-DDS in terciles and anthropometrics persisted. On the other hand, the adjustment for potential confounders weakened the relationships between the terciles of the 3d-DDS and the anthropometric indices, and these links were no longer statistically significant.

Discussion

Owing to the fact that quantitative food surveys are difficult to conduct, particularly in developing countries, there is a growing interest in the use of simple tools, such as dietary diversity scores derived from qualitative recalls, to assess diet quality of individuals. Nevertheless, as stressed by Ruel³¹, these tools still raise some methodological questions. Our study clarified some points, such as the importance of taking into account atypical days in the recall period. In developing countries, market days are very important for people from a social standpoint and our study showed that it had a real influence on the women's dietary diversity. Indeed, we showed that more women consumed vegetables (other than vitamin A rich vegetables), meat/fish and legumes. In fact, rice dishes with peanut, tomato or vegetable sauces are very common in markets. Furthermore, meat and fish are often added to these dishes or consumed as snacks (meat on a skewer or fried fish). To our knowledge, no previous study has demonstrated the importance of taking into account market days in the design and/or in the analysis of food surveys in such contexts.

Apart from these differences in food consumption due to market days, we also observed some variations in food consumption between the 1-day and the 3-day periods, which raises the question of the reference period during which the dietary information should be collected. To date the scientific community has not succeeded in defining the number of recall days required to correctly reflect individual food consumption. Despite a low day-to-day variability of the diet in the study area, a single day of recall seems insufficient to capture the main diversity of the women's diets, since we observed a marked increase in DDS with an increase in the number of recall days. And the fact is that the food groups vegetables, fats/oils, and legumes, which are micronutrients or energy rich foods, were not often captured by the 1-day recall. On the other hand, over 3 days, it seems that almost the entire food repertory of the women was covered since the DDS reached or nearly reached a "plateau" over this period; the fact that markets generally follow a 3-day cycle in the Gnagna province certainly contributes to reaching this saturation point. Thus, increasing the number of recall days beyond 3 days would probably not be useful in this specific context. However, we question the reliability of the 3-day recall

Table 4: Anthropometric indices of the women according to the dietary diversity scores in terciles, raw and adjusted for socio-demographic and economic variables

		Mean BMI (kg/m ²)			% BMI<18,5 kg/m ² and OR [95% CI]				Mean BFP	
		n	Raw ^a	Adjusted ^b	Raw ^a		Adjusted ^b		Raw ^a	Adjusted ^b
1d-DDS (Day-1)	Low	145	20.5	20.7	17.7	5.9 [3;11.8]	13.9	4.6 [1.8;11.8]	22.1	22.3
	Medium	141	21.1	21.0	11.4	3.5 [1.6;8.1]	10.4	3.3 [1.4;7.8]	23.2	23.2
	High	164	21.6	21.6	3.5	1	3.4	1	23.9	23.8
	<i>p</i>		0.0003	0.004	0.0007		0.006		0.001	0.02
3d-DDS	Low	150	20.6	20.8	17.4	2.8 [1.4;5.8]	14.1	2.4 [1.0;5.8]	22.4	22.5
	Medium	94	21.3	21.2	7.5	1.1 [0.5;2.4]	6.8	1.0 [0.5;2.4]	23.4	23.3
	High	206	21.3	21.2	7.0	1	6.5	1	23.4	23.3
	<i>p</i>		0.01	0.19	0.04		0.15		0.03	0.21

1d-DDS: Dietary Diversity Score calculated over a 1-day period

3d-DDS: Dietary Diversity Score calculated over a 3-day period

BMI: Body Mass Index

BFP: Body Fat Percentage

^a only adjusted for market days

^b adjusted for market days, age, education and ethnic group of the woman, secondary activity of the head of household, hygiene index of the household, index of care for women

because we showed that the women of the sample declared fewer foods at Day-2 and Day-3 than at Day-1 particularly for the groups fats/oils, vegetables and legumes. Since the inter-day variability is very low in the study context and because of the constant decrease in DDS with an increase in the length of time between the day to be recalled and the day of the interview, we assume that this was due to memory bias. Women probably had more difficulty remembering all the foods they consumed 2 or 3 days before the day of the interview. Indeed the fact that market days have an influence on DDS only at Day-1 also highlights the memory problem. Women may also have become tired of answering a long questionnaire and may therefore not have given appropriate answers for Day-2 and Day-3. The problems of faulty recall have already been reported in developing countries and have led to recommendations to conduct dietary recall over short periods¹⁸. Other authors also mentioned the effects of training or conditioning when the recall is made over several days, which would lead to bias for subsequent reporting days compared with the first day³⁴. The use of a pre-established food list rather than spontaneous responses might have helped the women to recall what they ate over the previous 3 days. However, in the context of our study, we believe that such a method could influence the responses of the subjects and thus lead to over-declaration of the food intakes. Moreover, the complexity of the intra-household food distribution in the Gnagna province obliged us to deal first with the recall of dishes and/or snacks and then with the ingredients, rather than directly with the food items.

Irrespective of the number of recall days and whether adjusted for market days during the recall period or not, our study showed that dietary diversity scores were strongly linked to the socio-economic characteristics of the women and of the households. This type of link has already been demonstrated^{8,11} and our study confirms that food diversity scores can be useful indicators of the socio-economic level of households. Furthermore, we showed that the nutritional status of the women was better when the DDS were higher, whether it was calculated over a 1-day or a 3-day period. In an underprivileged rural area, it can be assumed that dietary diversity reflects the overall quality of the diet³⁵; it is consequently not surprising that the DDS was linked to the nutritional status of women since higher scores correspond to a more frequent consumption of energy rich foods¹¹. Nevertheless, the relationship between DDS and nutritional status of women would not necessarily be identical in urban areas. Indeed, in higher income contexts a higher DDS is often linked to overweight or obesity³⁶.

The links observed between anthropometrics and the 1d-DDS were statistically more significant than with the 3d-DDS. This may be partly due to unbalanced terciles for the 3d-DDS (Fig 1). Unfortunately, there is no international consensus about the cut-offs of the number of food groups to determine a “high”, “medium” and “low” diet quality. Consequently, the limits of the DDS categories are usually based on the distribution of the score and this often leads to unbalanced terciles when the number of food groups is low. Also, in the literature, the number of food groups varies considerably from one study to another since no international recommendation exists at this time. These problems of food group classifications have already

been raised by researchers who work on diversity scores^{16,31,37}. However, it can also be assumed that the two scores do not reflect exactly the same characteristics of the diet: the 1d-DDS clearly distinguished women who had very basic diets from those who had better diets; this score therefore seems to capture the “poverty” of the diet in an instantaneous way since the assessment was based on a 1-day period. On the other hand, over a 3-day period, the women were more likely to reach a more satisfactory dietary diversity score. Thus, the increase in the number of recall days tends to group together women with only approximately identical dietary patterns, which could explain the less marked relationships observed between the 3d-DDS and the nutritional status of the women.

Finally, we can conclude that the choice of a 1d-DDS or 3d-DDS depends on the objectives of the study. Both scores can be used to assess the socio-economic status of the household. To predict the nutritional status in a given population, a simple recall conducted over a 1-day period seems to be sufficient and in addition has the advantage of being rapid, reliable and less expensive. This method can be very useful for monitoring nutritional outcomes or for targeting interventions, but only at the population level because a 1-day recall cannot measure the usual consumption of an individual. To achieve the latter objective, a recall conducted over several non-consecutive days including a special day would be more appropriate, as is recommended for industrialised countries³⁸. In our context, the special day would be a market day. However, conducting the recall over several days is complex and is therefore less easy to implement to developing countries. Of course, whatever the method chosen, a good knowledge of the area under study is needed in order to adapt data collection to the specific context.

Acknowledgements

The authors thank the two fieldworkers and the population of the Gnagna province for their welcome and their collaboration which allowed successful data collection.

The first author received a research allowance from the French Ministry of Research through the doctoral school 393 of Pierre and Marie Curie University (Paris VI).

The study was funded by the Research Institute for Development.

References

1. Hudson GJ. Food intake in a west African village. Estimation of food intake from a shared bowl. *British Journal of Nutrition*. 1995; **73**(4): 551-69.
2. Brown KH, Peerson JM, Kimmons JE and Hotz C. Options for achieving adequate intake from home-prepared complementary foods in low incomes countries. In: Black RE and Michaelsen K, eds. *Public Health Issues in Infant and Child Nutrition*. Philadelphia: Nestlé Nutrition Workshop Series, Pediatric Program, 2002 (48).

3. Guthrie HA and Scheer JC. Validity of a dietary score for assessing nutrient adequacy. *Journal of the American Dietary Association*. 1981; **78**(3): 240-5.
4. Torheim LE, Ouattara F, Diarra MM, Thiam FD, Barikmo I, Hatloy A, *et al.* Nutrient adequacy and dietary diversity in rural Mali: association and determinants. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2004; **58**(4): 594-604.
5. Rose D and Tschirley D. Predicting dietary intakes with simple food recall information: a case study from rural Mozambique. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2003; **57**(10): 1212-21.
6. Ogle BM, Hung PH and Tuyet HT. Significance of wild vegetables in micronutrient intakes of women in Vietnam: An analysis of food variety. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*. 2001; **66**: 1102-9.
7. Arimond M and Ruel MT. *Progress in developing an infant and child feeding index: an example using the Ethiopia Demographic and Health Survey 2000*. Washington, D.C.: IFPRI, 2002.
8. Hatloy A, Hallund J, Diarra MM and Oshaug A. Food variety, socioeconomic status and nutritional status in urban and rural areas in Koutiala (Mali). *Public Health Nutrition*. 2000; **3**(1): 57-65.
9. Tarini A, Bakari S and Delisle H. The overall nutritional quality of the diet is reflected in the growth of Nigerian children. *Sante*. 1999; **9**(1): 23-31.
10. Leroy JLP, Habicht JP, Ruel MT, Simler K and Dittoh S. Household dietary diversity is associated with child dietary diversity and nutritional status. *Federation of American Societies for Experimental Biology (FASEB) Journal*. 2003; **17**(4): A483.1 p. A713.
11. Savy M, Martin-Prevel Y, Sawadogo P, Kameli Y and Delpuech F. Use of variety/diversity scores for diet quality measurement: relation with nutritional status of women in a rural area in Burkina Faso. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2005; **59**(5): 703-16.
12. Hoddinott J and Yohannes Y. *Dietary diversity as a household food security indicator*. Washington, D.C.: Food and Nutrition Technical Assistance Project, Academy for Educational Development, 2002.
13. Dop MC, Milan C and N'Diaye AM. The 24-hour recall for Senegalese weanlings: a validation exercise. *European Journal of Clinical Nutrition*. 1994; **48**(9): 643-53.
14. Kigutha HN. Assessment of dietary intake in rural communities in Africa: experiences in Kenya. *American Journal of Clinical Nutrition*. 1997; **65**(4 Suppl): 1168S-72S.
15. Persson V, Winkvist A, Hartini TNS, Greiner T, Hakimi M and Stenlund H. Variability in nutrient intakes among pregnant women in Indonesia: Implications for the design of epidemiological studies using the 24-h recall method. *Journal of Nutrition*. 2001; **131**: 325-30.
16. Swindale A and Bilinsky P. *Household Dietary Diversity Score (HDDS) for Measurement of Household Food Access: Indicator Guide*. Washington DC: USAID/AED, 2005.
17. Beaton GH, Milner J, Corey P, McGuire V, Cousins M, Stewart E, *et al.* Sources of variance in 24-hour dietary recall data: implications for nutrition study design and interpretation. *American Journal of Clinical Nutrition*. 1979; **32**: 2546-9.
18. Swindale A and Ohri-Vachaspati P. *Measuring household food consumption: a technical guide*. Washington, D.C.: USAID/AED, 1999.
19. Palaniappan U, Cue RI, Payette H and Gray-Donald K. Implications of day-to-day variability on measurements of usual food and nutrient intakes. *Journal of Nutrition*. 2003; **133**(1): 232-5.

20. Nyambose J, Koski KG and Tucker KL. High intra/interindividual variance ratios for energy and nutrient intakes of pregnant women in rural Malawi show that many days are required to estimate usual intake. *Journal of Nutrition*. 2002; **132**(6): 1313-8.
21. Craig MR, Kistal AR, Cheney CL and Shattuck AL. The prevalence and impact of 'atypical' days in 4-day food records. *Journal of American Dietetic Association*. 2000; **100**: 421-2, 5-7.
22. FAO/WHO/IFPRI. *Workshop on Dietary Diversity and Dietary Quality*; 2004; Rome, Italy: FAO/WHO/IFPRI.
23. Lohman TG, Roche AF and Martorell R, *Anthropometric standardization reference manual*. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books, 1988: 176 p.
24. Durnin JV and Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness : measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *British Journal of Nutrition*. 1974; **32**: 77-96.
25. Siri WE. The gross composition of the body. *Advances in Biological and Medical Physics*. 1956; **4**: 239-80.
26. Heyward V. ASEP Methods recommendation: Body Composition Assessment. *Journal of Exercise Physiology online*. 2001; **4**: 1-12.
27. Traissac P, Delpeuch F, Maire B, Martin-Prével Y, Cornu A and Trèche S. Building a synthetic index of the households' economic level in nutritional surveys. Application examples in the Congo. *Revue d'Epidemiologie et de Sante Publique*. 1997; **45**(S1): 114-5.
28. WHO. *Physical status: the use and interpretation of anthropometry*. WHO Technical Report Series n° 854. Geneva: WHO, 1995.
29. Lauritsen JM, Bruus M and Myatt M. EpiData, a tool for validated dataentry and documentation of data. UK: County of Denmark and Brixton Health, 2000.
30. SAS Institute Inc. The SAS System®, Version 8. Cary, NC.: SAS Institute Inc., 1999.
31. Ruel MT. *Is dietary diversity an indicator of food security or dietary quality? A review of measurement issues and research needs*. FCND Discussion Paper n°140. Washington, D.C.: IFPRI, 2002.
32. WHO. *Obesity : preventing and managing the global epidemic*. WHO technical report series 894. Geneva: WHO, 2000.
33. Gallagher D, Heymsfield SB, Heo M, Jebb SA, Murgatroyd PR and Sakamoto Y. Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2000; **72**: 694-701.
34. Pao EM, Mickle SJ and Burk MC. One-day and 3-day nutrient intakes by individuals. *Journal of American Dietetic Association*. 1985; **85**: 313-24.
35. Allen LH, Black AK, Backstrand JR, Pelto GH, Ely RD, Molina E, *et al*. An analytical approach for exploring the importance of dietary quality versus quantity in the growth of mexican children. *Food and Nutrition Bulletin*. 1991; **13**: 95-104.
36. Kennedy E. Dietary diversity, diet quality, and body weight regulation. *Nutrition Review*. 2004; **62**(7 Pt 2): S78-81.
37. Arimond M and Ruel MT. Dietary Diversity Is Associated with Child Nutritional Status: Evidence from 11 Demographic and Health Surveys. *Journal of Nutrition*. 2004; **134**: 2579-85.
38. Willet W. Nature of variation in diet. In: Kelsey JL, *et al.*, eds. *Nutritional Epidemiology*. New York: Oxford University Press, second edition, 1998 (30): 33-49.

Publication n°3

**Dietary diversity scores and nutritional status of women change
during the seasonal food shortage in rural Burkina Faso**

M. Savy, Y. Martin-Prével, P. Traissac, S. Eymard-Duvernay, F. Delpeuch

Journal of Nutrition (2006) 136, 2625-2632

Résumé

La saisonnalité est reconnue comme étant un élément clé des disponibilités alimentaires dans les pays en développement, en particulier dans les pays sahéliens. Chaque année, les populations rurales doivent faire face à une période de soudure alimentaire, caractérisée par l'épuisement des stocks de céréales mais également par une activité physique intense due aux travaux agricoles, ainsi qu'à une morbidité accrue. Les conséquences de cette période sur l'état nutritionnel des adultes et sur leur régime alimentaire, en particulier leurs ingérés en énergie et nutriments, ont été bien documentées. En revanche, peu d'études se sont spécifiquement intéressées à l'effet des saisons sur la diversité de l'alimentation. Pourtant, un régime non diversifié peut avoir des conséquences néfastes sur la santé des individus puisqu'il ne permet pas de couvrir les besoins en nutriments. Dans les pays en développement, la difficulté de mesurer la consommation alimentaire a conduit les scientifiques à approcher la diversité de l'alimentation par des outils simples comme les indices de diversité, définis par le nombre de groupes d'aliments consommés pendant une période de référence. Ces indices sont très prometteurs puisqu'il a été montré qu'ils reflétaient correctement la qualité globale de l'alimentation dans les pays industrialisés et les pays en développement. Il a également été montré qu'ils étaient de bons indicateurs du niveau de sécurité alimentaire des ménages et qu'ils étaient positivement associés à l'état nutritionnel des enfants. Récemment, nous avons observé que de simples indices de diversité étaient également associés à l'état nutritionnel de femmes adultes au Burkina Faso. Cependant, ces indices de diversité sont très souvent mesurés à une seule période de l'année et leurs variations saisonnières restent méconnues.

L'objectif principal de cette recherche était d'étudier les variations saisonnières de la diversité alimentaire, mesurée par de simples scores de diversité alimentaire (SDA), et de l'état nutritionnel des femmes résidant en milieu rural au Burkina Faso, pendant la période de soudure céréalière. L'objectif secondaire était d'identifier les facteurs socio-économiques associés à ces variations saisonnières et d'évaluer l'effet de la période de soudure céréalière sur les relations entre les SDA et l'état nutritionnel des femmes.

Un échantillon représentatif de 550 femmes résidant dans une province défavorisée du Burkina Faso a été enquêté en début puis en fin de soudure céréalière (avril/septembre 2003). A chaque saison, un score de diversité alimentaire (SDA=nombre de groupes d'aliments consommés sur 24h) a été calculé et l'état nutritionnel a été évalué par l'indice de masse corporelle (IMC) et le pourcentage de masse grasse.

Le SDA est passé de 3,4 à 3,8 groupes d'aliments entre le début et la fin de soudure céréalière ($p < 0,0001$) et la proportion de femmes présentant des SDA faibles est passée de 31,6% à 8,1%. Ces variations étaient liées à la consommation de produits disponibles à cette période (légumineuses, lait, poisson frais et légumes) et ce malgré la diminution de la consommation de certains produits commercialisés (viandes, huile). Cette augmentation du SDA était moins nette pour les femmes qui présentaient des scores déjà élevés en avril et inversement. Sur la même période, toutes les femmes ont maigri et le pourcentage de femmes maigres ($IMC < 18,5 \text{ kg/m}^2$) est passé de 11,1 à 17,1%. En avril, le SDA était lié à la plupart des caractéristiques socio-économiques des femmes ainsi qu'à leur état nutritionnel, alors qu'en septembre ces relations étaient beaucoup plus faibles. En effet, en avril il y avait moins de femmes maigres lorsque les SDA étaient élevés par rapport aux SDA moyens ou faibles ($OR = 0,3 [0,2 ; 0,6]$), alors que ce n'était pas le cas en septembre ($OR = 0,6 [0,3 ; 1,0]$).

Dans ce contexte, il semble donc plus utile pour identifier les populations vulnérables de mesurer la diversité alimentaire au début de la période de soudure céréalière, lorsque davantage de femmes présentent des SDA faibles.



Dietary Diversity Scores and Nutritional Status of Women Change during the Seasonal Food Shortage in Rural Burkina Faso¹

Mathilde Savy,^{2,3*} Yves Martin-Prével,⁴ Pierre Traissac,² Sabrina Eymard-Duvernay,² and Francis Delpeuch²

²Research Unit 106, Nutrition, Food, Societies, (WHO collaborating Centre for Nutrition), Institut de Recherche pour le Développement (IRD), Montpellier, France; ³Doctoral School 393, Public Health: Epidemiology and Biomedical Information Sciences, Université Pierre et Marie Curie, Paris 6, France; and ⁴Research Unit 106, Nutrition, Food, Societies, Institut de Recherche pour le Développement (IRD), Ouagadougou, Burkina Faso

Abstract

In developing countries, dietary diversity is usually assessed during a single yearly period and the effects of seasonal variations remain unknown. We studied these variations in women living in a Sahelian rural area (Burkina Faso). A representative sample of 550 women was surveyed at the beginning and at the end of the seasonal cereal shortage in April and September 2003, respectively. For each season, a dietary diversity score (DDS) representing the number of food groups consumed over a 24-h period, was computed and nutritional status was assessed by the BMI. The DDS increased from 3.4 ± 1.1 to 3.8 ± 1.5 food groups between the beginning and the end of the shortage season ($P < 0.0001$), and the proportion of women exhibiting low DDS decreased from 31.6 to 8.1%. This was due to the consumption of foods available during the cereal shortage season and despite the decrease in the consumption of some purchased foods. The increase in DDS was lower in women for whom DDS was already high in April and vice versa. Over the same period, the percentage of underweight women (BMI < 18.5 kg/m²) increased from 11.1 to 17.1%. The relation between DDS and the women's socioeconomic characteristics or nutritional status was weakened in September. Thus, in April, fewer women were underweight when their DDS was high than when it was medium or low [odds ratio = 0.3 (0.2; 0.6)], but not in September [odds ratio = 0.6 (0.3; 1.0)]. In such a context, it would be useful to measure dietary diversity at the beginning of the cereal shortage season, when many women exhibit low DDS. *J. Nutr.* 136: 2625–2632, 2006.

Introduction

Seasonality is recognized as a key element of food availability in many developing countries, particularly in Sahelian countries. Each year, rural populations in these countries face a seasonal food shortage during the period between the depletion of cereal stocks and the next harvest. These shortages are particularly harsh in areas where people depend on the annual harvest of the staple crop after a single rainy season. In addition to the depletion of cereal stocks, this period is also characterized by intense agricultural work (1–3) and increased morbidity (4,5). The consequences of seasonal changes on the nutritional status of adults have been well documented. Many studies report seasonal weight loss and other anthropometric modifications during the food shortage period in both men and women (4–9). Other studies also report adverse seasonal changes in reproductive outcomes, such as insufficient weight gain during

pregnancy and low birth weight (10–12). Seasonality leads people to adapt their dietary consumption. Many studies have dealt with the effect of seasonality on dietary patterns, and especially on energy and nutrient intakes (4,9,13,14). On the other hand, few studies specifically address the effect of seasonality on overall dietary diversity. Yet a nondiversified diet can have negative consequences on individuals' health, well-being, and development, as this kind of diet is not likely to meet micronutrient requirements (15). However, in rural areas of developing countries, the measurement of dietary diversity is complex because populations often receive little education and generally share food from a communal bowl (16). Consequently, dietary diversity is frequently assessed by the use of simple tools such as diversity scores, i.e., the number of food groups consumed over a reference period. These scores are promising measurement tools in industrialized as well as developing countries, and several studies indicate that they are good proxies of overall dietary quality (17–22), they can be useful indicators of household food security (23), and they are also positively associated with the nutritional status of children (24–27). Recently, we found that a simple dietary diversity score was also associated with the nutritional status of adult women in rural Burkina Faso (28,29). Nevertheless, dietary scores are usually measured during a single

¹ IRD financed the study with the assistance of UNICEF-Ouagadougou for the purchase of the anthropometric equipment. M.S. received a research allowance from the French Ministry of Research through doctoral school 393 of Pierre and Marie Curie University (Paris VI).

