



HAL
open science

Alimentation et nutrition des femmes avant et pendant la grossesse au Sud-Bénin : qualité et facteurs d'influence

Diane Djossinou

► To cite this version:

Diane Djossinou. Alimentation et nutrition des femmes avant et pendant la grossesse au Sud-Bénin : qualité et facteurs d'influence. Alimentation et Nutrition. Université Montpellier; Université d'Abomey-Calavi (Bénin), 2019. Français. NNT : 2019MONTG060 . tel-02578624

HAL Id: tel-02578624

<https://theses.hal.science/tel-02578624>

Submitted on 14 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

THÈSE POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER

En Science des Aliments / Nutrition

École doctorale GAIA

Unité de recherche Nutripass/IRD

En partenariat international avec l'Ecole Doctorale des Sciences Agronomiques
et de l'Eau, de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-
Calavi (FSA/UAC) BENIN

ALIMENTATION ET NUTRITION DES FEMMES AVANT ET PENDANT LA GROSSESSE AU SUD-BENIN : QUALITE ET FACTEURS D'INFLUENCE

Présentée par **Diane Roselyne Akuémaho DJOSSINO**
Le 30 Novembre 2019

Sous la direction de : **Agnès GARTNER, Prof. Joseph HOUNHOUGAN,**
Yves MARTIN-PREVEL et Nadia FANOU FOGNY

Devant le jury composé de

Rock MONGBO, Professeur Titulaire, Université d'Abomey-Calavi (Bénin)
Jean-Yves LEHESRAN, Directeur de Recherche, Université Paris Descartes (France)
Sabiba Kou'santa Emile AMOUZOU, Professeur Titulaire, Université de Kara (Togo)
Jean-Pierre GUYOT, Directeur de Recherche, Université de Montpellier (France)
Laurencia OUATTARA, Maître de Recherche, CNRST (Burkina-Faso)
Joseph D. HOUNHOUGAN, Professeur Titulaire, Université d'Abomey-Calavi (Bénin)
Agnès GARTNER, Chargé de Recherche, Université de Montpellier (France)

Président du jury
Rapporteur
Rapporteur
Membre du jury
Membre du jury
Co-Directeur de thèse
Directrice de thèse



UNIVERSITÉ
DE MONTPELLIER

Diane R. Akuemaho DJOSSINOU (2019), Alimentation et nutrition des femmes avant et pendant la grossesse au Sud-Bénin : Qualité et facteurs d'influence. Thèse de doctorat, Universités de Montpellier (France) et d'Abomey-Calavi au Bénin.

THESIS TO OBTAIN PHD DEGREE OF MONTPELLIER UNIVERSITY

In Food Science / Nutrition

GAIA Doctoral School

Research Unit Nutripass/IRD

In international partnership with the Graduate School of Agricultural Science and Water, Faculty of Agricultural Science of Abomey-Calavi University (FSA/UAC)
BENIN

WOMEN'S FOOD AND NUTRITION BEFORE AND DURING PREGNANCY IN SOUTHERN BENIN : QUALITY AND INFLUENCE FACTORS

Presented by **Diane Roselyne Akuèmaho DJOSSINO**
November 30, 2019

Under the direction of : **Agnès GARTNER, Prof. Joseph HOUNHOUGAN,
Yves MARTIN-PREVEL et Nadia FANOU FOGNY**

Composition of the jury

Rock MONGBO, Professeur Titulaire, Université d'Abomey-Calavi (Bénin)	President of jury
Jean-Yves LEHESRAN, Directeur de Recherche, Université Paris Descartes (France)	Rapporteur
Sabiba Kou'santa Emile AMOUZOU, Professeur Titulaire, Université de Kara (Togo)	Rapporteur
Jean-Pierre GUYOT, Directeur de Recherche, Université de Montpellier (France)	Examiner
Laurencia OUATTARA, Maître de Recherche, CNRST (Burkina-Faso)	Examiner
Joseph D. HOUNHOUGAN, Professeur Titulaire, Université d'Abomey-Calavi (Bénin)	Thesis supervisor
Agnès GARTNER, Chargé de Recherche, Université de Montpellier (France)	Thesis supervisor
Nadia FANOU FOGNY, Maître de Conférences, Université d'Abomey-Calavi (Bénin)	Thesis co-supervisor