* To whom correspondence should be addressed. E-mail: mathilde.savy@mpl.ird.fr.

period of the year and their seasonal variations remain largely unknown. Even if seasonal food shortages primarily affect the quantity of staple food, we assume that dietary diversity is also affected. In a report published by FANTA, Swindale et al. (30) took into consideration the potential effect of the food shortage season on the dietary diversity of households while assessing dietary diversity immediately prior to the harvest. The aim of the present research was to study variations in dietary diversity assessed by a simple dietary diversity score (DDS)⁵ in women living in rural Burkina Faso during the cereal shortage season. We also tried to identify the socioeconomic factors associated with these seasonal variations and to assess the effect of the cereal-shortage season on DDSs and their relation to the nutritional status of women.

Subjects and Methods

Study area. The study was conducted in Gnagna province, a rural area located in NE Burkina Faso. This province covers an area of 8640 km² and has ~350,000 inhabitants. The majority of the population belongs to the Gourmantche ethnic group. The province is particularly vulnerable because of its landlocked position, low-quality soils, and harsh climatic conditions, including scarce and erratic rainfall. Annual rainfall is ~610 mm and is concentrated during the period between June and September. The year is split into 3 distinct periods: the harvest season from October to December; the postharvest season from January to April, when food is relatively abundant; and the preharvest season from May to September, during which the population faces a cereal shortage and which is also characterized by hard agricultural work and increased morbidity.

Sampling. A longitudinal domestic survey was carried out in 30 villages in the province at the beginning of the cereal-shortage season (April 2003) and at the end of the cereal-shortage season of the same year (September). The sample stemmed from a previous survey carried out in March 2002 (28) for which a 2-stage sampling technique was used: first, the 30 villages were randomly selected with a probability proportional to size, and then 6 compounds were randomly selected in each village. All the women living in the selected compounds that had a child <5 y of age were included in the study. The same women were surveyed again in April and in September of 2003. In April, the sample included 550 women; 67 were lost at follow-up in September because of migration away from the study area, refusal to take part in the study, or because they died. All the women included in the study, as well as the village, compound, and household heads, verbally gave their free and informed consent to participate.

Food consumption. A qualitative recall of all foods consumed by the women during the previous 24-h period was performed in both seasons (April and September 2003). Each woman involved in the study was asked to recall all the dishes, snacks, or other foods she had eaten during this period, regardless of whether the food was eaten inside or outside the compound. From a practical point of view, we first let the woman spontaneously describe her food consumption and then we prompted her to be sure that no meal or snacks had been forgotten. Next, a detailed list of all the ingredients of the dishes, snacks, or other foods mentioned, was collected from either the person in charge of their preparation or directly from the woman being interviewed. No distinction was made between recalls made on weekdays or on weekends, insofar as weekends did not have any special importance in the context of our study. We were careful not to include atypical days (such as local feast days or celebrations) in the recall, but market days were noted and accounted for in the analysis because food consumption was likely to be different on those occasions. The interviews were conducted by 2 carefully trained fieldworkers with at least a secondary-school education. Both of them spoke French and local languages (Gourmantchema, Moore, and Fulfulde).

The information collected allowed us to calculate a dietary diversity score for each season, which was defined as the number of different food groups consumed in the 24 h preceding the recall. Because there is no internationally acknowledged recommendation for the food group classifications to be used, we decided to use a 9 food-group classification derived from a proposal made at a workshop on dietary diversity in Rome in October, 2004 (31): cereals, roots, tubers; pulses, nuts; vitamin A-rich fruits, vegetables; other vegetables; other fruits; meat, poultry, fish; eggs; milk, dairy products; and oils, fats. Neither the frequency of consumption nor the amount of food consumed was taken into consideration. The scores were used as discrete quantitative variables and were also divided into terciles to distinguish diets of high, medium, and low diversity. The choice of cut-offs to define the terciles was based on the distribution of DDSs observed in April. The same cut-offs were applied to the DDSs measured in September.

Anthropometric measurements. The anthropometric measurements were performed using the standardized procedures recommended by WHO (32). The women were weighed to the nearest 100 g on electronic scales with a weighing capacity of 10 to 140 kg. Their height was measured to the nearest mm with locally made portable devices equipped with height gauges (SECA 206 Bodymeter). The BMI [weight/height² (kg/m²)] was calculated and the threshold of 18.5 kg/m² was used to identify underweight women. Bicipital, tricipital, subscapular, and suprailiac skinfold thicknesses were measured in duplicate to the nearest 0.2 mm with a Holtain caliper according to standard Lohman procedures (33). The measurement of skinfold thickness enabled us to determine body density by applying the equation developed by Durnin and Womersley (34). To calculate the body fat percentage from body density in black subjects, we accounted for their higher lean mass density by adapting the equation of Siri (35) according to the recommendation of Heyward (36). The mid-upper arm circumference (MUAC) of the left arm was measured to the nearest mm with a nonstretch measuring tape. Upper arm muscle area (UAMA) was calculated from the MUAC and tricipital skinfold measurements using the following formula (37): $UAMA = \{[MUAC - (\pi \times \text{tricipital skinfold})]^2 / 4\pi\} - 6.5$. Women who said they were pregnant ($n = 94$ in April and $n = 78$ in September) and women with unreliable measurements due to a physical handicap ($n = 6$ in April and $n = 5$ in September) were excluded from all analyses using anthropometric measures.

Other information. Socio-demographic, economic, and sanitary information was collected at the level of the household or of the individual. To summarize information, the following 3 indices were computed. 1) The *property level index* was constructed using a correspondence analysis performed on the matrix of indicator variables that code housing quality (walls, roof, and floor), possessions (electric lamp, petrol lamp, radio, bicycle, or moped), and ownership of cattle. For a given household, the value on the first principal component of the correspondence analysis gives a coordinate that is interpreted as a summary indicator of its economic level. This index was then divided into terciles (38). 2) The *hygiene index* provided information about hygiene practices and conditions in the household. It was constructed from information concerning the type of water and the distance to the water source, latrines, promiscuity with animals, garbage disposal, and a spot check of the cleanliness of the compound. Based on this index, the sample was divided into 3 classes of hygienic conditions: high, medium, and low. 3) The *care for women index* assessed the level of attention and support given to women by other members of the household. This index was constructed from the following information: knowledge and use of family planning, obstetrical background (history of stillbirth or infant death), level of prenatal care (number of visits, malaria prophylaxis, and iron supplementation), beneficial practices during pregnancy (improved feeding, alleviation of physical burden, and postpartum rest time), declared ill treatment, and power of decision and autonomy. The index was subsequently divided into terciles.

Data management and analyses. Data entry was performed with EpiData software, version 3.1 (39). Data quality was ensured by quality checks associated with the data entry process, double entry, and also by further data cleaning. Data management, including computation of DDS from the dietary recall and recipe databases, was performed with SAS

⁵ Abbreviations used: DDS, dietary diversity score, MUAC, mid-upper arm circumference, UAMA, upper arm muscle area; OR, odds ratio.

system, version 9.1 (SAS Institute). The analysis first assessed seasonal variations in the dietary diversity scores, the food consumption, and the nutritional status of women. The DDS, frequency of food group consumption, and the anthropometrics of the women were used as dependent variables and were examined as a function of the "season" variable that was coded for the surveys conducted in April and in September. Next, we identified the effect of socio-demographic and economic factors on DDSs and BMIs at each season. Models with BMI or DDS as the response variable and each economic factor as regressors were thus fitted for each season. Finally, we analyzed the modifying effect (40) of the season on the relation between the mean DDS and the socio-economic variables, the nutritional status and the socio-economic variables, and the nutritional status of women and DDS. For this purpose, an interaction term, season \times each variable, was included in the models. The first type error rate for interactions was set at 0.20 to account for the lower power of interaction tests compared with main effects (41). The general linear model was used for quantitative response variables, and the logistic model was used for dichotomous responses. For quantitative variables, unadjusted or adjusted means \pm SEM are given. Qualitative variables are expressed as unadjusted or adjusted percentages. All analyses took into account the longitudinal design (repeated measurements on the same women) by including in the model a covariance structure on the errors by means of GEE estimation, except for some special cases (zero percentages) for which analysis was stratified by subject (42). The clustered sample was also taken into account by including a village random effect in the models. Mixed models were fitted with SAS, version 9.1, using the MIXED procedure for quantitative response variables (BMI and DDS) and the GLIMMIX procedure for dichotomous response variables. Except where otherwise specified, the first type error rate was set at 0.05 for all analyses.

Results

Characteristics of the sample. The mean age of the women was 29 y, and the vast majority belonged to the Gourmantche ethnic group. Only 20% of them were literate, and \sim 30% had a secondary occupation in addition to their agricultural activity. The characteristics of the women who were no longer included in the September sample ($n = 67$) and those in the initial sample in April did not differ significantly.

Seasonal variations in dietary diversity. The distribution of the DDS was different between the beginning and the end of the cereal shortage period (Fig. 1). Indeed, by applying the same cut-offs for the terciles of DDS to both seasons, it turned out that, in September, a much lower proportion of women exhibited a low DDS (8.1 vs. 31.6%), and a higher proportion exhibited a high DDS (58.2 vs. 36.2%) than in April, although there were fewer women with a very high DDS (≥ 6 food groups) in September. This resulted in an increase in the mean DDS at the end of the cereal shortage season as compared with the beginning (3.8 ± 1.1 vs. 3.4 ± 1.5 food groups, respectively, $P < 0.0001$).

The food consumption of women changed according to the season (Table 1). In September, more women consumed legumes, particularly peanuts, beans, and Bambara groundnuts. More women also consumed cow's milk and vegetables (other than vitamin A-rich vegetables); the latter difference was due to the higher consumption of okra; although tomatoes, cabbage, and onions were less consumed in September. On the other hand, fewer women consumed the meat/fish group; actually, far fewer women consumed meat, especially mutton, but a few more women consumed fresh fish. Also, fewer women consumed oils and fats due to a decrease in the consumption of peanut/cotton oil, despite a slight increase in the consumption of shea butter. Finally, there was no change in the frequency of consumption of cereals and of vitamin A-rich vegetables between the 2 seasons.

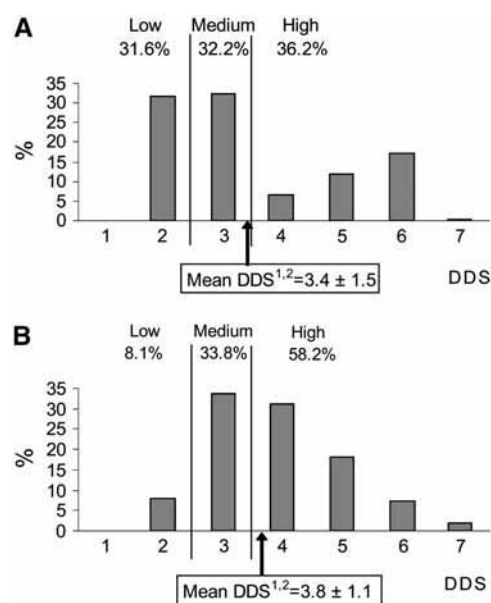


Figure 1 DDS distribution among women in April (A, $n = 550$) and September (B, $n = 483$). Means, adjusted for market days, differed between the 2 months, $P < 0.0001$.

However, the women did not consume exactly the same types of cereals (maize was consumed only in September) or the same types of leafy vegetables.

Factors associated with seasonal variations in dietary diversity. From April to September we observed differential changes in the relation between the DDS of women and socio-economic and demographic factors (Table 2). On the whole, differences in DDS between socio-economic categories were less marked in September than in April because the increase in DDS between these 2 rounds was lower for women who belonged to socio-economic categories in which the DDS was already high in April and vice versa. For example, in April, the DDS tended to be higher when the seniority of the compound head was higher, whereas it tended to be the reverse in September (P for interaction term = 0.009). In addition, in April, the DDS was notably higher for women living in households with a high level of hygiene but this advantage disappeared in September (P for interaction term = 0.2). The same phenomenon was observed when household heads had a secondary occupation (increase in DDS of +5.4% vs. when they had not (+22.6%, $P = 0.009$). On the other hand, when heads of household were literate, the DDS of women were higher in September, whereas this advantage was not apparent in April. Finally, the increase in the DDS between April and September was much higher for the Fulani women (+38.5% vs. +11.4% for the Gourmantche, and -8.6% for the Mossi, $P = 0.03$) and for the women who had personal incomes (thanks to ownership of animals).

To better understand the above differential changes in the DDS of women across socio-economic categories, we looked at seasonal variations in the consumption of food groups and food items as a function of these factors. Generally speaking, the increase in the frequency of consumption of legumes, fruits, and vegetables between April and September was higher for women from lower socio-economic categories (head of household without a secondary occupation, low or medium property level, etc., detailed results not shown). In addition, the increase in the frequency of milk consumption in September was much higher for the Fulani women than for the other ethnic groups (+50.9%

TABLE 1 Percentages of women that consumed food groups and food items as a function of season¹

Food groups and items	April, n = 550	September, n = 483	P-value
	%		
Cereals, roots, and tubers	100	100	1.0
White sorghum	84.5	62.0	<0.0001
Maize ²	0.2	39.4	<0.0001
Rice	23.3	7.7	<0.0001
Millet	24.0	24.1	0.9
Legumes	28.1	64.8	<0.0001
Peanuts	24.6	54.0	<0.0001
Beans	2.7	22.4	<0.0001
Bambara groundnuts	0.1	6.1	<0.0001
Vitamin A-rich fruits and vegetables	80.0	77.7	0.3
Baobab	64.3	52.3	0.0003
Bush okra	10.7	24.0	<0.0001
Wild leaf	0.3	2.5	0.0006
Mango ²	3.1	0	0.0005
Other vegetables	40.4	48.0	0.01
Tomatoes	21.0	3.0	<0.0001
Cabbage ²	27.4	0	<0.0001
Okra	22.7	43.8	<0.0001
Onions	20.8	2.4	<0.0001
Other fruits ²	0.9	0.2	0.3
Meat, poultry, and fish	61.7	44.3	<0.0001
Sheep	25.2	2.9	<0.0001
Poultry	1.1	0.4	0.1
Fresh fish	0.9	2.9	<0.0001
Dried fish	41.8	32.0	0.0009
Eggs	0	0	1.0
Milk and dairy products			
Cow's milk	1.0	23.2	<0.0001
Fats/oils	31.7	23.9	0.005
Peanut/cotton oil	30.2	16.1	<0.0001
Shea butter ²	0	6.4	<0.0001

¹ The analyses were adjusted for market days.

² The design effect could not be taken into account because of very low percentages in at least 1 season.

for the Fulani vs. +20.3% for the Gourmantche and +15.4% for the Mossi, $P = 0.02$). On the other hand, the percentage of women who consumed peanut/cotton oil decreased from 40.6 to 15.6% between April and September in households whose heads had a secondary occupation and from 25.3 to 10.3% when they had not (season \times secondary occupation interaction $P = 0.19$).

Seasonal variations in nutritional status and associated factors. Between the beginning and the end of the food shortage period the mean weight loss was 1.9 kg (Table 3). The mean BMI fell to <21 kg/m² and the percentage of underweight women (BMI <18.5 kg/m²) increased from 11 to 17% ($P = 0.001$). All the skinfold thicknesses decreased between both rounds, which resulted in a decrease in the body fat percentage (23.1% in April vs. 20.3% in September, $P < 0.001$). In contrast, there was no change in lean mass assessed by the UAMA (36.3 vs. 35.7 cm², $P = 0.1$). Very few socio-economic characteristics were associated with these nutritional modifications. Generally, women with higher anthropometric values in April underwent larger decreases. Thus, there was a greater decrease in the mean

BMI during the cereal shortage season for literate women (21.7 to 20.5 kg/m² vs. 20.9 to 20.4 kg/m² for illiterate women; P for interaction term = 0.09), for women with agricultural incomes (21.1 to 20.4 kg/m² vs. 20.0 to 20.2 kg/m²; P for interaction term = 0.10), and women who declared illness during the preceding fortnight (20.9 to 20.0 kg/m² vs. 21.1 to 20.7 kg/m²; P for interaction term = 0.10). Except for these categories, all the women underwent the same seasonal decrease in their BMI.

Seasonal effect on the relation between DDS and nutritional status. As the low DDS category almost disappeared in September, we decided to group it with the medium category of DDSs (Table 4). In April, the women's BMIs were higher when their DDSs were higher. There were also less underweight women in the high category of DDSs than in the medium and low category. This relation remained significant after adjusting for potential confounders. The same trends were observed in September, but the differences between the categories of DDSs were less marked and were not significant ($P = 0.08$ – 0.3). Indeed, in September, 11.0% of women were underweight when their DDS was high vs. 17.2% when their DDS was low. In April, the corresponding figures were 3.8 vs. 12.0% (P for the interaction = 0.10). The same analyses were performed with the MUAC and body fat percentage, and the same results were obtained (results not shown).

Discussion

In the context of our study, dietary diversity measured by a simple score over a 24-h period was sensitive to seasonal variations. Contrary to what might be expected, the women's DDSs were higher in September, even though this corresponded to the end of the cereal-shortage season and thus, presumably, to harder living conditions. Actually, scarcer financial resources at that time resulted in a decrease in the consumption of some purchased food products like meat and oil, but many other free or cheap foods were available in this rainy period, such as legumes, milk, or fresh fish. Similar seasonal changes in diet have been highlighted in other studies. Van Liere et al. (9) showed that when cereal stocks became depleted, the first change in the consumption patterns of Beninese adults was a shift to the consumption of pulses. They also pointed out that there was a higher consumption of wild foods, such as shea nuts and leafy vegetables. Consequently, the period of cereal shortage did not coincide with lower dietary diversity as measured by the DDS. Although it can be assumed that the quantity of cereals consumed is reduced during this period, the women manage to adapt their food consumption and take advantage of wild foods and other available foods. However, we showed that the increase in DDSs between April and September was not the same for all women. Indeed, the women who were more privileged in April were also those with better DDSs, partly because of their higher consumption of purchased foods, such as meat and oil. Their DDS did not increase much during the rainy season, probably because they could no longer afford to buy these foods in September. In comparison, the seasonal increase in the DDS was higher for women who had easy access to free or cheap foods in September. The most striking example was the case of the Fulani women, who, in April, had very low DDSs compared with other ethnic groups, whereas, in September, their mean DDSs had nearly caught up with the others'. This was mainly the result of a higher consumption of milk in September, given that the Fulani are cattle breeders and thus have easy access to milk. These differential changes in the DDS modified the relation between dietary

TABLE 2 Relation between DDS and women's socio-demographic and economic characteristics and season¹

	April			September			P-value ⁴ (interaction)
	n	DDS	P-value ²	n	DDS	P-value ³	
Compound characteristics							
Size in number of households							
Single	46	3.3 ± 0.2	0.1	39	3.7 ± 0.2	0.2	0.4
2 or 3	136	3.2 ± 0.2		115	3.8 ± 0.1		
4 or more	364	3.5 ± 0.2		325	3.9 ± 0.1		
Size in number of persons							
<15	44	3.4 ± 0.2	0.01	40	3.7 ± 0.2	0.2	0.6
15 to 29	112	3.1 ± 0.2		93	3.8 ± 0.1		
≥30	390	3.5 ± 0.1		346	3.9 ± 0.1		
Seniority of the head of compound							
≥50 y or born	450	3.5 ± 0.1	0.07	391	3.8 ± 0.1	0.08	0.009
<50 y in the compound	82	3.2 ± 0.2		79	4.1 ± 0.1		
Household characteristics							
Size of the household							
≤6 persons	97	3.3 ± 0.2	0.1	87	3.9 ± 0.1	0.3	0.4
7 to 10 persons	178	3.3 ± 0.2		154	3.8 ± 0.1		
>10 persons	271	3.5 ± 0.2		238	3.9 ± 0.1		
Property level							
Low	141	3.2 ± 0.2	0.08	120	3.6 ± 0.1	0.006	0.8
Medium	192	3.5 ± 0.2		168	4.0 ± 0.1		
High	179	3.5 ± 0.2		162	4.0 ± 0.1		
Hygienic index							
Low	162	3.3 ± 0.2	0.02	143	3.9 ± 0.1	0.7	0.2
Medium	305	3.3 ± 0.1		264	3.8 ± 0.1		
High	79	3.8 ± 0.2		72	4.0 ± 0.2		
Possession of agricultural tools							
Yes	310	3.5 ± 0.2	0.06	285	3.9 ± 0.1	0.3	0.5
No	236	3.3 ± 0.2		194	3.8 ± 0.1		
Secondary occupation of the head of household							
Yes	271	3.6 ± 0.1	0.0003	237	3.9 ± 0.1	0.3	0.009
None	275	3.2 ± 0.1		242	3.8 ± 0.1		
Education							
Literate	121	3.5 ± 0.2	0.4	102	4.1 ± 0.1	0.02	0.8
Illiterate	425	3.4 ± 0.2		377	3.8 ± 0.1		
Women's characteristics							
Age, y							
<20	32	3.6 ± 0.2	0.7	24	4.1 ± 0.2	0.5	0.9
20 to 29	288	3.4 ± 0.2		255	3.8 ± 0.1		
≥30	225	3.4 ± 0.2		195	3.9 ± 0.1		
Matrimonial status							
Polygamist	233	3.3 ± 0.2	0.2	207	3.8 ± 0.1	0.2	0.5
Not polygamist	315	3.5 ± 0.1		276	3.9 ± 0.1		
Ethnic group							
Gourmantche	464	3.5 ± 0.1	0.0007	414	3.9 ± 0.1	0.2	0.03
Fulani	47	2.6 ± 0.3		39	3.6 ± 0.2		
Mossi	34	3.5 ± 0.3		26	3.8 ± 0.2		
Religion							
Animist	162	3.2 ± 0.2	0.02	138	3.7 ± 0.1	0.2	0.2
Moslem	147	3.3 ± 0.2		123	3.9 ± 0.1		
Christian	234	3.6 ± 0.2		217	4.0 ± 0.1		

(Continued)

TABLE 2 Continued

	April			September			<i>P</i> -value ⁴ (interaction)
	<i>n</i>	DDS	<i>P</i> -value ²	<i>n</i>	DDS	<i>P</i> -value ³	
Education							
Literate	111	3.5 ± 0.2	0.3	100	4.0 ± 0.1	0.3	0.6
Illiterate	439	3.4 ± 0.1		383	3.8 ± 0.1		
Agricultural income							
Yes	498	3.4 ± 0.1	0.05	428	3.9 ± 0.1	0.2	0.6
No	38	3.0 ± 0.3		43	3.7 ± 0.2		
Commercial income							
Yes	39	3.6 ± 0.2	0.2	34	3.9 ± 0.1	1.0	0.5
No	497	3.4 ± 0.1		437	3.9 ± 0.1		
Income from animals							
Yes	80	3.0 ± 0.2	0.09	81	4.2 ± 0.2	0.08	0.02
No	456	3.4 ± 0.1		390	3.9 ± 0.1		
Care for women index							
Low	193	3.2 ± 0.2	0.004	162	3.7 ± 0.1	0.006	0.8
Medium	195	3.5 ± 0.2		182	3.9 ± 0.1		
High	158	3.7 ± 0.2		136	4.1 ± 0.1		
Morbidity (15 d)							
Yes	148	3.5 ± 0.2	0.2	214	4.0 ± 0.1	0.04	0.9
No	402	3.4 ± 0.1		269	3.8 ± 0.1		

¹ Values are means ± SEM. Analyses are adjusted for market days.