UNIVERSITÉ
DE MONTPELLIER

A mes enfants, Darlen, Darryl, Déo-Gratias et Dwayne.
Que ce travail soit pour vous, une source d'inspiration et
de motivation. Je vous aime de toute mon âme

Remerciements

Un sincère merci,

A mes Directeurs de thèse Prof. Joseph D. HOUNHOUIGAN, Agnès GARTNER, Yves MARTIN-PREVEL, Nadia FANOU FOGNY pour votre disponibilité, les orientations, le suivi, les conseils, le soutien et tout l'encadrement et la disponibilité. Sans vous, cette thèse n'aurait pas vu le jour. Recevez toute ma gratitude.

A encadrants Mathilde SAVY, Edwige LANDAIS pour la disponibilité le suivi et l'entière disponibilité. Encore merci, merci et merci

A toute l'équipe de l'UMR Nutripass de l'IRD pour l'accueil, les encouragements, la disponibilité. Merci spécial à la merveilleuse Catherine PHILIBERT pour ton aide et tes conseils, sans oublier Justine BRIAUX, Sonia FORTIN, Pierre TRAISSAC, Claire MOUQUET, Dang BAHYA-BATINDA pour leur contribution. Merci aux stagiaires Clara RIVIERE, Ludivine URSULE, Valentine DEHAYS, Djamiou DOSSA, Morgane PUJO et Elisa DESMETZ pour leur contribution à la réalisation de la base de données sur la composition des aliments et recettes. Grâce à vous, mes séjours à Montpellier ont été un véritable plaisir dans le travail

A toute l'équipe de RECIPAL particulièrement à Manfred ACCROMBESSI, Emmanuel YOVO, Gino AGBOTA, Valerie Briand, Amélien SEHLOUAN, Erick WOLLO, Orphée KPOSSOU et Eric HABONOU et à toutes les femmes du projet qui ont accepté participé aux enquêtes.

A mon époux Florentin K. MONKOTAN pour ton soutien et toutes les leçons apprises à tes côtés.

A mes frères et sœurs Serge, Annie, Narcisse, Laurice, Luc, Léa et Judith pour votre soutien et votre accompagnement pendant les moments difficiles traversés durant la thèse.

A mes amis et très chers Natacha AHODAKIN, Laura ADUBRA, Freddy HOUNGBE et Aryanne DOUVI pour leurs soutiens, prières et conseils. Ma Laura, on est ensemble.

A Briac KOSSOUGBETO pour ton amitié et ton soutien. Merci

A Yann MADODE, Eunice NAGO KOUKOUBOU, Jaures LOKONON (la lutte continue Jaurès) et à toute l'équipe de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'UAC pour l'accompagnement et les conseils. Spécial merci à mon mentor le Prof. Waliou AMOUSSA HOUNKPATIN.

Mon sincère merci à tous ceux qui ont contribué d'une manière ou d'une autre à la réalisation de ce travail, surtout à toutes ces merveilleuses personnes discrètes qui ont plus agi dans l'ombre et qui se reconnaissent ici. Soyez bénis.

Composition du Comité de thèse

Le comité de thèse (cotutelle France–Bénin) a été constitué en tenant compte de l'équipe d'encadrement dans les deux pays. Il comprend :

- Les Directeurs et encadrants en France et au Bénin

Dr. Agnès GARTNER (Maître de Recherche, IRD Nutripass),

Dr. Yves MARTIN-PRÉVEL (Directeur de Recherche, IRD Nutripass),

Pr. Dr.Ir. Djidjoho Joseph HOUNHOUGAN (Faculté des sciences agronomiques, Université d'Abomey Calavi-),

Dr. Ir. Nadia FANOUE-FOGNY (Maître de Conférences, Université Abomey Calavi-Faculté des sciences agronomiques)

- La personne extérieure à l'Ecole doctorale

Sandrine LIORET (Early Origin of the Child's Health and Development Team (ORCHAD), Inserm, Epidemiology and Biostatistics Sorbonne Paris Cité Center (UMR1153, CRESS) Paris Descartes University)

- Le représentant de la direction de l'UMR Nutripass

Jean-Pierre GUYOT (IRD Nutripass, Directeur d'Unités)

- La personne référente au niveau de l'Ecole doctorale

Nicole DARMON (UMR NORT (Nutrition, Obésité et Risque Thrombotique) INRA1260, INSERM 1062, Aix-Marseille Université).

Résumé

Une alimentation saine et durable chez la femme constitue l'un des principaux facteurs d'influence de son statut nutritionnel, du développement du fœtus et de la santé de l'enfant même à long terme. Il est alors primordial, que les femmes avant la conception et pendant la grossesse, aient une alimentation de qualité. L'objectif de notre étude a été d'apprécier la qualité du régime alimentaire des femmes et les changements observés avant et pendant grossesse. De façon spécifique, nous avons étudié la diversité alimentaire, les apports en énergie et nutriments, le niveau de couverture des besoins en nutriments avant et pendant la grossesse ainsi que les facteurs influençant la qualité de l'alimentation dans les communes d'Abomey-Calavi et de Sô-Ava au sud du Bénin (Afrique de l'Ouest).

Une cohorte de 897 femmes a été recrutée suite à un test de grossesse révélé négatif et 234 ont été suivies jusqu'à l'accouchement. Les scores de diversité alimentaire des femmes (SDA) ont été calculés à partir de données de rappel de 24h en utilisant les 10 groupes d'aliments définis par la FAO pour les femmes en âge de procréer. L'élaboration d'outils standardisés, la compilation d'une Base de Données sur la Composition des Aliments (BDCA) et l'élaboration d'une table de composition nutritionnelle des recettes les plus consommées ont permis d'enrichir le répertoire des outils pouvant contribuer à l'estimation des apports nutritionnels au Bénin. En plus de l'énergie et des macronutriments, au total 8 minéraux (Fer, calcium, magnésium, zinc, sodium, potassium, phosphore et cuivre) et 10 vitamines (C, D, E, B1, B2, B3, B5, B6, B9 et B12) ont été explorés.

Les résultats ont montré qu'à la préconception, le SDA moyen des femmes était faible ($4,3 \pm 1,1$) et n'a pas changé de façon significative pendant la grossesse. Le régime alimentaire était principalement composé de céréales, d'huile, de légumes et de poissons. La parité des femmes et l'indice de richesse des ménages étaient positivement associés au SDA avant et pendant grossesse. Une comparaison des

apports moyens en nutriments a montré que les femmes absorbaient moins d'énergie, de protéines, de glucides, de fer, de calcium, de phosphore, de vitamines D, B1, B3, B9 et B12 pendant la grossesse qu'avant grossesse. Il en est de même pour la plupart des apports en minéraux et vitamines. Les apports moyens en magnésium, en vitamines C, D et B12 ont atteint les apports nutritionnels recommandés avant la grossesse, en raison de la forte consommation d'arachides, de afitin (graines de néré fermentées) pour le magnésium, de patate douce, piment, ananas, agrumes et mangues pour la vitamine C, d'espèces de poissons riches en vitamine D comme la silure, le salomon, de crabes et d'huîtres pour la vitamine B12. Avant grossesse, plus de 50% des femmes ont atteint les apports journaliers recommandés en macronutriments, sodium, vitamine D et B12 contre moins de 50% pendant grossesse, à l'exception du sodium glucidique et de la vitamine B12. La qualité de l'alimentation des femmes au Sud-Bénin est inadéquate aussi bien avant que pendant grossesse. Des efforts doivent être déployés pour encourager les femmes et les communautés à améliorer la diversité des régimes alimentaires à partir de choix alimentaires sains et durables ancrés dans leur système alimentaire local. Il est prioritaire de faciliter la poursuite du processus de développement d'une table nationale de composition des aliments et des recettes pour une optimisation de l'appréciation des ingérés alimentaires.