² DDS in April between categories of factors in first column.

³ DDS in September between categories of factor in first column.

⁴ Interaction term = season × factor.

diversity and certain socio-economic characteristics of the women in September compared with April. Indeed, the differences between mean DDSs across socio-economic categories were generally less marked in September. There may be specific explanations for some of the observed changes. For example, in April, a higher DDS was associated with the fact that the head of household had a secondary occupation (other than agricultural work), but this was no longer the case in September. We assume that in September these heads of household devoted most of their time to agricultural work. The secondary activities of women may also have decreased in September, which could have contributed to the weakening of the association. Unfortunately, we could not verify these assumptions insofar as the corresponding data were collected in April only. In contrast, the education of the head of household appeared to positively influence the

DDS of the women in September, whereas this was not the case in April, suggesting that the level of education is more protective when times are more difficult. The DDS was associated with morbidity in September only, probably because of the higher prevalence of some diseases, especially malaria, in September than in April. Indeed, in our study 27% of women claimed to have been ill during the 15 previous days in April, vs. 44% in September. However, generally speaking, it seems that the DDSs measured at the end of the cereal shortage season were less likely to discriminate the women from a socio-economical standpoint than the DDSs measured before the shortage season.

As expected, seasonal changes in body weight and fat mass were observed among the women in our study. These weight changes were moderate, but not negligible: a mean of -1.9 kg, corresponding to a mean weight loss of 3.5%. Similar seasonal weight changes were reported in women living in other developing countries (4,6-8,43). The mobilization of body fat stores constitutes a response to a negative energy balance that is caused by low energy intakes combined with heavy agricultural work (4,13). In contrast, we did not observe seasonal change in lean tissue mass, which agrees with the results of other studies (4,44). This would mean that, in years when the food shortage is not exceptional, seasonal stress has no effect on the muscle mass of women, which is probably maintained by the physical demands of agricultural work.

Very few socio-economic factors were found to be associated with the seasonal decrease in the women's nutritional status in our sample, as was the case in other studies (7,9). In our study, only educational levels, morbidity rates, and agricultural incomes of the women were associated with a decrease in their BMI. In fact, it seems that the decreases in BMI were larger in more privileged women because their initial values were also higher. Thus, the relative advantage of some women in April

TABLE 3 Seasonal variations in women's nutritional status^{1,2}

	April, <i>n</i> = 450	September, <i>n</i> = 400	<i>P</i> -value
Weight, kg	54.9 ± 7.3	53.0 ± 6.9	<0.0001
BMI, kg/m ²	21.1 ± 2.2	20.4 ± 2.0	<0.0001
Mid-upper arm circumference, cm	26.7 ± 2.1	26.1 ± 2.1	<0.0001
Bicipital, mm	5.0 ± 1.7	4.2 ± 1.9	<0.0001
Tricipital, mm	11.3 ± 4.1	9.9 ± 3.8	<0.0001
Underscapular, mm	10.5 ± 3.4	8.4 ± 2.7	<0.0001
Suprailiac, mm	5.7 ± 2.6	4.3 ± 1.6	<0.0001
Body fat, %	23.1 ± 4.0	20.3 ± 4.1	<0.0001
Upper arm muscle area, cm ²	36.3 ± 5.6	35.7 ± 5.8	0.1
BMI <18.5 kg/m ² , %	11.1	17.1	0.001

¹ Values are means ± SD or %.

² Pregnant and handicapped women were excluded.

TABLE 4 Association between DDS and women's BMI as a function of season¹

	<i>n</i>	Mean BMI, kg/m ²		% BMI <18.5 kg/m ² and OR [0.95 CI]	
		Unadjusted ²	Adjusted ³	Unadjusted ²	Adjusted ³
DDS, April	450				
Low + medium	286	20.8	20.9	14.4%, 1.0	12.0%, 1.0
High	164	21.6	21.5	4.3%, 0.3 [0.2; 0.5]	3.8%, 0.3 [0.2; 0.6]
<i>P</i> -value ⁴		0.0007	0.02	0.0007	0.001
DDS, September	400				
Low + medium	164	20.1	20.3	22.2%, 1.0	17.2%, 1.0
High	236	20.5	20.5	13.7%, 0.6 [0.3; 1.0]	11.0%, 0.6 [0.3; 1.0]
<i>P</i> -value ⁴		0.07	0.2	0.2	0.08
<i>P</i> -value ⁵		0.2	0.3	0.08	0.1

¹ Values are means, % BMI, and OR.

² Adjusted only for market days.

³ Adjusted for market days, size of the compound (in number of persons), hygienic index of the household, secondary occupation of the head of household, age, agricultural incomes, education, ethnic group and morbidity of the women, care for women index.

⁴ For effect of DDS on BMI or BMI <18.5 kg/m² (for each season).

⁵ For DDS × season interaction term.

disappeared in September because the cereal-shortage season somewhat levels out the nutritional status. Except for these characteristics, all the other women underwent a similar decrease in their nutritional status during the cereal-shortage period. As for DDSs, the season modified the relation between BMI and the socio-economic characteristics of the women. In April, the BMI was significantly associated with several socio-economic factors, such as the hygienic level of the household, the ethnic group, the level of education, women's agricultural incomes, or the care for women index, but these associations were no longer significant in September (results not shown). On the whole, it appears that the relation between BMI and socio-economic factors was weakened over the period of cereal shortage. As previously discussed, some of the socio-economic characteristics of the women and households may have changed between the 2 seasons. Furthermore, the anthropometric indices decreased between April and September, probably because of dietary factors but also because of an increased workload for women in September. All these changes may have modified the relation between BMI and socio-economic factors.

Finally, we found no significant relation between the DDS and BMI at the end of the cereal-shortage season, whereas we did observe a relation when the DDS was measured before the shortage (28,29). This may be because in September, there was less difference in the DDS and in nutritional status among the women. Gnagna province is a typical Sahelian rural area that is very poor and rather homogenous, and the cereal shortage affects everyone but, as we have shown, without reducing dietary diversity. However, the lack of association of the DDS with the BMI in September may also reflect the limited ability of a simple DDS to represent changes in the energy balance because as it does not take portion size or amount of food into consideration. Global energy intake is likely to be linked to the level of dietary diversity (46), but this assertion may not hold for adults during a cereal-shortage season. Indeed, even if the number of food items increased in September because women made use of a variety of alternative food resources, the consumption of staple foods declines during the seasonal shortage (8,9).

Consequently, DDSs can help identify vulnerable individuals from a socio-economic and nutritional standpoint when measured before the cereal shortage season and are less likely to do so when measured after. In such a context, the usefulness of measuring DDSs at the end of the cereal shortage season is,

therefore, questionable, especially when conducted in a yearly or single-round cross-sectional survey. As discussed in the introduction, Swindale et al. (30) recommended, at the household level, measuring the DDS at the end of the food-shortage season to more effectively identify vulnerable households. They also recommended repeating surveys at the same season to avoid seasonal differences when assessing changes over time (for evaluation purposes notably). Our results are in line with their second recommendation, as we have shown that DDSs change across the seasons. However, at least at the individual level and in Sahelian rural contexts, to more accurately target people with the greatest needs, we also recommend measuring the dietary diversity scores before the cereal shortage season, when there are more women with low DDSs.

Acknowledgments

We thank Koumbo Mano and Joakim Diabougoua for their dedication and the quality of their fieldwork, as well as Kisito Tindano and Roger Zabramba, who entered the data.

Literature Cited

1. Benefice E, Cames C. Physical activity patterns of rural Senegalese adolescent girls during the dry and rainy seasons measured by movement registration and direct observation methods. *Eur J Clin Nutr.* 1999;53:636-43.
2. Bleiberg FM, Brun TA, Gohman S, Gouba E. Duration of activities and energy expenditure of female farmers in dry and rainy seasons in Upper-Volta. *Br J Nutr.* 1980;43:71-82.
3. Brun T, Bleiberg F, Gohman S. Energy expenditure of male farmers in dry and rainy seasons in Upper-Volta. *Br J Nutr.* 1981;45:67-75.
4. Adams AM. Seasonal variations in energy balance among agriculturalists in central Mali: compromise or adaptation? *Eur J Clin Nutr.* 1995;49:809-23.
5. Panter-Brick C, Lotstein DS, Ellison PT. Seasonality of reproductive function and weight loss in rural Nepali women. *Hum Reprod.* 1993;8:684-90.
6. Branca F, Pastore G, Demissie T, Ferro-Luzzi A. The nutritional impact of seasonality in children and adults of rural Ethiopia. *Eur J Clin Nutr.* 1993;47:840-50.
7. Ferro-Luzzi A, Morris SS, Taffesse S, Demissie T, D'Amato M. Seasonal undernutrition in rural Ethiopia. Magnitude, correlates and functional significance. Washington, D.C.: IFPRI; 2001.
8. Schultink JW, Van Raaij JMA, Hautvast JGA. Seasonal weight loss and metabolic adaptation in rural Beninese women: the relationship with body mass index. *Br J Nutr.* 1993;70:689-700.

9. Van Liere MJ, Ategbo EAD, Den Hartog AP, Hautvast JGA. The consequences of seasonal food insecurity for individual food-consumption patterns in north-western Benin. *Food Nutr Bull.* 1995;16:147-54.
10. Hartikainen H, Maleta K, Kulmala T, Ashorn P. Seasonality of gestational weight gain and foetal growth in rural Malawi. *East Afr Med J.* 2005;82:294-9.
11. Roberts SB, Paul AA, Cole TJ, Whitehead RG. Seasonal changes in activity, birth weight and lactational performance in rural Gambian women. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 1982;76:668-78.
12. Lawrence M, Coward WA, Lawrence F, Cole TJ, Whitehead RG. Fat gain during pregnancy in rural African women: the effect of season and dietary status. *Am J Clin Nutr.* 1987;45:1442-50.
13. Tetens I, Hels O, Khan NI, Thilsted SH, Hassan N. Rice-based diets in rural Bangladesh: how do different age and sex groups adapt to seasonal changes in energy intake? *Am J Clin Nutr.* 2003;78:406-13.
14. Zinyama LM, Matiza T, Campbell DJ. The use of wild foods during periods of food shortages in rural Zimbabwe. *Ecol Food Nutr.* 1990;24:251-65.
15. Kant AK. Dietary patterns and health outcomes. *J Am Diet Assoc.* 2004;104:615-35.
16. Hudson G. Food intake in a west African village. Estimation of food intake from a shared bowl. *Br J Nutr.* 1995;73:551-69.
17. Torheim LE, Ouattara F, Diarra MM, Thiam FD, Barikmo I, Hatloy A, Oshaug A. Nutrient adequacy and dietary diversity in rural Mali: association and determinants. *Eur J Clin Nutr.* 2004;58:594-604.
18. Rose D, Tschirley D. Predicting dietary intakes with simple food recall information: a case study from rural Mozambique. *Eur J Clin Nutr.* 2003;57:1212-21.
19. Ogle BM, Hung PH, Tuyet HT. Significance of wild vegetables in micronutrient intakes of women in Vietnam: an analysis of food variety. *Asia Pac J Clin Nutr.* 2001;10(1):21-30. Erratum in: *Asia Pac J Clin Nutr* 2001;10(3):249.
20. Brown KH, Peerson JM, Kimmons JE, Hotz C. Options for achieving adequate intake from home-prepared complementary foods in low incomes countries. In: Black R, Michaelsen K, editors. *Public health issues in infant and child nutrition.* Philadelphia: Nestlé Nutrition Workshop Series, Pediatric Program; 2002.
21. Guthrie HA, Scheer JC. Validity of a dietary score for assessing nutrient adequacy. *J Am Diet Assoc.* 1981;78:240-5.
22. Azadbakht L, Mirmiran P, Azizi F. Variety scores of food groups contribute to the specific nutrient adequacy in Tehranian men. *Eur J Clin Nutr.* 2005;59:1233-40.
23. Hoddinott J, Yohannes Y. Dietary diversity as a household food security indicator. Washington, D.C.: FANTA Project, Academy for Educational Development; 2002.
24. Arimond M, Ruel MT. Progress in developing an infant and child feeding index: an example using the Ethiopia demographic and health survey 2000. Washington, DC: IFPRI; 2002.
25. Tarini A, Bakari S, Delisle H. The overall nutritional quality of the diet is reflected in the growth of Nigerian children. *Sante.* 1999;9:23-31.
26. Sawadogo PS, Martin-Prevel Y, Savy M, Kameli Y, Traissac P, Traore AS, Delpeuch F. An infant and child feeding index is associated with the nutritional status of 6- to 23-month-old children in rural Burkina Faso. *J Nutr.* 2006;136:656-63.
27. Aboussaleh Y, Ahami AO, Azzaoui FZ, El Hioui M, Boukhari A. A diversified diet may reduce school age children stunting in North Western Morocco. *Asia Pac J Clin Nutr.* 2004;13:S116.
28. Savy M, Martin-Prevel Y, Sawadogo P, Kameli Y, Delpeuch F. Use of variety/diversity scores for diet quality measurement: relation with nutritional status of women in a rural area in Burkina Faso. *Eur J Clin Nutr.* 2005;59:703-16.
29. Savy M, Martin-Prevel Y, Traissac P, Delpeuch F. Measuring dietary diversity in rural Burkina Faso: comparison of a 1-day and a 3-day dietary recalls. *Public Health Nutr.* 2006; in press.
30. Swindale A, Bilinsky P. Household dietary diversity score (HDDS) for measurement of household food access: indicator guide. Washington DC: USAID/AED; 2005.
31. FAO/WHO/IFPRI. Workshop on dietary diversity and dietary quality. Rome, Italy: FAO/WHO/IFPRI, 2004; (Oct):11-13.
32. WHO. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Geneva: WHO; 1995.
33. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. Champaign, IL: Human Kinetics Books; 1988.
34. Durnin JV, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr.* 1974;32:77-96.
35. Siri WE. The gross composition of the body. *Adv Biol Med Phys.* 1956;4:239-80.
36. Heyward V. ASEP methods recommendation: body composition assessment. *Journal of Exercise Physiology online.* 2001;4:1-12.
37. Heymsfield SB, McManus C, Smith J, Stevens V, Nixon DW. Anthropometric measurement of muscle mass: revised equations for calculating bone-free arm muscle area. *Am J Clin Nutr.* 1982;36:680-90.
38. Traissac P, Delpeuch F, Maire B, Martin-Prével Y, Cornu A, Trèche S. [Building a summary index of the households' economic level in nutritional surveys. Application examples in the Congo]. *Rev Epidemiol Sante Publique.* 1997;45:114-5.
39. Lauritsen JM, Bruus M, Myatt M. EpiData, a tool for validated data entry and documentation of data. Version 2.1a. UK: County of Denmark and Brixton Health; 2000.
40. Rothman KJ, Greenland S. *Modern epidemiology*, 2nd edition. Philadelphia: Lippincott Raven; 1998.
41. Brookes ST, Whitely E, Egger M, Smith GD, Mulheran PA, Peters TJ. Subgroup analyses in randomized trials: risks of subgroup-specific analyses; power and sample size for the interaction test. *J Clin Epidemiol.* 2004;57:229-36.
42. Stokes ME, Davis CS, Koch GG. *Categorical data analysis using the SAS System.* Cary, NC: SAS Institute Inc.; 1995.
43. Loutan L, Lamotte JM. Seasonal variations in nutrition among group of nomadic pastoralists in Niger. *Lancet.* 1984;323(8383):945-7.
44. Prentice AM, Jebb SA, Goldberg GR, Coward WA, Murgatroyd PR, Poppitt SD, Cole TJ. Effects of weight cycling on body composition. *Am J Clin Nutr.* 1992;56:209S-16S.
45. Allen LH, Black AK, Backstrand JR, Peltó GH, Ely RD, Molina E, Chavez A. An analytical approach for exploring the importance of dietary quality versus quantity in the growth of Mexican children. *Food Nutr Bull.* 1991;13:95-104.

Publication n°4

**What do dietary diversity scores mean in urban areas in
developing countries? A case study in women living in
Ouagadougou (Burkina Faso)**

M. Savy, Y. Martin-Prével, P. Danel, P. Traissac, HB. Dabiré, F. Delpeuch

Public Health Nutrition (soumis)

Résumé

Consommer une variété suffisante d'aliments est essentiel pour avoir une alimentation saine et équilibrée. Que ce soit dans les pays industrialisés ou dans les pays en développement, il a été montré que la diversité alimentaire, mesurée à différents âges et par différents types de scores, était fortement associée à l'adéquation nutritionnelle, et qu'elle était à ce titre un élément essentiel de la qualité de l'alimentation. Dans les pays en développement, il a également été montré que des indices de diversité étaient de bons indicateurs du niveau de sécurité alimentaire des ménages et qu'ils étaient positivement liés à l'état nutritionnel des enfants. Dans des études réalisées en milieu rural au Burkina Faso, nous avons pu montrer que ces indices étaient inversement liés à l'état de maigreur chez des femmes adultes. Ainsi, la diversité alimentaire est de plus en plus mesurée, du moins dans les pays en développement, par de simples scores de diversité alimentaire, définis comme le nombre d'aliments ou de groupes d'aliments consommés pendant une période de référence. Dans ce contexte, les scores de diversité sont souvent assimilés à des indicateurs de l'adéquation des apports en micronutriments. Cependant, dans les pays industrialisés et en milieu urbain des pays en développement, la qualité des régimes ne peut pas être restreinte à la diversité alimentaire, et par là à l'adéquation des apports en micronutriments, mais doit également inclure des notions de modération vis-à-vis de certains aliments/nutriments, notamment les apports en énergie, graisses saturées et cholestérol, sel et sucre. En effet, dans ces contextes, les problèmes d'excès alimentaires et de surpoids s'ajoutent aux problèmes d'insécurité alimentaire et de sous-nutrition. Certains auteurs ont donc proposé des indices de qualité alimentaire qui prennent en compte ce double risque, mais ils ont été développés pour les pays industrialisés et nécessitent la plupart du temps la quantification des aliments/nutriments consommés. Ce type de méthode est donc difficile à appliquer dans les pays en développement où les populations mangent souvent dans un plat commun et où le niveau d'éducation est généralement faible.

L'objectif de cette étude était de mesurer la diversité de l'alimentation par de simples scores chez des femmes résidant en milieu urbain sahélien et d'étudier les relations de ces scores avec leurs caractéristiques socio-économiques et leur état nutritionnel.

Un rappel qualitatif de tous les aliments consommés pendant les dernières 24h a été réalisé auprès de 557 femmes tirées au sort dans 2 quartiers de Ouagadougou, la capitale du Burkina Faso. Des scores de diversité alimentaire (SDA = nombre de groupes d'aliments consommés)

ont été calculés à partir d'une classification en 9 groupes (SDA-9) et d'une classification en 22 groupes (SDA-22) qui détaillait davantage les groupes d'aliments riches en micronutriments et en énergie. L'état nutritionnel des femmes a été estimé par l'indice de masse corporelle (IMC) et le pourcentage de masse grasse mesuré par impédancemétrie (PMG).

Le SDA-9 et le SDA-22 étaient respectivement égaux à $4,9 \pm 1,0$ et $6,2 \pm 1,7$ groupes d'aliments. Dans le tercile élevé du SDA-22, plus de femmes consommaient des produits gras et sucrés, du poisson frais, des viandes non grasses, des fruits et légumes riches en vitamine A. Le SDA-9 était faiblement associé aux caractéristiques socio-économiques des femmes alors que le SDA-22 était nettement plus élevé chez les femmes plus jeunes, plus riches et celles qui ont reçu un minimum d'éducation. L'IMC moyen des femmes était de $24,2 \pm 4,9$ kg/m² et 37% d'entre elles étaient en surpoids ou obèse ($IMC \geq 25$ kg/m²). Ni le SDA-9 ni le SDA-22 n'étaient associés à l'état nutritionnel des femmes, même s'il y avait une tendance à avoir moins de femmes en surpoids ou obèses dans le tercile faible du SDA-22 que dans les terciles moyen et élevé.

En milieu urbain africain, le double aspect de la diversité alimentaire doit être pris en compte. Dans ce contexte, il semble donc difficile d'identifier les femmes à risque de maigreur ou de surpoids uniquement par des scores de diversité qualitatifs. La quantification des aliments consommés, ou au moins la prise en compte des fréquences de consommation habituelles, semble nécessaire pour répondre à cet objectif.

What do dietary diversity scores mean in urban areas in developing countries? A case study in women living in Ouagadougou (Burkina Faso)

Running title: Dietary diversity in urban area in developing countries

M. Savy^{1, 2, *}, Y. Martin-Prevel³, P. Danel⁴, P. Traissac¹, HB. Dabiré⁵, F. Delpeuch¹

¹ Research Unit 106 “Nutrition, Food, Societies” (WHO collaborating Centre for Nutrition), Institut de Recherche pour le Développement (IRD), Montpellier, France.

² Doctoral School 393 “Public Health: Epidemiology and Biomedical Information Sciences“, Université Pierre et Marie Curie, Paris 6, France.

³ Research Unit 106 “Nutrition, Food, Societies”, Institut de Recherche pour le Développement (IRD), Ouagadougou, Burkina Faso.

⁴ Sciences and Technology of Biology, Nutrition and Human Food, National Institute of Agronomy of Paris-Grignon, France.

⁵ Institut Supérieur des Sciences de le Population (ISSP), Ouagadougou, Burkina Faso.

*Corresponding author : M Savy, UR 106, Institut de Recherche pour le Développement, BP 64501, 34394 Montpellier cedex 5, France.

Tel : +33 (0)4 67 41 61 73

Fax : +33 (0)4 67 41 63 30

E-mail: Mathilde.Savy@mpl.ird.fr

Abstract

Objectives: to study dietary diversity and its relationship with socioeconomic and nutritional characteristics of women in an urban Sahelian context.

Methods: A qualitative dietary recall was performed over a 24h period in 557 women randomly selected in 2 districts of Ouagadougou, the capital of Burkina Faso. Dietary diversity scores (DDS=number of food groups consumed) were calculated from a 9-food group classification (DDS-9) and from a 22-food group classification (DDS-22) which detailed more extensively both micronutrient- and energy-dense foods. Body mass index (BMI), mid-upper arm circumference (MUAC) and body fat percentage (BFP) were used to assess the nutritional status of women.

Results: The mean DDS-9 and DDS-22 were 4.9 ± 1.0 and 6.5 ± 1.8 food groups respectively. In the high terciles of DDS-22, more women consumed fatty and sweetened foods, fresh fish, non-fatty meat and vitamin A rich fruits and vegetables. The DDS-9 was not associated with the women's socioeconomic characteristics whereas the DDS-22 was higher when the women were younger, richer and received at least a minimum of education. The mean BMI was 24.2 ± 4.9 and 37% of them were overweight or obese ($BMI \geq 25 \text{ kg/m}^2$). Neither the DDS-9 nor the DDS-22 were associated with the women's nutritional status, even if there was a trend to have less overweight women in the lowest tercile of DDS-22.

Conclusion: In an urban area, the qualitative measurement of dietary diversity is not sufficient to identify women at risk of under or overweight.

Introduction

As no single food contains all the necessary nutrients, diversity in dietary sources is needed to ensure a balanced and healthy diet. In developed countries, it has been well documented that dietary diversity, at various ages and as reflected through various types of scores, is strongly associated with nutrient adequacy, and thus is an essential element of diet quality¹⁻⁵. There is less evidence showing such associations from developing countries but the few available studies have supported that dietary diversity and variety scores are also good proxies of the nutrient adequacy of the diet in poor countries⁶⁻⁹. Moreover, it has been reported that these scores can be useful indicators of household food security¹⁰ and that they are positively associated with the nutritional status of children¹¹⁻¹⁵. In previous studies in a rural area in Burkina Faso, we have recently demonstrated that such dietary diversity scores calculated over a 24h period were also inversely associated with underweight in adults¹⁶⁻¹⁸.

Thus, dietary diversity is now more and more frequently assessed, at least in developing countries, by simple tools such as dietary diversity scores (DDS), defined as the number of food groups, sub-groups or items consumed over a reference period. Recently, such a score has been added to Demographic and Health Surveys (DHS) questionnaires, in order to assess mother's and children's dietary diversity at the national level and to compare them across countries. Owing to the fact that this questionnaire specifically addresses the consumption of micronutrient-dense foods, it can be assumed that the aim is to identify women and children at risk of inadequate micronutrients intake. Furthermore, FANTA^a and IFPRI^b are currently setting up validation studies of dietary diversity as a measure of the adequacy of women's diet across several developing countries. The study intends to use existing data sets with dietary intake data from 24h recall to analyse the relationship between DDS and women's diet quality, as defined as a diet that confers a low risk of inadequate intake of selected micronutrients¹⁹.

Thus, DDS are mainly seen as proxies of adequate/poor micronutrient intakes. Yet, our previous work in rural Burkina Faso showed that higher DDS were associated with a more frequent consumption of both micronutrient- and energy-rich foods¹⁷. In such an underprivileged context, dietary diversity could be assimilated to overall diet quality since nutritional issues were essentially macro and micronutrient deficiencies. Nonetheless, as soon as there is a larger access to various foods, diet quality cannot be restricted to adequate micronutrient intakes but must also take into account moderation behaviours regarding intakes in energy, saturated fat, cholesterol, sodium or sugar. This is true for developed countries but also for developing countries, particularly in urban areas. Indeed, in addition to undernutrition and food insecurity, many urban populations in the developing world suffer dietary excess and obesity, with both type of malnutrition sometimes coexisting in the same household²⁰⁻²². Several studies have demonstrated that a higher dietary diversity, at least in certain food groups, was associated with higher BMI and an increased proportion of obese people²³⁻²⁵. Dietary diversity can therefore be seen as a double edged sword. Consequently, some authors proposed diet quality indices which took into consideration this dual risk. Most of these indices are based on the American nutritional recommendations and aim at identifying the individuals who both succeed in meeting their nutrients needs and who reduce their consumption of "unhealthy" foods such as refined sugar or saturated fats²⁶⁻²⁹. However, these indices have been developed for industrialised countries and require a quantitative assessment of nutrient and/or food groups, which is

^a Food And Nutrition Technical Assistance

^b International Food and Policy Research Institute

more difficult to achieve in developing countries where the level of education is generally low and where populations often share food from a communal bowl³⁰.

The aim of the present study was to measure dietary diversity through simple scores in women living in the capital city of Burkina Faso and to study the relationship between these DDS and the women's socioeconomic and nutritional characteristics. Considering the dual risk described previously, we wondered what did high or low DDS mean in this urban area. Therefore we used both a DDS based on the 9-food group classification that we already used in rural areas and another DDS based on a 22-subgroup classification which better represented both micronutrient-rich foods and energy-rich foods.

Methods

Study area and sampling

The study was conducted in Ouagadougou, the capital city of Burkina Faso. This city covers an area of 220 km², divided in parcelled districts in the town centre, and non parcelled districts located at the periphery. According to the most recent population census, Ouagadougou had about 750 000 inhabitants in 1996 but the population is now estimated to 1 200 000 inhabitants³¹. A cross-sectional domestic survey was carried out in May 2005 in 2 districts of Ouagadougou: Wemtenga, a parcelled district of about 2500 inhabitants; and Taabtenga, a non parcelled district of about 3500 inhabitants. These districts were involved in the Demographic Monitoring System carried out by the Institut Supérieur des Sciences de la Population (ISSP) [Superior Institute of Population Sciences]. Most of the sociodemographic and economic information was therefore already available. For the present study, 300 women aged from 20 to 59 years were randomly selected in each district from the ISSP database, leading to a total sample of 600 subjects. Although the sample was not representative of Ouagadougou, we checked that it displayed a sufficient diversity of social and economic situations observed in Ouagadougou according to the most recent Demographic and Health Survey data³².

Dietary Diversity Scores

Food consumption was collected by a qualitative dietary recall over the previous 24h. The women were asked to spontaneously recall all the dishes, sauces, snacks, drinks and other foods that they consumed over the previous day. We then prompted them to be sure that no food had been forgotten. Next, the food groups entering in the composition of these items were coded from a pre-defined list of 22 food subgroups. The information collected allowed us to construct dietary diversity scores, defined as the number of different food groups consumed over 24h. A first score was calculated using the 22-food subgroups in order to obtain information about the consumption of micronutrient rich foods on the one hand (cereals; roots/tubers; beans/pulses; vitamin A rich fruits/vegetables; other fruits and vegetables; non fatty meat/poultry; liver; fresh fish; dried fish; milk/dairy products) and of energy rich foods on the other hand (nuts/seeds; fatty meat; animal source fats; vegetal source fats; fried food; red palm oil; cheese; eggs; sugar/sweetened products; sweetened drinks; alcohol). This 22 subgroup coding was also aggregated in a more classical 9-food group classification proposed at a recent workshop on dietary diversity held in Rome³³: cereals/roots/tubers; pulses/nuts; vitamin A rich fruits/vegetables; other vegetables; other fruits; meat/poultry/fish; eggs; milk/dairy products; oils/fats. A second DDS was calculated from this new classification. Neither the frequency of consumption nor a minimal amount of food were taken into consideration. In the following, the DDS constructed from the 9-food group and 22-subgroup classifications will be called respectively DDS-9 and

DDS-22. Both scores were used such as quantitative variables and also after categorisation into terciles to distinguish diets of high, medium and low diversity.

Anthropometric measurements

The anthropometric measurements were performed in accordance with WHO recommendations³⁴. The height of the subjects was measured to the nearest mm with locally-made portable devices equipped with height gauges (SECA 206 Bodymeter). Their weight was measured to the nearest 100 g on foot-to-foot impedance analyser with a maximum weighing capacity of 130 kg (BodymasterTM, SEB Group, France). The body mass index ($BMI = \text{weight}/\text{height}^2$ (kg/m²)) was then calculated. The scales also gave the fat mass (in kg) by impedance measurements, after having entered the age, sex and the height of the subject. The body fat percentage was calculated ($BFP = \text{fat mass}/\text{total weight} * 100$) and was then corrected for a better adaptation to the black population using the following formula: $BFPc = 2.1 + 1.04157 * BFP$ ³⁵. Finally, the mid-upper arm circumference (MUAC) was measured to the nearest mm using a nonstretch measuring tape. Women who said they were pregnant (n=26) and women with unreliable anthropometric measurements (n=7) due to a physical handicap or to other causes were excluded from analyses using anthropometrics.

Other information

Economic, sociodemographic and sanitary data were collected at the household or individual level. Indices were constructed in order to summarise information:

- A household level *economic index* was constructed using a correspondence analysis performed on the matrix of indicator variables that coded for housing quality (type and size of housing, number of persons by room, quality of walls and roofs) and equipment (electricity, running water and origin of drinking water, nature of toilets and shower, waste evacuation), for assets (TV, telephone, refrigerator, video tape recorder) and modes of transport. For a given household, the score on the axis of the first principal component of the correspondence analysis gives a co-ordinate that is interpreted as a summary indicator of its economic level³⁶. This index was then divided into terciles.
- A household level *hygiene index* was constructed from data about the source of drinking water, type and sharing of toilets, evacuation of garbage and waste water, spot-check of the cleanliness of the compound. The index ranged from -3 to +4 and was divided into terciles to identify low, medium and high hygienic conditions for the households.
- An individual *care for women index* assessed the level of attention and support given to women by the other members of the household. This index was also constructed with a positive or negative points system from the following information: power of decision and autonomy, ill-treatment and general consideration of the woman in her household. The index values ranged from -8 to + 9 within the sample and the women were classified in low, medium and high level of care.

All the interviews were conducted by 6 local fieldworkers. Two other fieldworkers performed anthropometric measurements and checked the quality of field data. All of them spoke French and the main local languages. The general supervision of the study was ensured by the first 3 authors of the paper.

Data management and statistical analyses

Data entry was performed with EpiData software, version 3.1³⁷. Data quality was ensured by quality checks associated with the data entry process, double entry and also by further data cleaning. Data management, including computation of DDS from the dietary recall was performed with SAS system version 9.1³⁸. To study the relationships between dietary diversity and socioeconomic factors, the DDS were used as response variables and studied as a function of these factors. Next, we studied the relationship between the women's nutritional status and the DDS. For this analysis, the anthropometrics were used as response variables and studied as a function of the DDS divided into terciles. We then re-ran the same models after having included the sociodemographic and economic factors which could play a role of confounding factors. The general linear model was used for quantitative response variables and the logistic model for categorical responses. Stratification of the sample according to the two districts was taken into account with specific procedures in SAS V9.1 (Proc Surveyreg and Proc Surveylogistic). The first type error rate was set at 0.05 for all analyses.

Ethics

The protocol of the study was approved by the Ethic Committee of the Ministry of Health of Burkina Faso. The objectives and principles of the study were explained to all participants in their own language. All the women gave oral consent to participate in the study.

Results

Among the initial sample, there were 557 women with complete data on dietary diversity and 481 women with complete data on dietary diversity, sociodemographic and economic conditions and nutritional status (after having excluded pregnant and disabled women).

Characteristics of the sample (details not shown)

The women of our sample were 37 years old on average. Most of them were married or lived in cohabitation and were Moslem. Among them, 42% never attended to school and 1/3 was unemployed or inactive. Their mean height and weight were respectively 162.9 ± 5.9 cm and 64.4 ± 14.4 kg, which resulted in a mean BMI of 24.2 ± 4.9 kg/m². Among them 37% of them were overweight (BMI \geq 25 kg/m²) including 13% obese (BMI \geq 30 kg/m²) and 8% were considered as underweight (BMI $<$ 18.5 kg/m²). Finally their mean MUAC was 28.8 ± 4.3 cm and their mean BFPc was $36.2 \pm 8.8\%$.

Dietary diversity

The DDS-9 ranged from 2 to 8 food groups and the mean equalled to 4.9 ± 1.0 food groups, whereas the DDS-22 ranged from 2 to 13 food groups and the mean was 6.5 ± 1.8 (Fig 1).

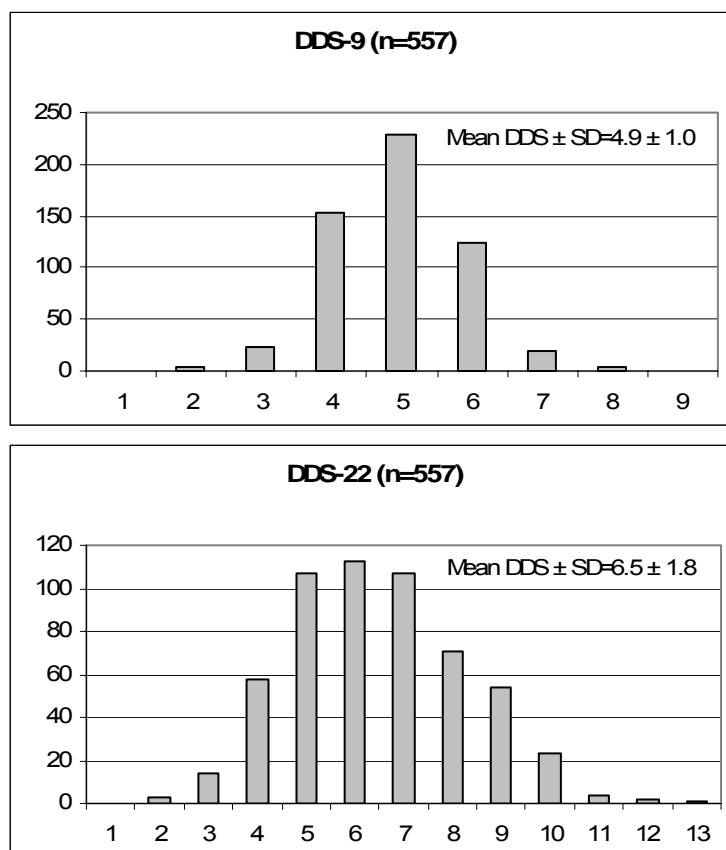


Fig 1: Distribution of the dietary diversity score (DDS) calculated from the 9- and the 22- food group classifications

The diet of the women almost always included the group of cereals/roots/tubers, in fact essentially cereals, and the meat/fish group, mainly non fatty meat, fresh and dried fish. The diet also included vit.A-non rich vegetables and fats, and more precisely vegetal source fats and fried foods. Sometimes, the women also consumed vit.A-rich fruits or vegetables, legumes - namely nuts and beans - and vit.A-non rich fruits. Milk and dairy products (mainly milk and yogurts) were less consumed. The consumption of eggs was very scarce (Table 1).

In order to better understand the meaning of a high dietary diversity in this urban context, we detailed the frequency of consumption of food groups as a function of the terciles of DDS with the 22-food group classification (Fig 2). In the high tercile of DDS-22, there were more women who consumed fatty products such as fried foods and vegetable source fats, sweetened products such as sugar and sweetened drinks. Furthermore, there were also more women who consumed fresh fish, non fatty meat, roots and tubers, and vitamin A rich fruits and vegetables. To a lesser extent, there were also more women who consumed beans and pulses, milk and yogurts, nuts and seeds, and vitamin A non rich fruits and vegetables. There were no differences between the terciles for the groups of cereals and dried fish, neither for alcohol, fatty meat, eggs, liver, cheese and red palm oil which were very rarely consumed in any of the 3 categories of DDS-22.

Table 1: Percentage of women having consumed food from the 9- and 22-food group classifications over 24h

9-food group classification	22-subgroups classification	%
Cereals/roots/tubers	-	99.5
	Cereals	98.7
	Roots/tubers	10.8
Legumes	-	36.3
	Nuts	24.9
	Beans	16.3
Vitamin A rich fruits and vegetables	-	49.0
	Vitamin A rich fruits and vegetables	49.0
Other vegetables	-	93.2
	Other vegetables	93.2
Other fruits	-	26.0
	Other fruits	26.0
Meat/fish	-	93.4
	Fatty meat	0.9
	Non fatty Meat	48.3
	Liver	0.5
	Fresh fish	35.4
	Dried fish	31.4
Eggs	-	0.7
	Eggs	0.7
Milk and dairy products	-	10.8
	Milk/yogourt	10.6
	Cheese	0.4
Fats	-	84.4
	Vegetal source fats	76.1
	Animal source fats	1.4
	Red palm oil	0.2
	Fried food	40.6
-	-	-
	Sugar and sweet products	44.7
	Sweetened drinks	31.6
	Alcohol	4.5

Finally, we investigated the source of dietary diversity by looking at the total numbers of dishes, sauces, snacks and drinks consumed over 24h as a function of the terciles of the DDS-9 and DDS-22 (Table 2). We observed that the number of snacks consumed was much higher when both DDS were higher, and the number of drinks was higher when the DDS-22 was higher. To a lesser extent, the frequency of consumption of the dishes was also higher when both DDS were higher, whereas the frequency of consumption of sauces was lower.

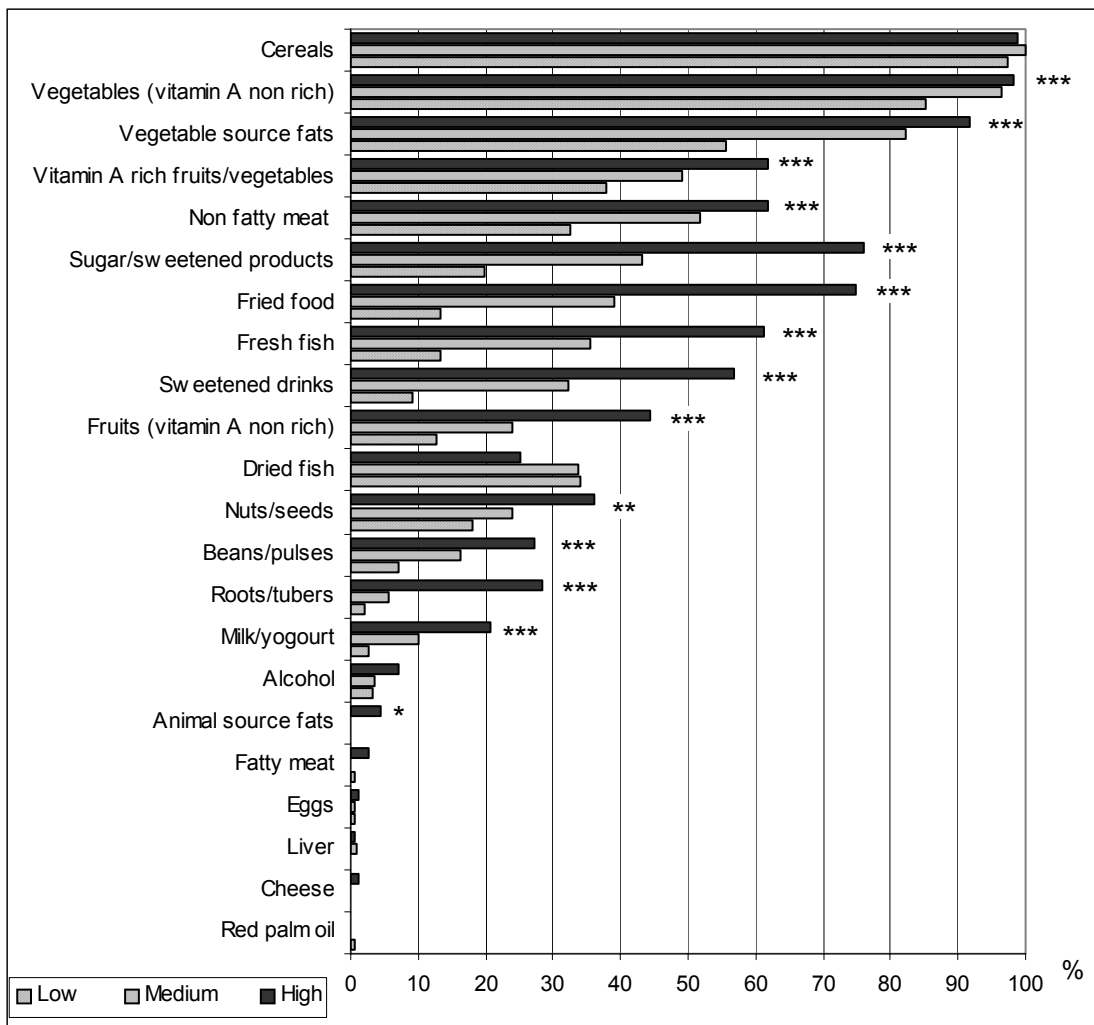


Fig 2: Percentage of women having consumed food groups as a function of the tertiles of the dietary diversity score based on the 22-food group classification

*** $p < 0.0001$; ** $p < 0.001$; * $p < 0.1$

Table 2: Frequency of dishes, sauces, snacks and drinks consumed over 24h as a function of dietary diversity scores into tertiles

		n	Dishes	Sauces	Snacks	Drinks
DDS-9	Low	180	2.4	2.1	0.4	0.5
	Medium	228	2.6	2.1	0.8	0.5
	High	149	2.7	1.9	1.5	0.8
<i>p-value</i>			<i>0.0006</i>	<i>0.001</i>	<i><0.0001</i>	<i>0.001</i>
DDS-22	Low	182	2.5	2.2	0.4	0.2
	Medium	220	2.6	2.0	0.8	0.6
	High	155	2.7	1.8	1.5	1.1
<i>p-value</i>			<i>0.02</i>	<i><0.0001</i>	<i><0.0001</i>	<i><0.0001</i>

DDS-9: Dietary diversity score calculated from the 9-food group classification

DDS-22: Dietary diversity score calculated from the 22-food group classification

Relationship between DDS and socioeconomic characteristics

The mean DDS-9 was not statistically associated with the socioeconomic variables, except with the perception of the women about their diet in terms of quantity (Table 3). Indeed it was significantly higher for the women who rated their diet as sufficient ($p=0.01$). On the other hand, the mean DDS-22 was associated with several sociodemographic and economic variables. This score was higher when the women lived in the richer district (Wemtenga), when they were younger and when they attended school, when they were single or married and when they lived in households with better economic conditions. The score was also higher when the women consumed dishes outside home or snacking. However, there were no significant differences according to the religion, the occupation, the hygienic level of the household or the level of care for women. Finally, it is interesting to observe that women who themselves rated their diets as insufficient in terms of quantity and quality had lower DDS-22 than women who rated their diets as sufficient.

Relationship between DDS and nutritional status

The DDS-9 in terciles was not associated with the anthropometric indices of the women, whether with BMI, MUAC or BFPc (Table 4). As for the DDS-22, the mean BMI and BFPc of the surveyed women increased with the diversity score, but the differences were not statistically significant. Also in the sample, there were less overweight (including obese) women ($BMI \geq 25 \text{ kg/m}^2$) in the low tercile than in the medium and high terciles of DDS-22, but the difference was equally not statistically significant. Also, there was no difference between the percentages of underweight women between the 3 categories of DDS-22. The same trends were observed after adjustment for potential confounders.

Discussion

A major finding in our study was the striking difference between the DDS-9 and the DDS-22 as far as their relationships with sociodemographic or economic characteristics were concerned. Indeed, the DDS-9 was not associated with the sociodemographic and economic characteristics of women, except with their perception of their diet in terms of quantity. On the other hand, the DDS based on a 22-food subgroup classification was associated with almost all the sociodemographic and economic variables studied. On the whole, the more privileged women (in terms of education, wealth, care, etc.) were those who had better DDS-22. As for anthropometric variables, we did not find any association between the DDS-9 and the nutritional status of the women living in this urban area, whatever the anthropometric indices used. We did not either found statistically significant relationship between DDS-22 and women's anthropometric indices, even if there was a general trend showing that anthropometric indices increased with the DDS-22. Yet, other studies conducted in developing countries have demonstrated that DDS, even calculated from a short food group classification, discriminated the individuals or households at least from a socioeconomic standpoint. In Mali, Hatloy et al. have demonstrated that a DDS calculated from a 10-food group classification were related to the socioeconomic status of households, but in this study the DDS was calculated at the household level and not at the individual level³⁹. Hoddinott and al. have also demonstrated that a DDS calculated from a 12-food group classification was associated with a proxy for household income, but the DDS was also calculated at the household level and in addition the analyses included both urban and rural areas of several developing countries¹⁰. Furthermore, this kind of association was also found with a similar DDS-9 calculated among women living in rural Burkina Faso¹⁸. One explanation of the lack of such a relationship in the urban

Table 3: Relationship between dietary diversity scores and socioeconomic characteristics of women

	n	DDS-9 ^a ± SEM	p-value	DDS-22 ^b ± SEM	p-value
District					
<i>Taabtenga</i>	246	4.9 (0.06)	0.3	6.2 (0.1)	0.04
<i>Wemtenga</i>	235	5.0 (0.06)		6.6 (0.1)	
Age (in years)					
<25	112	5.1 (0.08)	0.2	6.7 (0.1)	0.02
25-29	126	4.9 (0.08)		6.5 (0.1)	
30-39	140	4.9 (0.08)		6.3 (0.1)	
40-49	61	4.8 (0.1)		6.2 (0.3)	
50 et +	42	4.7 (0.1)		5.8 (0.3)	
Marital status					
<i>Single</i>	130	5.0 (0.08)	0.5	6.7 (0.1)	0.01
<i>Married</i>	310	4.9 (0.05)		6.3 (0.1)	
<i>Widowed/divorced</i>	34	4.7 (0.2)		5.8 (0.3)	
Religion					
<i>Moslem</i>	285	4.9 (0.05)	0.5	6.4 (0.1)	0.6
<i>Christian</i>	189	4.9 (0.07)		6.3 (0.1)	
Ever attended to school					
<i>No</i>	201	4.9 (0.07)	0.7	6.1 (0.1)	0.0005
<i>Yes</i>	280	4.9 (0.05)		6.6 (0.1)	
Occupation					
<i>None</i>	233	4.9 (0.06)	0.6	6.3 (0.1)	
<i>Yes, in the formal sector (private or public)</i>	43	4.9 (0.1)		6.7 (0.2)	0.3
<i>Yes, in the informal (private)</i>	204	4.9 (0.07)		6.4 (0.1)	
Economic index of the household					
<i>Low</i>	159	4.8 (0.08)	0.2	6.0 (0.1)	0.0004
<i>Medium</i>	161	4.9 (0.07)		6.5 (0.1)	
<i>High</i>	161	5.0 (0.07)		6.7 (0.1)	
Food stock expenditure of the household/month (in FCFA)					
<i>no stock</i>	144	4.9 (0.08)	0.8	6.0 (0.1)	0.002
<i>]0 - 10 000]</i>	72	4.9 (0.1)		6.3 (0.2)	
<i>]10 000 - 20 000]</i>	130	4.9 (0.08)		6.4 (0.1)	
<i>]20 000 - 30 000]</i>	77	4.9 (0.1)		6.7 (0.2)	
<i>more than 30 000</i>	58	5.0 (0.1)		7.0 (0.2)	
Hygienic index of the household					
<i>Low</i>	149	4.8 (0.07)	0.3	6.2 (0.1)	0.06
<i>Medium</i>	211	4.9 (0.07)		6.4 (0.1)	
<i>High</i>	121	5.0 (0.08)		6.7 (0.1)	
Level of care					
<i>Low</i>	151	4.9 (0.07)	0.2	6.3 (0.1)	0.3
<i>Medium</i>	200	5.0 (0.07)		6.5 (0.1)	
<i>High</i>	130	4.8 (0.08)		6.3 (0.1)	
Consumption of dishes outside the home					
<i>Never</i>	158	4.8 (0.08)	0.08	6.0 (0.1)	0.002
<i>Rare/occasional</i>	111	5.0 (0.1)		6.6 (0.2)	
<i>Often</i>	211	5.0 (0.06)		6.6 (0.1)	
Snacking					
<i>Never</i>	23	4.6 (0.2)	0.4	5.9 (0.5)	0.01
<i>Rare/occasional</i>	96	4.9 (0.09)		6.0 (0.2)	
<i>Often</i>	354	4.9 (0.05)		6.6 (0.09)	
Perception of the quantity of the diet					
<i>Insufficient</i>	97	4.7 (0.1)	0.01	5.8 (0.2)	0.0003
<i>Sufficient</i>	378	5.0 (0.05)		6.6 (0.09)	
Perception of the quality of the diet					
<i>Insufficient</i>	227	4.8 (0.06)	0.09	6.0(0.1)	<0.0001
<i>Sufficient</i>	248	5.0 (0.06)		6.8 (0.1)	

^a DDS-9: Dietary Diversity Score calculated from the 9-food group classification^b DDS-22: Dietary Diversity Score calculated from the 22-subgroup classification

Table 4: Relationship between dietary diversity scores and women's nutritional status

	n	BMI (kg/m ²)		MUAC ^a (cm)		BFPC ^b (%)		Underweight ^c (%)	Normal ^d (%)	Overweight ^e (%)	OR [CI]	Underweight (%)	Normal (%)	Overweight (%)	OR [CI]	
		Raw	Adjusted*	Raw	Adjusted*	Raw	Adjusted*	Raw			Adjusted*					
DDS-9	Low	159	24.1	24.1	28.8	28.7	35.6	35.6	9.4	54.1	36.5	1.0	8.5	56.0	35.5	1.0
	Medium	199	24.3	24.3	28.9	28.9	36.2	36.0	6.5	57.3	36.2	0.94 [0.60; 1.47]	5.4	59.5	35.0	0.93 [0.57; 1.52]
	High	123	24.4	24.5	29.0	29.1	36.1	36.2	9.7	51.2	39.0	1.13 [0.68; 1.87]	9.1	52.5	38.4	1.15 [0.68; 1.97]
	<i>p-value</i>		0.9	0.8	0.9	0.7	0.8	0.8			0.7				0.6	
DDS-22	Low	165	23.8	23.8	28.5	28.5	35.1	35.0	8.5	60.0	31.5	1.0	7.3	61.8	30.8	1.0
	Medium	190	24.4	24.5	28.9	29.1	36.1	36.3	7.9	53.2	38.9	1.39 [0.89; 2.20]	6.2	54.5	39.3	1.44 [0.87; 2.38]
	High	126	24.7	24.5	29.3	29.1	36.9	36.4	8.7	50.0	41.3	1.57 [0.97; 2.59]	9.3	52.6	38.1	1.45 [0.85; 2.49]
	<i>p-value</i>		0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2			0.5				0.5	

* adjusted for age and education of the women, economic and hygienic level of the household, level of care for women

DDS-9: Dietary diversity score calculated from the 9-food group classification

DDS-22: Dietary diversity score calculated from the 22-food group classification

BMI: Body Mass Index

MUAC: Mid-Upper Arm Circumference

BFPC: Body Fat Percentage Corrected

^a For this analysis, n=470

^b For this analysis, n=458

^c BMI < 18.5 kg/m²

^d 18.5 ≤ BMI < 25 kg/m²

^e BMI ≥ 25 kg/m²

context can come from the huge difference of dietary diversity between urban and rural areas, the DDS-9 being higher in urban area than in rural area (respectively 4.9 ± 1.0 vs. 3.5 ± 1.5). Even the women with the lowest economic conditions in urban area presented higher DDS-9 (4.8 ± 1.0) than women living in rural area. Thus, almost all the women of our urban sample consumed at least 4 food groups over 24h, whereas it corresponded to a high dietary diversity in rural area and represented only 36% of the sample. The access to food is much more varied in urban area. Indeed, in this context, there were more women who consumed vegetables (other than vitamin A rich vegetables), fats, meat and fish, fruits (other than vitamin A rich fruits) and to a lesser extent milk and dairy products. The diversity within these food groups was also higher. The higher diversity observed in urban area came essentially from higher frequencies of consumption of snacks, drinks and to a lesser extent dishes. On the other hand, we observed that the frequency of consumption of sauces decreased when the DDS-9 or DDS-22 were higher. This may be explained by the type of dishes consumed. For example, we can assume that a woman who presented low DDS consumed more basic dishes such as rice or t \hat{o} dishes (t \hat{o} is a cereal pastry and is the national dish in Burkina Faso), i.e. dishes which are always combined with a sauce. On the other hand, a woman who presented high DDS may consume more diverse dishes, such as bean dishes, which are not necessarily accompanied by a sauce. Consequently, the use of a classification with a limited number of food groups may mask some aspects of dietary diversity of women, and thus did not allow to underline some differences between the socioeconomic categories. This assumption is coherent with the fact that the DDS-22 was related to the socioeconomic status of women. Indeed, the disaggregation of the 9 food groups into 22 food groups allowed distinguishing the women who consumed different types of meat and fish, fried food in addition to oil put into dishes, sweetened products, or drinks, i.e. the most privileged women.

The DDS-9 did not allow to discriminate the women based on their nutritional status, whereas in a poor rural context we found that the women who had higher DDS-9 were also those with higher BMI and who were less at risk to be underweight¹⁸. In this rural context, we found that higher dietary diversity was associated by higher consumption of energy dense foods, but as there were no problems of overweight and obesity, this was reflected only through the percentage of underweight women. It therefore seems that the DDS-9 is more adapted to situations where dietary diversity is very low. Theoretically, the 22-food group classification would be able to identify women at risk for both micronutrient deficiencies and excess in the consumption of “unhealthy” foods. It is difficult to conclude about current micronutrient deficiencies since we did not performed biological measurement to assess women’s micronutrient status and since these deficiencies have little consequences on anthropometric status. We can even assume that the interest of this disaggregation would probably be limited since we observed that the consumption of liver, red palm oil or other micronutrients rich foods was anyway very low. On the other hand, we observed that the BMI and BFPc were higher when the DDS-22 was higher, even if the DDS-22 did not allow to identify under or overweight women. In this study, higher dietary diversity was reflected by a higher consumption of “unhealthy” foods such as sugar and fats, but also by a higher consumption of micronutrient and other healthy foods such as fresh fish, non fatty meat or vitamin A rich fruits and vegetables. Thus, it is possible that this double-edged diversity makes potential associations between diet and nutritional status difficult to highlight. In Teheran, Azadbakht et al. have met similar problem since they have found that a higher dietary diversity score was associated with higher energy intake and increased obesity in adults, but was also inversely associated with some cardiovascular disease (CVD) risk factors⁴⁰. In this study, a higher DDS was associated with a healthier diet with a lower consumption of cholesterol and meat and a higher consumption

of dietary fibre, fruit, vegetables and vegetable oil. Other studies have reported that a higher dietary diversity might contribute to the development and maintenance of obesity²³⁻²⁵. McCrory et al. have also shown that a higher variety of “unhealthy” foods such as sweet, snacks and carbohydrates was associated with body fatness and that a higher variety of “healthy” foods such as vegetables was inversely associated with body fatness⁴¹. However, dietary scores used in these studies included frequencies of consumption or number of servings consumed. In order to try to establish a link between diversity in “unhealthy” foods and overweight in urban women, we have constructed another dietary score based from a list of foods which can be unhealthy when consumed with excess: nuts and seeds, fatty meat, vegetable fats, animal fats, fried foods, red palm oil, cheeses, sugar and sweetened foods, sweetened drinks and alcohol (1 point for each food group consumed over the previous 24h). We studied this “excess score” as a function of women’s anthropometrics but no association has been found. As a consequence, in urban area, the nutritional status of individuals probably depends more on the quantity of foods consumed than on their diversity. It is also possible that a 24h period was insufficient to correctly assess frequencies of consumption and that the nutritional status of women would be linked to these frequencies if they had been assessed over a longer period.

To conclude, in urban area the double-edged aspect of dietary diversity has to be taken into account. Consequently, a qualitative measurement of dietary diversity seems to be not sufficient to identify populations at risks to be under or overweight. In such a context, the estimation of the quantity of foods consumed, or at least of the usual frequencies of consumption, seems required for this particular objective.

References

1. Randall E, Nichaman MZ and Contant CF, Jr. Diet diversity and nutrient intake. *Journal of American Dietetic Association*. 1985; 85(7): 830-6.
2. Krebs-Smith SM, Smiciklas-Wright H, Guthrie HA and Krebs-Smith J. The effects of variety in food choices on dietary quality. *Journal of American Dietetic Association*. 1987; 87(7): 897-903.
3. Drewnowski A, Henderson SA, Driscoll A and Rolls BJ. The Dietary Variety Score: assessing diet quality in healthy young and older adults. *Journal of American Dietetic Association*. 1997; 97(3): 266-71.
4. Cox DR, Skinner JD, Carruth BR, Moran J 3rd and Houck KS. A Food Variety Index for Toddlers (VIT): development and application. *Journal of American Dietetic Association*. 1997; 97(12): 1382-6; quiz 87-8.
5. Guthrie HA and Scheer JC. Validity of a dietary score for assessing nutrient adequacy. *Journal of the American Dietetic Association*. 1981; 78(3): 240-45.
6. Hatloy A, Torheim LE and Oshaug A. Food variety—a good indicator of nutritional adequacy of the diet? A case study from an urban area in Mali, West Africa. *European Journal of Clinical Nutrition*. 1998; 52(12): 891-98.
7. Ogle BM, Hung PH and Tuyet HT. Significance of wild vegetables in micronutrient intakes of women in Vietnam: An analysis of food variety. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*. 2001; 66: 1102-09.
8. Torheim LE, Ouattara F, Diarra MM, Thiam FD, Barikmo I, Hatloy A, et al. Nutrient adequacy and dietary diversity in rural Mali: association and determinants. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2004; 58(4): 594-604.
9. Rose D and Tschirley D. Predicting dietary intakes with simple food recall information: a case study from rural Mozambique. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2003; 57: 1212-21.

10. Hoddinott J and Yohannes Y. *Dietary diversity as a household food security indicator*. Washington, D.C.: FANTA Project, Academy for Educational Development; 2002.
11. Aboussaleh Y, Ahami AO, Azzaoui FZ, El Hioui M and Boukhari A. A diversified diet may reduce school age children stunting in North Western Morocco. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*. 2004; 13(Suppl): S116.
12. Arimond M and Ruel MT. *Progress in developing an infant and child feeding index: an example using the Ethiopia Demographic and Health Survey 2000*. Washington, D.C.: IFPRI; 2002.
13. Benefice E, Monroy SL, Jimenez S and Lopez R. Nutritional status of Amerindian children from the Beni River (lowland Bolivia) as related to environmental, maternal and dietary factors. *Public Health Nutrition*. 2006; 9(3): 327-35.
14. Tarini A, Bakari S and Delisle H. The overall nutritional quality of the diet is reflected in the growth of Nigerian children. *Sante*. 1999; 9(1): 23-31.
15. Sawadogo PS, Martin-Prevel Y, Savy M, Kameli Y, Traissac P, Traore AS, *et al*. An infant and child feeding index is associated with the nutritional status of 6- to 23-month-old children in rural Burkina Faso. *Journal of Nutrition*. 2006; 136(3): 656-63.
16. Martin-Prevel Y, Savy M, Traissac P, Sawadogo P, Kameli Y and Delpeuch F. Relationship between food variety/diversity scores and nutritional status of adults and adolescents in rural Burkina Faso. Workshop on dietary diversity, dietary quality and child growth. October 11-13. Rome: FAO-IFPRI-WHO; 2004.
17. Savy M, Martin-Prevel Y, Sawadogo P, Kameli Y and Delpeuch F. Use of variety/diversity scores for diet quality measurement: relation with nutritional status of women in a rural area in Burkina Faso. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2005; 59(5): 703-16.
18. Savy M, Martin-Prevel Y, Traissac P and Delpeuch F. Measuring dietary diversity in rural Burkina Faso: comparison of a 1-day and a 3-day dietary recalls. *Public Health Nutrition*. 2006; (in press).
19. Ruel MT. Dietary diversity and nutrient adequacy: progress in validating simple indicators for developing countries. 6th International conference on dietary assessment methods. April 27-29. Copenhagen: 2006.
20. Bouzitou GD, Fayomi B and Delisle H. [Child malnutrition and maternal overweight in same households in poor urban areas of Benin]. *Sante*. 2005; 15(4): 263-70.
21. Doak CM, Adair LS, Bentley M, Monteiro C and Popkin BM. The dual burden household and the nutrition transition paradox. *International Journal of Obesity*. 2005; 29(1): 129-36.
22. WHO/FAO. *Report of the joint WHO/FAO expert consultation on diet, nutrition and the prevention of chronic diseases*. Geneva: World Health Organization; 2002.
23. Raynor HA, Jeffery RW, Tate DF and Wing RR. Relationship between changes in food group variety, dietary intake, and weight during obesity treatment. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*. 2004; 28(6): 813-20.
24. Raynor HA and Epstein LH. Dietary variety, energy regulation, and obesity. *Psychological Bulletin*. 2001; 127(3): 325-41.
25. Kennedy E. Dietary diversity, diet quality, and body weight regulation. *Nutrition reviews*. 2004; 62(7): S78-S81.
26. Patterson RE, Haines PS and Popkin BM. Diet quality index: capturing a multidimensional behavior. *Journal of the American Dietetic Association*. 1994; 94(1): 57-64.
27. Kennedy E, Ohls J, Carlson S and Fleming K. The Healthy Eating Index: Design and applications. *Journal of the American Dietetic Association*. 1995; 95: 1103-08.
28. Thiele S, Mensink GB and Beitz R. Determinants of diet quality. *Public Health Nutrition*. 2004; 7(1): 29-37.
29. Basiotis PP, Guthrie JF, Bowman SA and Welsh SO. Construction and evaluation of a Diet Status Index. *Family Economics and Nutrition Review*. 1995; 8(2): 2-13.
30. Hudson G. Food intake in a west African village. Estimation of food intake from a shared bowl. *British Journal of Nutrition*. 1995; 73(4): 551-69.

31. Institut National de la Statistique et de la Démographie/Direction de la Démographie. *Analyses des données du Recensement Général de la Population et de l'Habitation de 1996: Ouagadougou, Burkina Faso*. Ouagadougou: INSD; 2000.
32. Institut National de la Statistique et de la Démographie (INSD) and ORC Macro. *Enquête démographique et de santé du Burkina Faso, 2003*. Calverton, Maryland, USA: INSD et ORC Macro; 2004.
33. FAO/WHO/IFPRI. *Workshop on Dietary Diversity and Dietary Quality*. 2004 Oct 11-13. Rome, Italy. FAO/WHO/IFPRI; 2004.
34. WHO. *Physical status: the use and interpretation of anthropometry*. Geneva: WHO; 1995.
35. Gartner A, Dioum A, Maire B, Delpeuch F and Schutz Y. Comparison of foot-to-foot impedance with air displacement plethysmography to evaluate body composition in African women. *International Journal of Body Composition Research*. 2003; 1(4): 137-45.
36. Traissac P, Delpeuch F, Maire B, Martin-Prével Y, Cornu A and Trèche S. Building a summary index of the households' economic level in nutritional surveys. Application examples in the Congo. *Revue d'Epidémiologie et de Santé Publique*. 1997; 45(S1): 114-15.
37. Lauritsen JM, Bruus M and Myatt M. EpiData, a tool for validated data entry and documentation of data. UK: County of Denmark and Brixton Health; 2000.
38. SAS Institute Inc. The SAS System®, Version 9.1. Cary, NC.: SAS Institute Inc.; 2004.
39. Hatloy A, Hallund J, Diarra MM and Oshaug A. Food variety, socioeconomic status and nutritional status in urban and rural areas in Koutiala (Mali). *Public Health Nutrition*. 2000; 3(1): 57-65.
40. Azadbakht L, Mirmiran P, Esmailzadeh A and Azizi F. Dietary diversity score and cardiovascular risk factors in Tehranian adults. *Public Health Nutrition*. 2005; 9(not known): 1-9.
41. McCrory MA, Fuss PJ, McCallum JE, Yao M, Vinken AG, Hays NP, *et al*. Dietary variety within food groups: association with energy intake and body fatness in men and women. *American Journal of Clinical Nutrition*. 1999; 69(3): 440-7.

Discussion

DISCUSSION

Le nombre important des indices de diversité proposés dans la littérature témoigne du caractère évolutif des méthodes de mesure de la qualité des régimes. Nous avons proposé ici de nouvelles expériences de mesure de la diversité alimentaire dans différents contextes d'un pays en développement. Nous avons ainsi pu apporter des éléments de réponses à un certain nombre de questions méthodologiques, clarifier les associations des indices de diversité avec le niveau socio-économique et l'état nutritionnel des femmes en âge de procréer et montrer ainsi l'intérêt de leur application dans les pays en développement.

1. ASPECTS MÉTHODOLOGIQUES

Comme souligné en introduction, un certain nombre de questions méthodologiques persistent concernant l'optimisation des indices de diversité. Le travail réalisé ici a permis d'apporter des éléments de réponses à certaines d'entre elles.

1.1. Indices de diversité basés sur les aliments ou groupes d'aliments

L'une des questions que se pose la communauté scientifique est de savoir s'il vaut mieux calculer les indices de diversité à partir des aliments ou des groupes d'aliments consommés. Même si dans la littérature les avis sont partagés, une légère préférence pour les indices de diversité basés sur les groupes d'aliments se dégage. En effet, pour certains auteurs ces indices apparaissent plus simples, plus informatifs vis-à-vis de la qualité réelle des régimes alimentaires et même plus performants pour prédire l'adéquation nutritionnelle des régimes [7, 10, 12, 16, 19]. Dans le cadre de ce travail, nous avons dans un premier temps utilisé deux types d'indices: un score de variété alimentaire (SVA) dérivé d'une liste de 116 aliments différents et un score de diversité alimentaire (SDA) dérivé d'une liste de 14 groupes d'aliments qui se rapprochait au maximum de la table de composition des aliments proposée par la FAO en 1970 [133]. Nous avons ainsi pu confirmer la préférence pour les indices basés sur les groupes d'aliments puisque nous avons montré qu'ils permettaient de mieux décrire les types de régimes alimentaires et qu'ils donnaient plus d'information sur leur qualité nutritionnelle. De plus, le SDA s'est révélé être plus fortement associé à l'état nutritionnel des femmes que le SVA (*Article 1*). A la suite de ces résultats nous avons décidé d'abandonner les scores basés sur les aliments et de ne travailler que sur des scores basés sur les groupes

d'aliments. Ce choix nous a également permis de ne pas être confrontés au problème de définition d'un aliment.

1.2. Classification des groupes d'aliments

Le choix de calculer des indices de diversité à partir des groupes d'aliments soulève le problème de la classification des aliments en différents groupes. Actuellement il existe un vrai débat sur le nombre et le choix des groupes d'aliments à utiliser, et même sur les aliments qui doivent entrer ou non dans ces différents groupes. L'absence de recommandation internationale validée qui fasse l'unanimité a conduit les scientifiques à utiliser des classifications très différentes [89].

Pour notre part, outre la classification classique en 14 groupes, nous avons également utilisé une classification plus récente de la FAO en 11 groupes alimentaires (*Article 1*). Plus récemment encore, une nouvelle classification a été proposée lors d'un atelier sur la diversité alimentaire organisée conjointement par la FAO, l'OMS et l'IFPRI [11]. Cette classification en 9 groupes correspond clairement à un objectif de focalisation sur les carences en micronutriments. Dans la mesure où les milieux ruraux africains sont fortement touchés par ces carences en micronutriments, nous avons décidé de tester cette nouvelle classification pour les analyses des enquêtes suivantes réalisées dans la province de la Gnagna (*Articles 2 et 3*).

Nous avons ainsi montré que l'utilisation d'une classification en 14, 11 ou 9 groupes ne modifiait pas nos résultats puisque les indices de diversité calculés à partir de ces différentes classifications étaient tous associés au niveau socio-économique et à l'état nutritionnel des femmes (*Articles 1, 2 et 3*). Dans ce contexte, l'utilisation de la classification en 9 groupes proposée nous paraît donc adéquate, surtout lorsque l'objectif général est de développer des indices dont le recueil et l'utilisation soient faciles (et donc économiques) et aussi accessibles en termes d'interprétation.

En revanche, l'utilisation d'un indice de diversité basé sur un faible nombre de groupes d'aliments pose des problèmes de distribution de l'indice et rend difficile la détermination des limites pour qualifier la diversité du régime lorsqu'on se base sur cette distribution pour établir des terciles (faible, moyenne ou élevée). L'absence de recommandations concernant le nombre de groupes d'aliments à consommer pour couvrir correctement les besoins oblige à déterminer ces limites par la construction de terciles ou quintiles. Lorsque le nombre de groupes d'aliments est faible, il est souvent difficile d'obtenir des terciles équilibrés. L'une

des conséquences est que cela rend difficile les comparaisons entre différents indices, comme cela a été le cas dans nos études, par exemple pour la comparaison entre un indice calculé sur 1 jour et sur 3 jours (*Article 2*).

Par ailleurs, en milieu urbain les problèmes nutritionnels sont doubles. En plus des carences possibles en micronutriments, s'ajoutent les problèmes d'excès de consommation d'aliments riches en énergie qui peuvent conduire à l'apparition de maladies chroniques liées à l'alimentation. Dans l'étude menée à Ouagadougou (*Article 4*), nous avons décidé d'utiliser la même classification en 9 groupes proposée par la FAO afin de pouvoir établir des comparaisons avec le milieu rural. Mais en raison du double problème nutritionnel existant en milieu urbain, nous avons également utilisé une classification beaucoup plus détaillée (22 groupes) qui était susceptible de détecter aussi bien les carences en micronutriments que les comportements d'excès vis-à-vis de certains aliments. Le passage de 9 à 22 groupes d'aliments n'a sans doute pas été très bénéfique en termes de représentation de l'adéquation en micronutriments. En effet, les nouveaux groupes d'aliments riches en micronutriments tels que les foies ou l'huile de palme rouge étaient de toute façon très rarement, voire jamais, consommés. En revanche, la désagrégation des groupes riches en énergie a permis de discriminer les femmes qui consommaient plusieurs types de viandes, de poissons, de graisses, etc. Cette classification a donc permis de mieux décrire la diversité des régimes alimentaires et s'est révélée être discriminante au moins vis-à-vis du niveau socio-économique des femmes.

1.3 Quantités consommées et modes de construction des indices de diversité

L'un des objectifs de ce travail était de participer au développement d'indices de diversité simples et applicables aux pays en développement. La mesure quantitative de la consommation alimentaire étant un exercice très difficile, en particulier dans les pays en développement, nous avons fait le choix de calculer des indices de diversité à partir de rappels qualitatifs de l'alimentation. Dans un même souci de simplicité, nous avons également fait le choix d'utiliser un système de construction des indices très basique qui attribue 1 point pour chaque groupe d'aliments différent consommé. Ces choix se sont appuyés sur 2 hypothèses: d'une part que les apports énergétiques globaux étaient probablement liés au niveau de diversité alimentaire [88]; d'autre part qu'une meilleure diversité alimentaire signifiait une meilleure couverture en divers nutriments (macro et micronutriments). Le calcul de scores de diversité représentant le nombre de groupes d'aliments différents consommés pendant une

période donnée, sans aucune pondération, ni compte des occurrences, ni notion de quantité semblait donc justifié et pertinent. En revanche, dans un tel contexte, le problème concerne plutôt les quantités minimales à partir desquelles un groupe d'aliments peut être considéré comme consommé et par conséquent être comptabilisé dans le calcul du score. Dans nos études, aucune quantité minimale n'a été considérée. Pourtant, il est évident que certains aliments sont consommés en si petites quantités que leur comptabilisation dans l'indice de diversité pose question. L'exemple type au Burkina Faso est la poudre de poisson séché, qui est utilisé comme un condiment dont on ajoute le plus souvent quelques pincées dans la sauce pour toute la famille. Ce genre de consommation n'a évidemment pas les mêmes conséquences sur l'état nutritionnel des individus que la consommation de poisson séché ou frais et ne devrait donc pas être pris en compte de la même façon. La question s'est également posée dans d'autres études pour le lait, qui est parfois ajouté dans le thé ou café sous forme de nuage, c'est-à-dire en quantité très faible [56]. La mise en place d'une quantité minimale de 10 g. a été discutée lors de l'atelier à Rome sur la diversité alimentaire. Finalement, les discussions ont plutôt conclu de ne pas imposer de quantités minimales pour prendre en compte un groupe alimentaire dans le calcul de l'indice de diversité. En effet, il a été jugé difficile d'imposer une même quantité pour tous les groupes d'aliments. De plus, la valeur de 10 g. n'est sans doute pas adaptée aux adultes et une valeur plus élevée serait nécessaire, au moins pour certains aliments. Enfin, il est très difficile de savoir comment évaluer ce que représentent 10 g. sur le terrain.

1.4. Durée et jours de rappel

La question de la période optimale pour calculer des indices de diversité a également été étudiée dans le cadre de ce travail (*Article 2*). La comparaison des indices de diversité alimentaire calculés sur 1 et 3 jours en milieu rural a montré que le choix de l'une ou l'autre de ces périodes dépendait fortement des objectifs initiaux.

Les indices calculés sur 3 jours ont permis de prendre en compte les variations de la diversité alimentaire d'un jour à l'autre et par conséquent de mieux décrire les régimes habituels des femmes. Il semble d'ailleurs que, dans le contexte de l'étude, une période de 3 jours était suffisante pour capturer la totalité de la diversité alimentaire des individus. En revanche, un biais de mémoire non négligeable a également été mis en évidence lorsque les indices étaient calculés sur 3 jours. Une alternative possible serait donc de calculer les indices de diversité sur plusieurs jours non consécutifs, mais cette approche va à l'encontre de la simplicité

initiale recherchée. Cette approche rendrait en effet le recueil des données plus long et plus coûteux, sans pour autant obtenir de bénéfice, au moins dans une approche populationnelle.

Par ailleurs, les indices de diversité calculés sur 1 et 3 jours se sont révélés être tous deux de bons indicateurs du niveau socio-économique des femmes et de leur ménage. De plus, nous avons pu montrer que ces deux types de scores étaient également liés à l'état nutritionnel des femmes, avec néanmoins des liens plus forts avec l'indice calculé sur 1 jour.

Par conséquent, afin d'identifier les groupes d'individus vulnérables sur le plan socio-économique et nutritionnel, de simples scores de diversité calculés sur 1 seul jour semblent suffisants. En revanche, si l'objectif est de mesurer la consommation alimentaire habituelle au niveau individuel, il est nécessaire de calculer les scores de diversité sur 3 jours, si possible non consécutifs pour éviter d'éventuels biais de mémoire.

Notre étude a également mis en évidence l'importance de prendre en compte les jours atypiques dans le recueil des données. Si les jours atypiques tels que les jours fériés et jours de week-end sont en général bien pris en compte dans les études menées dans les pays industrialisés, ce n'est pas souvent le cas dans les pays en développement. Dans ces pays et en milieu rural, les jours fériés et de week-end n'ont pas de signification particulière étant donné que les activités sont essentiellement agricoles. En revanche, nous avons pu mettre en évidence que les jours de marché avaient une importance particulière vis-à-vis de la diversité alimentaire des individus. En effet, nous avons montré que certains groupes d'aliments tels que la viande, le poisson et les légumineuses étaient plus consommés par les femmes pendant les jours de marché. A notre connaissance aucune étude ne s'était intéressée à l'effet du marché sur la diversité alimentaire et nous recommandons de prendre en compte cet effet dans la mise en place et les analyses des enquêtes alimentaires réalisées dans des contextes similaires.

En milieu urbain, les jours atypiques sont similaires à ceux que l'on rencontre dans les pays industrialisés, à savoir les jours fériés (incluant les jours de fête ou week-end). Dans l'enquête réalisée à Ouagadougou, nous avons calculé des indices de diversité (avec 9 ou 22 groupes) sur un jour dit normal (*Article 4*), mais également sur un jour férié (résultats non montrés). Il s'est avéré que les moyennes des scores de diversité n'étaient pas significativement différentes entre les jours fériés et les jours normaux, même si certains groupes d'aliments étaient plus consommés pendant les jours fériés, comme par exemple les boissons sucrées et les œufs. Par ailleurs, nous avons observé que les relations entre les indices de diversité calculés sur un jour férié et les caractéristiques socio-démographiques et économiques des

femmes étaient beaucoup moins fortes qu'avec les indices calculés sur un jour normal. Pendant les jours fériés, il semble en effet que les femmes de tous les niveaux socio-économiques parvenaient à augmenter la diversité de leur alimentation. Lors de ces occasions, mêmes les femmes les plus défavorisées consomment des aliments inhabituels, tels que des sodas ou des gâteaux. Il est donc logique que les indices de diversité calculés pendant les jours fériés soient moins discriminants vis-à-vis des caractéristiques socio-économiques des femmes. Par conséquent, en milieu urbain, le choix d'inclure ou non un jour atypique dans le recueil des données dépend des objectifs fixés. Si l'objectif est de mesurer la diversité réelle de l'alimentation des individus, il semble nécessaire d'inclure un jour férié dans le recueil. En revanche, si l'objectif est d'identifier des groupes de populations qui sont plus à risque de présenter une faible diversité alimentaire, de simples indices de diversité calculés sur un jour dit normal semblent être plus utiles.

1.5. Saisonnalité

Dans les pays en développement à fortes variations saisonnières, il est bien connu que les saisons influencent fortement le niveau des disponibilités alimentaires des populations rurales. En revanche, l'effet des saisons sur le niveau de diversité alimentaire des individus a été très peu étudié. Nous nous sommes particulièrement intéressés aux variations des indices de diversité alimentaire entre le début et la fin de la période de soudure alimentaire, qui correspond à une période pendant laquelle les stocks de céréales sont au plus bas ainsi qu'à une période d'activité physique intense. Nous avons ainsi pu montrer que les indices de diversité alimentaire étaient sensibles aux variations saisonnières et que ces derniers étaient notamment plus élevés en fin de soudure qu'au début de soudure. Dans un rapport publié par l'IFPRI, Swindale et al. recommandaient de mesurer la diversité des ménages à la fin de la période de soudure [12]. Afin de mieux identifier les femmes à risque d'avoir une faible diversité, nous recommandons plutôt de mesurer les indices de diversité au début de la période de soudure.

2. UTILISATION DES INDICES DE DIVERSITÉ

Notre travail a permis de préciser ce que représentent de simples indices de diversité mesurés chez des femmes en âge de procréer vivant dans un pays en développement, aussi bien en

milieu rural qu'urbain. Il a également permis de montrer l'intérêt de mesurer des indices de diversité dans de tels contextes.

2.1. Description des régimes alimentaires

Les indices de diversité alimentaire nous ont dans un premier temps permis de bien décrire les régimes alimentaires des femmes vivant en milieu rural et urbain.

Milieu rural

Dans la province de la Gnagna, les régimes alimentaires sont généralement très peu diversifiés. L'alimentation de base est essentiellement constituée de tô, plat typique qui se compose d'une céréale et d'une sauce. Les populations, par simple habitude ou par goût, ont tendance à préparer le tô toujours de la même façon et utilisent ce qu'elles peuvent se procurer facilement et à un moindre coût, pour les céréales comme pour la sauce d'accompagnement. Ainsi, les céréales, les légumes feuilles et les condiments sont les 3 groupes d'aliments qui ont été consommés par toutes les femmes de notre étude (*Article 1*). Les femmes consomment également parfois des légumes et du poisson, mais très peu de viande, légumineuses, produits laitiers, œufs et fruits. Les apports en protéines d'origine animale, micronutriments et acides gras essentiels sont donc très faibles, exposant ainsi les sujets à des carences multiples. Cette monotonie alimentaire est bien connue dans les milieux ruraux africains et a déjà été décrite dans d'autres études [98]. Cependant, les scores de diversité décrits dans nos études semblent bien moins élevés par rapport à des scores similaires mesurés dans d'autres pays en développement. En effet, les scores de variété alimentaires des femmes de la Gnagna étaient par exemple beaucoup plus faibles que des scores similaires mesurés au Mali [10]. Ces différences peuvent en partie s'expliquer par les méthodes utilisées. Au Mali, les scores de variété et de diversité alimentaires étaient mesurés au niveau du ménage et non pas au niveau individuel. La définition donnée à un aliment était également différente puisque dans cette étude malienne les différentes variétés de poisson étaient considérées comme plusieurs aliments. Il est également possible que la province de la Gnagna soit une région plus pauvre où la diversité alimentaire est moins élevée que dans d'autres zones géographiquement proches. Cette observation met en exergue la nécessité de développer des indices universels qui permettent d'établir des comparaisons entre les différents pays ou zones d'études.

Par ailleurs, nous avons pu préciser quels étaient les principaux groupes qui apportaient de la diversité au régime alimentaire. Il s'est avéré que les femmes qui présentaient des meilleurs

scores consommaient plus de viandes et de légumineuses, mais également plus de graisses, sucre et fruits (*Article 1*). Ces changements font typiquement penser aux changements alimentaires qui surviennent lors du processus de transition nutritionnelle, avec notamment une augmentation de la consommation de produits d'origine animale, de graisse et de sucre [3]. Il est bien connu que ces changements alimentaires peuvent très vite conduire à des comportements à risque par rapport à l'apparition de surpoids ou d'obésité et de maladies chroniques liées à l'alimentation. Même si la province de la Gnagna est loin d'être touchée par ce genre de problèmes nutritionnels, des actions de sensibilisation et d'éducation concernant les bonnes pratiques alimentaires seraient bénéfiques pour éviter leur apparition.

D'autre part, la grande monotonie alimentaire décrite dans cette province n'est pas constante tout au long de l'année. Nous avons en effet montré que la diversité de l'alimentation augmentait à la fin de la période de soudure céréalière qui a lieu chaque année entre avril et septembre (*Article 3*). Les conditions de vie plus difficiles à cette saison se traduisent, en plus d'une diminution probable des quantités consommées, par une diminution de la consommation de certains aliments achetés tels que la viande ou l'huile. Cependant les femmes compensent largement (en terme de variété) par la consommation plus importante de tous les aliments disponibles gratuitement ou à faible coût à cette saison, tels que les légumineuses, le poisson frais et le lait. Les indices de diversité alimentaire sont donc très utiles pour décrire les régimes alimentaires et détecter les variations saisonnières qualitatives de l'alimentation.

Milieu urbain

Les scores de diversité alimentaire basés sur une classification en 9 groupes étaient nettement plus élevés en milieu urbain qu'en milieu rural ($4,9 \pm 1,0$ vs. $3,4 \pm 1,5$). De plus, les scores divisés en terciles n'avaient pas tout à fait la même signification dans ces deux contextes. En milieu urbain, presque qu'aucune femme ne présentait une faible diversité telle qu'on l'entendait en milieu rural, à savoir seulement 2 groupes d'aliments consommés en 24h, alors que cette faible diversité touchait 32% des femmes en milieu rural. En ville, presque toutes les femmes de notre échantillon consommaient au moins 4 groupes alimentaires par jour, ce qui correspondait à une diversité élevée dans la Gnagna et ne concernait que 36% des femmes.

Les types de régimes alimentaires étaient également différents entre les deux milieux. En milieu urbain, l'alimentation de base était constituée par des céréales, de la viande et du poisson, des légumes et des graisses. De temps en temps, les femmes consommaient également des fruits ou légumes riches en vitamine A, des légumineuses, d'autres fruits, des

produits laitiers et beaucoup plus rarement des œufs. En utilisant un score de diversité basé sur 22 groupes alimentaires, nous avons pu mettre en évidence qu'une diversité plus élevée était caractérisée par une plus forte consommation de friture et d'huile d'origine végétale, de produits sucrés, de poisson frais et viande, de racines et tubercules et enfin de fruits et légumes riches en vitamine A.

Les femmes résidant en ville ont donc un accès plus facile à une variété d'aliments. Même si le tô est toujours consommé, de nombreux autres plats font partie du quotidien des populations urbaines, notamment les plats de riz servis avec des sauces diverses. Cette diversité plus importante est sans doute en partie due à l'alimentation hors domicile ainsi qu'à l'achat d'encas aux vendeurs de rue, qui sont des pratiques très répandues en Afrique [134].

L'augmentation de la consommation de graisses, produits sucrés et produits d'origine animale observée dans notre étude confirme les changements alimentaires qui ont lieu en milieu urbain dans un contexte de transition [135-137].

2.2. Diversité alimentaire et niveau socio-démographique et économique

Nous avons montré que les scores de diversité alimentaire des femmes étaient fortement liés à leurs caractéristiques socio-démographiques et économiques ainsi qu'à celles de leur ménage, aussi bien en milieu rural qu'urbain (*Articles 1 à 4*). Les scores de diversité étaient notamment très liés aux variables d'ordre économique, ce qui signifie que les femmes plus riches parviennent mieux à diversifier leur alimentation. Hoddinott and Yohannes avaient montré que les ménages plus aisés diversifiaient leur alimentation et avaient précisé que cette diversification passait par l'augmentation de la consommation d'aliments prestigieux et non par l'augmentation de la consommation des aliments de bases comme les céréales [20].

Les scores de diversité alimentaire étaient également liés à l'ethnie et à la religion pratiquée par les femmes mais seulement en milieu rural, reflétant ainsi des différences dans les modes de vie et pratiques alimentaires des femmes selon ces caractéristiques. Les scores de diversité des femmes dépendaient également beaucoup du niveau d'attention qu'elles recevaient. On peut en effet imaginer que les femmes qui avaient un niveau de soins acceptable étaient favorisées du point de vue de leur alimentation par rapport aux autres femmes. En revanche cette association n'a été observée qu'en milieu rural. En milieu urbain, on peut supposer que la qualité de l'alimentation des femmes est moins dépendante des chefs de familles et des autres membres du ménage. De plus, la variable de soins présente sans doute plus d'homogénéité en ville. Si l'on considère par exemple le pouvoir décisionnel des femmes, qui

est l'une des composantes de l'indice de soins, la plupart des femmes résidant en ville peuvent prendre part aux décisions qui concernent le ménage; en milieu rural, les niveaux de pouvoir décisionnel sont beaucoup plus contrastés.

En milieu urbain, l'éducation des femmes avait un effet positif sur leur niveau de diversité alimentaire alors que ce n'était pas le cas en milieu rural. Etant donné qu'il y a très peu de femmes réellement éduquées en milieu rural en raison de l'arrêt précoce de la scolarisation, il est possible que la variable « éducation » ne soit pas adaptée dans ce contexte pour observer un effet quelconque. En ville, beaucoup plus de femmes avaient eu accès à une éducation et dans ce contexte cette variable reflétait sans doute plus les moyens financiers sous-jacents.

En revanche, en milieu urbain, ces associations n'ont pu être montrées avec le SDA calculé basé sur 9 groupes alimentaires (SDA-9) mais uniquement avec un SDA basé sur 22 groupes alimentaires (SDA-22). L'accès à une variété d'aliments étant globalement plus facile en milieu urbain, il est probable que même les femmes les plus défavorisées parviennent à acquérir une diversité minimale de leur alimentation. Ainsi, un SDA avec un nombre limité de groupes d'aliments n'est pas assez discriminant. Comme mentionné précédemment, la désagrégation en 22 groupes a permis de distinguer les femmes qui consommaient différents types de viandes et poissons, différentes huiles, des produits sucrés, des boissons, etc., c'est-à-dire les femmes les plus favorisées.

Ce type d'associations entre les indices de diversité alimentaire et les caractéristiques socio-économiques des individus et ménages a également été montré dans d'autres contextes [19, 20]. Cela montre bien la sensibilité et le pouvoir discriminant des indices de diversité alimentaire par rapport aux caractéristiques socio-économiques. De simples indices de diversité alimentaire peuvent donc être utilisés comme indicateurs du niveau socio-économique des ménages, même dans des milieux ruraux très pauvres et homogènes.

2.3. Diversité alimentaire et état nutritionnel

Nous avons montré que de simples indices de diversité alimentaire étaient liés à l'état nutritionnel des femmes en milieu rural. En milieu urbain, de telles relations sont plus difficiles à établir. Il convient de distinguer ces deux contextes dans la mesure où les problèmes nutritionnels n'y sont pas les mêmes.

Milieu rural

En dehors de la période de soudure céréalière, l'état nutritionnel des femmes était globalement meilleur lorsque leur alimentation était plus diversifiée (*Articles 1 et 2*). En effet,

l'IMC moyen et le pourcentage de masse grasse étaient plus élevés chez les femmes qui présentaient des scores de diversité élevés. Le pourcentage de femmes maigres (IMC<18.5 kg/m²) était également bien plus faible lorsque la diversité alimentaire était plus élevée. Nos résultats ont montré qu'en plus de la diversité de l'alimentation, d'autres facteurs sous-jacents influençaient l'état nutritionnel des femmes. Ces facteurs d'ordre socio-démographique et économique atténuaient les relations entre les scores de diversité et l'anthropométrie des femmes lorsqu'ils étaient pris en compte dans les analyses, sans pour autant les faire disparaître complètement.

Ces relations ont été observées à deux reprises, à des saisons proches mais d'une année sur l'autre, mettant donc en évidence une certaine stabilité de ces relations. En revanche, ces relations ne sont pas constantes au cours d'une même année puisqu'elles n'ont pas été retrouvées pendant la période de soudure céréalière (*Article 3*). Le fait que cette période atténue les différences entre les femmes du point de vue de leur diversité alimentaire et de leur état nutritionnel contribue certainement à cette absence de relation. De plus, ce manque de relation reflète également l'une des limites des indices de diversité utilisés. En effet, à cette période de l'année le problème alimentaire est essentiellement un problème de balance énergétique puisque, même si la diversité alimentaire augmente, on sait que les quantités consommées diminuent et que les dépenses énergétiques augmentent. Ainsi, de simples scores de diversité sans considération des quantités consommées ne sont pas forcément bien adaptés pour discriminer les femmes vis-à-vis de leur état nutritionnel à cette saison. Nous reviendrons sur ces limites dans un prochain paragraphe.

Milieu urbain

En milieu urbain, aucune relation statistiquement significative n'a été observée entre l'état nutritionnel des femmes et leurs indices de diversité alimentaire, que ce soit avec une classification en 9 ou 22 groupes (*Article 4*). Avec le SDA-22, l'IMC moyen, le pourcentage moyen de masse grasse et le pourcentage de femmes en surpoids ou obèses avaient tout de même tendance à être plus élevés lorsque le SDA était plus élevé. En milieu urbain, les problèmes de carences alimentaires et les problèmes d'excès de consommation de certains aliments co-existent. Le SDA-9, qui visait à identifier le risque de carences, notamment en micronutriments, n'est sans doute pas adapté dans ce contexte, surtout si l'on ne dispose que de mesures anthropométriques et non de mesures biologiques pour déterminer le statut en micronutriments. En revanche, le SDA-22 visait à identifier ces carences et également les comportements à risques d'excès pour certains aliments. Comme il a été montré que la

diversité au sein des aliments dit néfastes pour la santé (sucre, graisses, etc.) était positivement associée à la masse grasse et que la diversité au sein des aliments bénéfiques pour la santé était inversement associée à la masse grasse, il est possible que l'utilisation d'un indice prenant en compte ces deux aspects apporte de la confusion et qu'aucune relation ne puisse être observée avec l'anthropométrie. Il est également possible qu'en milieu urbain l'état nutritionnel des femmes dépend plus des quantités consommées que de la simple diversité de l'alimentation. En effet, dès lors qu'on cherche à identifier des individus qui ont des comportements d'excès vis-à-vis de certains aliments, il paraît difficile de ne pas prendre en compte des quantités ou au moins des occurrences de consommation.

Par conséquent, de simples indices de diversité, calculés sur 24h et sans considération pour les fréquences et quantités consommées sont très utiles pour prédire l'état nutritionnel des femmes en milieu rural en dehors des périodes de soudure céréalière. En revanche, en milieu urbain la complexité et le double aspect des problèmes nutritionnels rendent nécessaire la prise en compte des quantités consommées.

3. LIMITES DE L'ETUDE

3.1. Taille des échantillons et représentativité

Dans le cadre de la première enquête réalisée dans la province de la Gnagna, un échantillon initial de 691 femmes a été tiré au sort par un sondage à deux degrés. Les deux enquêtes rurales suivantes ont été réalisées auprès des mêmes femmes, mais un certain nombre d'entre elles ont été perdues de vue en raison de déménagements, de refus de participer ou encore de décès. Même si les femmes perdues de vue n'ont pas montré de caractéristiques différentes des autres femmes, la taille des échantillons a été réduite au fur et à mesure des enquêtes. Ainsi, nous sommes passés de 691 femmes pour la première enquête (mars 2002) à 550 femmes pour la deuxième enquête (avril 2003) et enfin à 483 femmes pour la troisième enquête (septembre 2003). Par conséquent, il est possible que la taille de l'échantillon, notamment pour la troisième enquête, n'était pas suffisante pour mettre en évidence certaines relations.

D'autre part, l'échantillon de femmes utilisé en milieu urbain n'était pas strictement représentatif de la ville de Ouagadougou. En effet, les deux quartiers dans lesquels l'enquête a été réalisée n'ont pas été tirés au sort mais ont été choisis car ils faisaient partie du système de

surveillance démographique mis en place par l'ISSP (Institut Supérieur des Sciences de la Population). Un certain nombre d'informations socio-économiques concernant les sujets et ménages résidants dans ces quartiers était donc déjà disponible. Avant échantillonnage, ces données ont été comparées aux données socio-économiques de l'échantillon de Ouagadougou utilisé pour l'Enquête Démographique et de Santé récente (2003). Il est apparu que ces deux quartiers, s'ils étaient équitablement représentés, offraient une diversité suffisante de situations sociales et économiques, dont la résultante moyenne était proche de celle de l'ensemble de la ville. Un tirage aléatoire simple d'un nombre identique de sujets a donc été réalisé dans chaque quartier.

De toute façon, l'objectif n'était pas d'évaluer les situations alimentaires et nutritionnelles à Ouagadougou, mais plutôt de tester de simples scores de diversité alimentaire chez des femmes adultes résidant en milieu urbain et présentant un éventail suffisant de conditions socio-économiques. Cependant, il est vrai qu'il aurait été intéressant de pouvoir extrapoler nos résultats à l'ensemble des femmes adultes de la ville.

3.2. Mesures anthropométriques

L'état nutritionnel des femmes a été évalué par l'indice de masse corporelle, le périmètre brachial et le pourcentage de masse grasse calculé soit à partir des plis cutanés (*Articles 1 à 3*), soit à partir des mesures d'impédancemétrie (*Article 4*).

Dans notre première enquête, le pourcentage de masse grasse a été calculé à partir de la densité corporelle, elle-même dérivée de la mesure des plis cutanés, en appliquant respectivement les équations de Siri [138] et de Durnin et Womersley [139] (*Article 1*). Il faut noter que ces équations ont été prévues et validées pour les populations blanches, mais il n'existe aucune équation spécifique aux populations africaines. On peut donc s'interroger sur leur validité et leur applicabilité aux populations noires, d'autant plus que de nombreuses différences de composition corporelle entre les noirs et les blancs ont été rapportées, comme la répartition de la graisse corporelle ou la longueur des membres par rapport au tronc [140, 141]. Les populations noires ont également une meilleure densité minérale osseuse et une teneur en protéines corporelles plus élevée que les populations blanches, conduisant ainsi à une densité plus importante de leur masse maigre [140, 142]. Cependant, malgré ces différences, Zillikens et al. ont pu montrer que l'équation développée par Durnin et Womersley donnait une prédiction correcte de la masse grasse, y compris chez les populations noires [141]. Par la suite, une adaptation de l'équation de Siri aux populations noires a été proposée

suivant les recommandations de Heyward [143] et nous l'avons donc utilisée. Néanmoins, même si cette correction permet de mieux estimer la masse grasse corporelle chez les populations noires, des équations spécifiques à ces populations ont besoin d'être développées et validées.

Dans l'enquête réalisée en milieu urbain (*Article 4*), le pourcentage de masse grasse a été calculé par impédancemétrie. Une correction a également du être appliquée pour une meilleure adaptation aux populations noires, en utilisant une équation validée pour les femmes africaines [144].

Ainsi, l'état nutritionnel des femmes a été évalué par plusieurs mesures anthropométriques. En revanche, aucun dosage biologique n'a pu être effectué pour déterminer le statut en micronutriments des femmes, notamment en vitamine A, fer et iode, sur lesquels la communauté scientifique s'est essentiellement focalisée. Il aurait été intéressant d'étudier les relations entre les scores de diversité et ces mesures biologiques, en particulier en milieu urbain où les carences en micronutriments sont très souvent masquées par les problèmes de surpoids et d'obésité. Malheureusement, ce type de dosage, en plus de comporter des considérations éthiques différentes, impliquait de réaliser des enquêtes avec des moyens financiers et logistiques qui étaient au-delà de nos possibilités.

3.3. Aspects quantitatifs et validation externe des indices de diversité

Dans nos études, nous avons fait le choix de calculer les indices de diversité à partir de rappels qualitatifs de l'alimentation, sans prendre les quantités consommées ou les fréquences de consommation en considération. Même si la prise en compte des aspects quantitatifs aurait nécessité des moyens financiers et logistiques au-delà de nos possibilités, ce choix répond avant tout à la nécessité de développer et tester des approches simples, rapides et peu coûteuses pouvant être appliquées dans les pays en développement. Il s'est d'ailleurs avéré que ce genre d'approche était très utile dans de tels contextes. Cependant, nous avons également vu que la non estimation des quantités pouvait être un facteur limitant des indices de diversité dans certaines situations. En milieu rural, les quantités d'aliments consommés semblent être essentielles pendant et surtout en fin de période de soudure céréalière. A cette période, l'utilisation d'indices de diversité incluant une notion des quantités consommées aurait probablement permis de mettre en évidence une relation avec l'état nutritionnel des femmes.

De même, nous avons vu qu'en milieu urbain les relations entre diversité alimentaire et état nutritionnel des femmes n'étaient pas nettes (*Article 4*). L'utilisation d'un « score d'excès », pondéré ou non par les fréquences de consommation sur 24h, n'a pas non plus permis de prédire l'état nutritionnel, notamment les risques de surpoids ou d'obésité. Par conséquent, il semble qu'un indice de diversité basé sur des données qualitatives, ou même sur des fréquences de consommation estimée sur 24h, n'est pas bien adapté aux milieux urbains dans les pays en développement.

Enfin, en l'absence d'information sur les quantités, nous n'avons pas pu valider les indices de diversité utilisés. Des données quantitatives nous auraient permis de calculer les ingérés en macro et micronutriments et ainsi de vérifier si les indices de diversité reflétaient correctement l'adéquation du régime alimentaire. Cependant, une étude internationale coordonnée par FANTA et l'IFPRI, dont l'un des volets est conduit à Ouagadougou par l'UR106 de l'IRD, est actuellement en cours et devrait combler partiellement cette lacune: elle vise à valider les indices de diversité mesurés chez des femmes en âge de procréer de différents pays comme indicateurs de la couverture des besoins en micronutriments.

Conclusions et Perspectives

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Les indices de diversité alimentaire sont des outils simples et très prometteurs. Il a été montré qu'ils étaient fortement liés à l'adéquation nutritionnelle des régimes alimentaires et qu'ils reflétaient donc correctement leur qualité. Ces indices se sont également avérés être de bons indicateurs de la sécurité alimentaire des ménages, ainsi que de l'état nutritionnel des enfants, en particulier de leur croissance.

Ce travail a en plus permis de montrer que les indices de diversité permettaient de discriminer les femmes en âge de procréer vis-à-vis de leurs caractéristiques socio-démographiques et économiques, à la fois en milieu rural et urbain. Nous avons également montré que ces indices étaient de bons indicateurs de l'état nutritionnel des femmes, en particulier en milieu rural défavorisé, cela même après ajustement sur les facteurs de confusion potentiels.

Par conséquent, l'intérêt des indices de diversité alimentaire est incontestable, en particulier dans les pays en développement puisque leur utilisation est simple, rapide et peu coûteuse. Dans ces pays, ces indices peuvent être très utiles pour établir des diagnostics rapides des situations alimentaires et nutritionnelles des populations, mais également pour cibler des groupes de populations vulnérables ou encore réaliser des suivis d'interventions.

Cependant, les indices de diversité, calculés à partir de données uniquement qualitatives sur une période de 24h, comportent aussi quelques limites. En milieu rural, dans les pays à fortes variations saisonnières, une attention particulière doit être portée à la saison pendant laquelle les indices de diversité sont mesurés. En effet, dans un contexte sahélien, nous avons mis en évidence une augmentation, en apparence paradoxale, de la diversité alimentaire au cours de la période de soudure céréalière. Pendant cette période, les indices de diversité se sont révélés moins discriminants par rapport au niveau socio-économique et à l'état nutritionnel des femmes. Ainsi, si plusieurs passages à différentes saisons sont impossibles, nous recommandons de mesurer les indices de diversité alimentaire en dehors de la période de plus grande pénurie céréalière, ou plus spécifiquement au tout début de celle-ci.

En milieu urbain, ces indices ont également montré certaines limites. Dans ce contexte, il semblerait qu'ils soient insuffisants pour identifier les comportements d'excès vis-à-vis de certains aliments, et que l'estimation des quantités consommées soit indispensable. De nouvelles recherches doivent donc être menées en milieu urbain dans les pays en développement afin d'améliorer encore ces outils.

Enfin, des études supplémentaires sont également nécessaires pour poursuivre l'effort de standardisation des indices de diversité qui a été amorcé, afin d'optimiser leur construction et utilisation, mais également afin de pouvoir établir des comparaisons entre pays.

Références

REFERENCES

1. U.S. Department of Agriculture Human Nutrition Information Service. Food Guide Pyramid: A guide to daily food choices. Home and Garden Bulletin No. 249. Washington, D.C.: U.S. Departments of Agriculture and Health and Human Resources, 1992.
2. WHO. Preparation and use of food-based dietary guidelines. WHO Technical report, series 880. Report of a joint FAO/WHO Consultation. Geneva: WHO, 1996.
3. Popkin BM. Urbanization, lifestyle changes and the nutrition transition. *World Development* 1999; 27(11): 1905-16.
4. Kennedy E, Ohls J, Carlson S, *et al.* The Healthy Eating Index: Design and applications. *Journal of the American Dietetic Association* 1995; 95: 1103-08.
5. Patterson RE, Haines PS and Popkin BM. Diet quality index: capturing a multidimensional behavior. *Journal of the American Dietetic Association* 1994; 94(1): 57-64.
6. Kant AK, Block G, Schatzkin A, *et al.* Dietary diversity in the US population, NHANES II, 1976-1980. *Journal of American Dietetic Association* 1991; 91(12): 1526-31.
7. Krebs-Smith SM, Smiciklas-Wright H, Guthrie HA, *et al.* The effects of variety in food choices on dietary quality. *Journal of American Dietetic Association* 1987; 87(7): 897-903.
8. Guthrie HA and Scheer JC. Validity of a dietary score for assessing nutrient adequacy. *Journal of American Dietetic Association* 1981; 78(3): 240-5.
9. Ruel MT. Operationalizing dietary diversity: a review of measurement issues and research priorities. *Journal of Nutrition* 2003; 133(11 Suppl 2): 3911S-26S.
10. Hatloy A, Torheim LE and Oshaug A. Food variety-a good indicator of nutritional adequacy of the diet? A case study from an urban area in Mali, West Africa. *European Journal of Clinical Nutrition* 1998; 52(12): 891-98.
11. FAO/WHO/IFPRI. *Workshop on Dietary Diversity and Dietary Quality*, October 11-13. Rome, Italy: FAO/WHO/IFPRI, 2004.
12. Swindale A and Bilinsky P. Household Dietary Diversity Score (HDDS) for Measurement of Household Food Access: Indicator Guide. Washington DC: USAID/AED, 2005; 9 p.
13. Drewnowski A, Henderson SA, Driscoll A, *et al.* The Dietary Variety Score: assessing diet quality in healthy young and older adults. *Journal of American Dietetic Association* 1997; 97(3): 266-71.
14. Cox DR, Skinner JD, Carruth BR, *et al.* A Food Variety Index for Toddlers (VIT): development and application. *Journal of American Dietetic Association* 1997; 97(12): 1382-6; quiz 87-8.
15. Foote JA, Murphy SP, Wilkens LR, *et al.* Dietary variety increases the probability of nutrient adequacy among adults. *Journal of Nutrition* 2004; 134(7): 1779-85.
16. Ogle BM, Hung PH and Tuyet HT. Significance of wild vegetables in micronutrient intakes of women in Vietnam: An analysis of food variety. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* 2001; 66: 1102-09.

17. Torheim LE, Ouattara F, Diarra MM, *et al.* Nutrient adequacy and dietary diversity in rural Mali: association and determinants. *European Journal of Clinical Nutrition* 2004; 58(4): 594-604.
18. Randall E, Nichaman MZ and Contant CF Jr. Diet diversity and nutrient intake. *Journal of American Dietetic Association* 1985; 85(7): 830-6.
19. Hatloy A, Hallund J, Diarra MM, *et al.* Food variety, socioeconomic status and nutritional status in urban and rural areas in Koutiala (Mali). *Public Health Nutrition* 2000; 3(1): 57-65.
20. Hoddinott J and Yohannes Y. Dietary diversity as a household food security indicator. Food and Nutrition Technical Assistance Project, Academy for Educational Development. Washington, D.C.: IFPRI, 2002; 44 p.
21. Sawadogo PS, Martin-Prével Y, Savy M, *et al.* An infant and child feeding index is associated with the nutritional status of 6- to 23-month-old children in rural Burkina Faso. *Journal of Nutrition* 2006; 136(3): 656-63.
22. Tarini A, Bakari S and Delisle H. The overall nutritional quality of the diet is reflected in the growth of Nigerian children. *Sante* 1999; 9(1): 23-31.
23. Onyango A, Koski KG and Tucker KL. Food diversity versus breastfeeding choice in determining anthropometric status in rural Kenyan toddlers. *International Journal of Epidemiology* 1998; 27(3): 484-89.
24. Azadbakht L, Mirmiran P, Esmailzadeh A, *et al.* Dietary diversity score and cardiovascular risk factors in Tehranian adults. *Public Health Nutrition* 2005; 9(not known): 1-9.
25. Kant AK, Schatzkin A, Harris TB, *et al.* Dietary diversity and subsequent mortality in the First National Health and Nutrition Examination Survey Epidemiologic Follow-up Study. *American Journal of Clinical Nutrition* 1993; 57(3): 434-40.
26. La Vecchia C, Munoz SE, Braga C, *et al.* Diet diversity and gastric cancer. *International Journal of Cancer* 1997; 72(2): 255-7.
27. Mertz W. Three decades of dietary recommendations. *Nutrition Reviews* 2000; 58(10): 324-31.
28. Mertz W. Foods and nutrients. *Journal of American Dietetic Association* 1984; 84: 769-70.
29. Levander OA and Cheng L. Micronutrient interactions: vitamins, minerals, and hazardous elements. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1980; 355: 1-208.
30. Lynch SR and Cook JD. Interaction of vitamin C and iron. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1980; 355: 32-44.
31. Davis CD, Malecki EA and Greger JL. Interactions among dietary manganese, heme iron, and nonheme iron in women. *American Journal of Clinical Nutrition* 1992; 56(5): 926-32.
32. US Department of Agriculture. Food Guide Pyramid. Washington, D.C.: USDA, 1996.
33. Kant AK. Indexes of overall diet quality: a review. *Journal of the American Dietetic Association* 1996; 96(8): 785-91.

34. Madden JP and Yoder MD. Program evaluation: food stamps and commodity distribution in rural areas of central Pennsylvania. *Pennsylvania Agricultural Experiment Station Bulletin* 1972; 78: 1-119.
35. Sorenson AW, Wyse BW, Wittwer AJ, *et al.* An index of nutritional quality for a balanced diet. *Journal of American Dietetic Association* 1976; 68: 236-42.
36. Hansen RG. An index of food quality. *Nutrition Reviews* 1973; 31(1): 1-7.
37. Murphy SP, Rose D, Hudes M, *et al.* Demographic and economic factors associated with dietary quality for adults in the 1987-88 Nationwide Food Consumption Survey. *Journal of American Dietetic Association* 1992; 92(11): 1352-7.
38. Hulshof KF, Wedel M, Lowik MR, *et al.* Clustering of dietary variables and other lifestyle factors (Dutch Nutritional Surveillance System). *Journal of Epidemiology and Community Health* 1992; 46(4): 417-24.
39. Lowik MR, Hulshof KF and Brussaard JH. Food-based dietary guidelines: some assumptions tested for The Netherlands. *British Journal of Nutrition* 1999; 81 Suppl 2: S143-9.
40. McCullough ML and Willett WC. Evaluating adherence to recommended diets in adults: the Alternate Healthy Eating Index. *Public Health Nutrition* 2006; 9(1A): 152-7.
41. Haines PS, Siega-Riz AM and Popkin BM. The Diet Quality Index revised: a measurement instrument for populations. *Journal of the American Dietetic Association* 1999; 99(6): 697-704.
42. Huijbregts P, Feskens EJ, Räsänen L, *et al.* Dietary pattern and 20 year mortality in elderly man in Finland, Italy, and the Netherlands: Longitudinal cohort study. *British Medical Journal* 1997; 315: 13-17.
43. Haveman-Nies A, Tucker KL, de Groot LC, *et al.* Evaluation of dietary quality in relationship to nutritional and lifestyle factors in elderly people of the US Framingham Heart Study and the European SENECA study. *European Journal of Clinical Nutrition* 2001; 55(10): 870-80.
44. Hudson GJ. Food intake in a west African village. Estimation of food intake from a shared bowl. *British Journal of Nutrition* 1995; 73(4): 551-69.
45. Torheim LE, Ouattara F, Diarra MM, *et al.* Nutrient adequacy and dietary diversity in rural Mali: association and determinants. *European Journal of Clinical Nutrition* 2004; 58(4): 594-604.
46. Chinese Nutrition Society. The recommended dietary allowance of nutrients and the Chinese dietary guidelines. *Acta Nutrition Sinica* 1990; 12: 1-5.
47. Stookey JD, Wang Y, Ge K, *et al.* Measuring diet quality in china: the INFH-UNC-CH diet quality index. *European Journal of Clinical Nutrition* 2000; 54(11): 811-21.
48. Drewnowski A, Henderson SA, Shore AB, *et al.* Diet quality and dietary diversity in France: implications for the French paradox. *Journal of American Dietetic Association* 1996; 96(7): 663-9.
49. Fitzgerald SL, Gibson RS, Portocarrero L, *et al.* Food consumption patterns and dietary diversity of pregnant women living in a peri-urban area of Guatemala city. *Ecology of Food and Nutrition* 1992; 27: 1-15.

50. Ferguson E, Gibson RS, Opere-Obisaw C, *et al.* Seasonal food consumption patterns and dietary diversity of rural preschool Ghanaian and Malawian children. *Ecology of Food and Nutrition* 1993; 29: 219-34.
51. Swindale A and Ohri-Vachaspati P. Measuring household food consumption: a technical guide. Washington, D.C.: USAID/AED, 1999; 24 p.
52. Arimond M and Ruel MT. Progress in developing an infant and child feeding index: an example using the Ethiopia Demographic and Health Survey 2000. Washington, D.C.: IFPRI, 2002; 53 p.
53. Taren D and Chen J. A positive association between extended breast-feeding and nutritional status in rural Hubei Province, People's Republic of China. *American Journal of Clinical Nutrition* 1993; 58(6): 862-7.
54. Kennedy G and Nantel G. Basic guidelines for validation of a simple dietary diversity score as an indicator of dietary nutrient adequacy for non-breastfeeding children 2-6 years. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2006.
55. Arimond M, Cohen RJ, Dewey KG, *et al.* Developing and validating simple indicators of complementary food intake and nutrient density for infant and young children in developing countries: protocol for data analysis. Report submitted to the Food and Nutrition Technical Assistance Project, Academy for Educational Development. Washington, D.C.: FANTA/AED, 2005.
56. Rose D, Meershoek S, Ismael C, *et al.* Evaluation of a rapid field tool for assessing household diet quality in Mozambique. *Food and Nutrition Bulletin* 2002; 23(2): 181-89.
57. Kant AK. Dietary patterns and health outcomes. *Journal of American Dietetic Association* 2004; 104(4): 615-35.
58. Murphy SP, Foote JA, Wilkens LR, *et al.* Simple measures of dietary variety are associated with improved dietary quality. *Journal of American Dietetic Association* 2006; 106(3): 425-9.
59. Kant AT, FE. Measures of overall diet quality from food frequency questionnaire: national health interview survey, 1992. *Nutrition Research* 1997; 17(9): 1443-56.
60. Bernstein MA, Tucker KL, Ryan ND, *et al.* Higher dietary variety is associated with better nutritional status in frail elderly people. *Journal of American Dietetic Association* 2002; 102(8): 1096-104.
61. Torheim LE, Barikmo I, Parr CL, *et al.* Validation of food variety as an indicator of diet quality assessed with a food frequency questionnaire for Western Mali. *European Journal of Clinical Nutrition* 2003; 57(10): 1283-91.
62. Rose D and Tschirley D. Predicting dietary intakes with simple food recall information: a case study from rural Mozambique. *European Journal of Clinical Nutrition* 2003; 57: 1212-21.
63. Ferguson E. Seasonal food consumption patterns and dietary diversity of rural preschool Ghanaian and Malawian children. *Ecology of Food and Nutrition* 1993; 29: 219-34.
64. Wolfe WS and Campbell CC. Food pattern, diet quality, and related characteristics of schoolchildren in New York State. *Journal of American Dietetic Association* 1993; 93(11): 1280-4.
65. Davenport M, Roderick P, Elliott L, *et al.* Monitoring dietary change in populations and the need for specific. *Journal of Human Nutrition and dietetics* 1995; 8: 119-28.

66. Togo P, Osler M, Sorensen TI, *et al.* Food intake patterns and body mass index in observational studies. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders* 2001; 25(12): 1741-51.
67. Clifton PG, Burton MJ and Sharp C. Rapid loss of stimulus-specific satiety after consumption of a second food. *Appetite* 1987; 9(2): 149-56.
68. DiBattista D and Sitzer CA. Dietary variety enhances meal size in golden hamsters. *Physiological Behavior* 1994; 55(2): 381-3.
69. Rolls BJ, Van Duijvenvoorde PM and Rowe EA. Variety in the diet enhances intake in a meal and contributes to the development of obesity in the rat. *Physiological Behavior* 1983; 31(1): 21-7.
70. Louis-Sylvestre J, Giachetti I and Le Magnen J. Sensory versus dietary factors in cafeteria-induced overweight. *Physiological Behavior* 1984; 32(6): 901-5.
71. Spiegel TA and Stellar E. Effects of variety on food intake of underweight, normal-weight and overweight women. *Appetite* 1990; 15(1): 47-61.
72. Rolls BJ, Rowe EA, Rolls ET, *et al.* Variety in a meal enhances food intake in man. *Physiological Behavior* 1981; 26(2): 215-21.
73. Bellisle F and Le Magnen J. The structure of meals in humans: eating and drinking patterns in lean and obese subjects. *Physiological Behavior* 1981; 27(4): 649-58.
74. Kant AK, Schatzkin A and Ziegler RG. Dietary diversity and subsequent cause-specific mortality in the NHANES I epidemiologic follow-up study. *Journal of the American College of Nutrition* 1995; 14(3): 233-8.
75. Kant AK, Schatzkin A, Graubard BI, *et al.* A prospective study of diet quality and mortality in women. *Journal of the American Medical Association* 2000; 283(16): 2109-15.
76. McCullough ML, Feskanich D, Stampfer MJ, *et al.* Diet quality and major chronic disease risk in men and women: moving toward improved dietary guidance. *American Journal of Clinical Nutrition* 2002; 76(6): 1261-71.
77. McCrory MA, Fuss PJ, McCallum JE, *et al.* Dietary variety within food groups: association with energy intake and body fatness in men and women. *American Journal of Clinical Nutrition* 1999; 69(3): 440-7.
78. Raynor HA and Epstein LH. Dietary variety, energy regulation, and obesity. *Psychological Bulletin* 2001; 127(3): 325-41.
79. Michels KB and Wolk A. A prospective study of variety of healthy foods and mortality in women. *International Journal of Epidemiology* 2002; 31(4): 847-54.
80. Mai V, Kant AK, Flood A, *et al.* Diet quality and subsequent cancer incidence and mortality in a prospective cohort of women. *International Journal of Epidemiology* 2005; 34(1): 54-60.
81. Nube M, Kok FJ, Vandembroucke JP, *et al.* Scoring of prudent dietary habits and its relation to 25-year survival. *Journal of American Dietetic Association* 1987; 87(2): 171-5.
82. Wahlqvist ML, Lo CS and Myers KA. Food variety is associated with less macrovascular disease in those with type II diabetes and their healthy controls. *Journal of the American College of Nutrition* 1989; 8(6): 515-23.

83. Miller WL, Crabtree BF and Evans DK. Exploratory study of the relationship between hypertension and diet diversity among Saba Islanders. *Public Health Reproduction* 1992; 107(4): 426-32.
84. Fernandez E, D'Avanzo B, Negri E, *et al.* Diet diversity and the risk of colorectal cancer in northern Italy. *Cancer Epidemiology, Biomarkers and Prevention* 1996; 5(6): 433-6.
85. Ziegler RG, Morris LE, Blot WJ, *et al.* Esophageal cancer among black men in Washington, D.C. II. Role of nutrition. *Journal of the National Cancer Institute* 1981; 67(6): 1199-206.
86. Leatherman TL. Health implications of changing agrarian economies in the Southern Andes. *Human Organization* 1994; 53: 371-80.
87. Marquis GS, Habicht JP, Lanata CF, *et al.* Breast milk or animal-product foods improve linear growth of Peruvian toddlers consuming marginal diets. *American Journal of Clinical Nutrition* 1997; 66(5): 1102-9.
88. Allen LH, Black AK, Backstrand JR, *et al.* An analytical approach for exploring the importance of dietary quality versus quantity in the growth of mexican children. *Food and Nutrition Bulletin* 1991; 13: 95-104.
89. Ruel MT. Is dietary diversity an indicator of food security or dietary quality? A review of measurement issues and research needs. FCND Discussion Paper n°140. Washington, D.C.: IFPRI, 2002; 44 p.
90. Arimond M and Ruel MT. Dietary diversity is associated with child nutritional status: evidence from 11 demographic and health surveys. *Journal of Nutrition* 2004; 134(10): 2579-85.
91. Clausen T, Charlton KE, Gobotswang KS, *et al.* Predictors of food variety and dietary diversity among older persons in Botswana. *Nutrition* 2005; 21(1): 86-95.
92. Franceschi S, Favero A, La Vecchia C, *et al.* Influence of food groups and food diversity on breast cancer risk in Italy. *International Journal of Cancer* 1995; 63(6): 785-9.
93. Kant AK and Graubard BI. Variability in selected indexes of overall diet quality. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research* 1999; 69(6): 419-27.
94. Arimond M and Torheim LE. Validation of dietary diversity as a measure of the adequacy of women's diets: progress report. Report submitted to the Food and Nutrition Technical Assistance Project, Academy for Educational Development. Washington, D.C.: FANTA/AED, 2006.
95. Armar-Klemesu M, Ruel MT, Maxwell DG, *et al.* Poor maternal schooling is the main constraint to good child care practices in Accra. *Journal of Nutrition* 2000; 130(6): 1597-607.
96. Brownie C, Habicht JP and Cogill B. Comparing indicators of health or nutritional status. *American Journal of Epidemiology* 1986; 124(6): 1031-44.
97. Dop MC, Milan C and N'Diaye AM. The 24-hour recall for Senegalese weanlings: a validation exercise. *European Journal of Clinical Nutrition* 1994; 48(9): 643-53.
98. Kigutha HN. Assessment of dietary intake in rural communities in Africa: experiences in Kenya. *American Journal of Clinical Nutrition* 1997; 65(4 Suppl): 1168S-72S.
99. Beaton GH, Milner J, Corey P, *et al.* Sources of variance in 24-hour dietary recall data: implications for nutrition study design and interpretation. *American Journal of Clinical Nutrition* 1979; 32: 2546-49.

100. Nyambose J, Koski KG and Tucker KL. High intra/interindividual variance ratios for energy and nutrient intakes of pregnant women in rural Malawi show that many days are required to estimate usual intake. *Journal of Nutrition* 2002; 132(6): 1313-18.
101. Palaniappan U, Cue RI, Payette H, *et al.* Implications of day-to-day variability on measurements of usual food and nutrient intakes. *Journal of Nutrition* 2003; 133(1): 232-35.
102. Craig MR, Kistal AR, Cheney CL, *et al.* The prevalence and impact of 'atypical' days in 4-day food records. *Journal of American Dietetic Association* 2000; 100: 421-22, 25-27.
103. Benefice E and Cames C. Physical activity patterns of rural Senegalese adolescent girls during the dry and rainy seasons measured by movement registration and direct observation methods. *European Journal of Clinical Nutrition* 1999; 53(8): 636-43.
104. Brun T, Bleiberg F and Goihman S. Energy expenditure of male farmers in dry and rainy seasons in Upper-Volta. *British Journal of Nutrition* 1981; 45(1): 67-75.
105. Bleiberg FM, Brun TA, Goihman S, *et al.* Duration of activities and energy expenditure of female farmers in dry and rainy seasons in Upper-Volta. *British Journal of Nutrition* 1980; 43(1): 71-82.
106. Adams AM. Seasonal variations in energy balance among agriculturalists in central Mali: compromise or adaptation? *European Journal of Clinical Nutrition* 1995; 49(11): 809-23.
107. Panter-Brick C, Lotstein DS and Ellison PT. Seasonality of reproductive function and weight loss in rural Nepali women. *Human Reproduction* 1993; 8(5): 684-90.
108. Branca F, Pastore G, Demissie T, *et al.* The nutritional impact of seasonality in children and adults of rural Ethiopia. *European Journal of Clinical Nutrition* 1993; 47(12): 840-50.
109. Ferro-Luzzi A, Morris SS, Taffesse S, *et al.* Seasonal undernutrition in rural Ethiopia. Magnitude, correlates and functional significance. Washington, D.C.: IFPRI, 2001; 75 p.
110. Schultink JW, Van Raaij JMA and Hautvast JGA. Seasonal weight loss and metabolic adaptation in rural Beninese women: the relationship with body mass index. *British Journal of Nutrition* 1993; 70: 689-700.
111. Van Liere MJ, Ategbro EAD, Den Hartog AP, *et al.* The consequences of seasonal food insecurity for individual food-consumption patterns in north-western Benin. *Food and Nutrition Bulletin* 1995; 16(2): 147-54.
112. Zinyama LM, Matiza T and Campbell DJ. The use of wild foods during periods of food shortages in rural Zimbabwe. *Ecology of Food and Nutrition* 1990; 24: 251-65.
113. Tetens I, Hels O, Khan NI, *et al.* Rice-based diets in rural Bangladesh: how do different age and sex groups adapt to seasonal changes in energy intake? *American Journal of Clinical Nutrition* 2003; 78(3): 406-13.
114. Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD). Rapport Mondial sur le Développement Humain. New York: PNUD, 2005.
115. Institut National de la Statistique et de la Démographie (INSD). Enquête Démographique et de Santé. Calverton: ORC Macro, 2004.
116. WHO. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. WHO Technical Report Series n° 854. Geneva: WHO, 1995.

117. Fournet F, Meyer P, Harang M, *et al.* Environnement urbain et transition sanitaire en Afrique de l'Ouest. Etude des disparités spatiales de santé dans la ville de Ouagadougou (Burkina Faso). Communication orale au CIRD. Ouagadougou: IRD, 2005.
118. OMS. Diabetes programmes. Geneva: OMS, 2006.
119. Ministère de l'Economie et des Finances. Burkina Faso: Cadre Stratégique de Lutte contre la Pauvreté. Ouagadougou: Ministère de l'Economie et des Finances, 2000.
120. Quisumbing AR and Meinzen-Dick RS. Empowering women to achieve food security - Overview. Washington, D.C.: IFPRI, 2001; 2 p.
121. Gillespie S. Empowering women to achieve food security - Health and nutrition. Washington, D.C.: IFPRI, 2001; 2 p.
122. Mora JO and Nestel PS. Improving prenatal nutrition in developing countries: strategies, prospects, and challenges. *American Journal of Clinical Nutrition* 2000; 71(5 suppl.): 1353S-63S.
123. Latham MC. La nutrition durant certaines périodes de la vie: grossesse, lactation, petite enfance, enfance et vieillesse. In: *La nutrition dans les pays en développement*. New York: FAO, 2001.
124. ACC/SCN. Low birthweight. Geneva: ACC/SCN, 2000; 44.
125. Rice AL, Sacco L, Hyder A, *et al.* Malnutrition as an underlying cause of childhood deaths associated with infectious diseases in developing countries. *Bulletin of the World Health Organization* 2000; 78(10): 1207-21.
126. Scrimshaw NS and SanGiovanni JP. Synergism of nutrition, infection, and immunity: An overview. *American Journal of Clinical Nutrition* 1997; 66(2): 464S-77S.
127. Pelletier DL, Frongillo EA Jr, Schroeder DG, *et al.* The effects of malnutrition on child mortality in developing countries. *Bulletin of the World Health Organization* 1995; 73(4): 443-8.
128. Pollitt E, Gorman KS, Engle PL, *et al.* Nutrition in early life and the fulfillment of intellectual potential. *Journal of Nutrition* 1995; 125(4 Suppl): 1111S-18S.
129. ACC/SCN. Stunting and young child development. In: *The third report on the world nutrition situation*. Geneva: ACC/SCN, 1997: 3-18.
130. Barker DJP. *Mothers, babies, and disease in later life*. London: BMJ Publishing Group, 1994; 232 p.
131. Ramakrishnan U, Martorell R, Schroeder DG, *et al.* Role of intergenerational effects on linear growth. *Journal of Nutrition* 1999; 129(2): 544S-49S.
132. UNS/SCN. Fifth report on the world nutrition situation. Geneva: UNS/SCN, 2004; 130 p.
133. FAO. Food composition table for use in Africa. Rome: FAO, 1970.
134. Ag Bendeck M, Gerbouin-Rerolle P, Chauliac M, *et al.* [An approach to food consumption in an urban environment. The case of west Africa]. *Sante* 1996; 6(3): 173-9.
135. Wang CN, Liang Z, Wei P, *et al.* Changes in dietary patterns and certain nutrition-related diseases in urban and rural residents of Jiangsu Province, China, during the 1990s. *Biomedical and Environmental Sciences* 2002; 15(4): 271-6.

136. Kim S, Moon S and Popkin BM. The nutrition transition in South Korea. *American Journal of Clinical Nutrition* 2000; 71(1): 44-53.
137. Monteiro CA, Mondini L, de Souza AL, *et al.* The nutrition transition in Brazil. *European Journal of Clinical Nutrition* 1995; 49(2): 105-13.
138. Siri WE. The gross composition of the body. *Advances in Biological and Medical Physics* 1956; 4: 239-80.
139. Durnin JVGA and Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness : measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *British Journal of Nutrition* 1974; 32: 77-96.
140. Wagner DR and Heyward VH. Measures of body composition in blacks and whites: a comparative review. *American Journal of Clinical Nutrition* 2000; 71(6): 1392-402.
141. Zillikens MC and Conway JM. Anthropometry in blacks: applicability of generalized skinfold equations and differences in fat patterning between blacks and whites. *American Journal of Clinical Nutrition* 1990; 52(1): 45-51.
142. Ortiz O, Russell M, Daley TL, *et al.* Differences in skeletal muscle and bone mineral mass between black and white females and their relevance to estimates of body composition. *American Journal of Clinical Nutrition* 1992; 55(1): 8-13.
143. Heyward V. ASEP Methods recommendation: Body Composition Assessment. *Journal of Exercise Physiology online* 2001; 4: 1-12.
144. Gartner A, Dioum A, Maire B, *et al.* Comparison of foot-to-foot impedance with air displacement plethysmography to evaluate body composition in African women. *International Journal of Body Composition Research* 2003; 1(4): 137-45.

RESUME

La diversité alimentaire, reconnue comme un élément clé de la qualité des régimes, est de plus en plus mesurée par de simples scores de diversité alimentaire (SDA) définis comme le nombre de groupes d'aliments consommés pendant une période donnée. Néanmoins, l'absence de consensus sur le mode de construction de ces scores limite encore leur utilisation, par exemple, à des fins de diagnostic de situation, de ciblage ou de suivi d'intervention.

Ce travail visait à évaluer la capacité de tels scores à identifier les femmes vulnérables sur le plan socio-économique et nutritionnel au Burkina Faso.

Plusieurs rappels alimentaires qualitatifs réalisés auprès d'échantillons aléatoires de femmes adultes ont permis de calculer des SDA de différentes façons: en milieu rural, en se basant sur des classifications en 9 ou 14 groupes d'aliments, à partir d'un recueil sur 1 ou 3 jours, réalisé au début ou à la fin de la saison de soudure céréalière; en milieu urbain, en se basant sur un recueil d'un jour et des classifications en 9 ou 22 groupes d'aliments. L'état nutritionnel des femmes a été évalué par l'indice de masse corporelle et le pourcentage de masse grasse.

En milieu rural, les SDA basés sur 9 ou 14 groupes d'aliments étaient liés au niveau socio-économique et à l'état nutritionnel des femmes, et plus fortement lorsqu'ils étaient calculés sur 1 jour et en début de soudure. En milieu urbain, seul le SDA basé sur 22 groupes d'aliments était lié au niveau socio-économique des femmes, mais pas à leur état nutritionnel.

De simples scores de diversité sont donc utiles pour identifier les femmes vulnérables sur le plan socio-économique et nutritionnel, au moins en milieu rural africain.

Mots-clés: score de diversité alimentaire, état nutritionnel, niveau socio-économique, femmes, milieu rural, milieu urbain, Burkina Faso, Afrique.

TITLE: Dietary diversity scores: measurement and utilisation in women of child-bearing age in Burkina Faso

ABSTRACT

Dietary diversity, recognised as a key element of diet quality, is increasingly measured with simple dietary diversity scores (DDS) defined as the number of food groups consumed over a reference period. However, the lack of consensus on the mode of construction of these scores limits their utilisation, for example, for describing the situation, targeting or intervention monitoring.

This aim of this work was to assess the ability of such scores to identify women who are vulnerable in socioeconomic or nutritional terms in Burkina Faso.

Several qualitative dietary recalls performed among random samples of adult women meant that DDS could be calculated in different ways: in a rural area, based on a 9- or a 14-food group classification, from a 1-day or a 3-day recall period, conducted at the beginning or at the end of the cereal shortage season; in an urban area, based on a 9- or a 22-food group classification. Women's nutritional status was assessed with body mass index and body fat percentage.

In the rural area, the DDS based on 9 or 14 food groups were associated with the socioeconomic and nutritional status of women, especially when the DDS was calculated over a 1-day period and at the beginning of the shortage season. In the urban area, only the DDS based on 22 food groups was associated with women's socioeconomic status, but not with their nutritional status.

Simple dietary diversity scores are therefore useful to identify vulnerable women from a socioeconomic and nutritional standpoint, at least in an African rural area.

Key words: dietary diversity scores, nutritional status, socioeconomic status, women, rural area, urban area, Burkina Faso, Africa.