Mots clés : Diversité alimentaire, Grossesse, Preconception, Apports nutritionnels, Bénin

Abstract

Dietary pattern is an important and modifiable lifestyle that can influence individual health and well-being. For women, it is one of the main determinants of nutritional status and fetal development. It is essential that women have a quality diet in order to reduce the prevalence of maternal and neonatal morbidity and mortality, before conception and throughout pregnancy. In developing countries, studies are increasingly focusing on the assessment of the quality of the diet and the nutritional status of women during pregnancy, but very few follow up them from preconception to delivery.

The present study, which has recruited 897 women before pregnancy, of whom 234 have been followed up to delivery, had aimed to assess the quality of the diet and the changes in women's diets before and during pregnancy. This assessment was made through the study of dietary diversity and the level of coverage of nutrient requirements in Abomey-Calavi and Sô-Ava doistricts in southern Benin. Dietary diversity score and his influencing factors, the energy and nutrient intakes, and the level of satisfaction of the recommended dietary allowences were compared before and during pregnancy.

At inclusion, women entered in the first phase of follow up called "primary cohort" and once they were pregnant, they were considered to second phase called "secondary cohort". Women were included after a negative pregnancy test. They were received a 24-hours recall questionnaire at baseline and one at each trimester of pregnancy. Womens' dietary diversity scores (WDDS) were calculated using the 10 food groups defined by FAO. Food composition table compiled, recipe table elaborated and a recipe catalog (with average quantification of each ingredient) allowed to determine their nutrition intakes in Benin. In addition to energy and macronutrients (carbohydrates, proteins and lipids), a total of 8 minerals (iron,

calcium, magnesium, zinc, sodium, potassium, phosphorus and copper) and 10 vitamins (C, D, E, B1, B2, B3, B5, B6, B9 and B12) were explored. Mixed-effect linear and logistic regression models were used for statistical analysis.

The results showed that at preconception the mean WDDS was low (4.3 ± 1.1 food groups) and the diet was mainly composed of cereals, oils, vegetables, and fish. This mean WDDS did not change during pregnancy and was equally low at all trimesters. Parity and household wealth index were positively associated with the WDDS before and during pregnancy. Women had lower intakes of vitamins D, B1, B3, B9 and B12 during pregnancy compare to preconceptional period ($p < 0.05$). More than 50% of women had adequate vitamin intake only for vitamin D and B12. The lowest proportions (less than 10%) were observed for vitamin B1, B2, B3, B5 and B9. The median intake of magnesium, vitamin C, D and B12 achieved the RDA before pregnancy, because of large consumption of peanut, fermented seed of nere, of potatoes, chilli peper, pineapple, citrus fruits and mangos, of fish species rich in vitamin D such as catfish or salomon, of horse mackerel, crab and oysters. Higher than 50% of women were reached RDA for macronutrients, sodium, vitamin D and B12 before pregnancy. But during pregnancy, lower than 50% were cover recommended intake excepted for carbohydrate sodium and vitamin B12. Additional qualitative researches on determinants of women's food consumption before and during pregnancy in Benin are necessary. Actions should be carried out to provide Benin with a national food and recipes composition table. Women should be informed on the importance of nutrients and the food sources of these nutrients.

Key words: Dietary diversity, Pregnancy, Preconception, Dietary intake, Benin

Table des matières

Remerciements	iii
Composition du Comité de thèse	v
Résumé	vii
Abstract.....	ix
Listes des figures	xiii
Liste des images.....	xiv
Liste des sigles et abréviations	xv
Glossaire	xvii
INTRODUCTION ET CLARIFICATION CONCEPTUELLE	1
CHAPITRE 1. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE.....	9
1.1 Alimentation de la femme au cours du cycle de vie	11
1.1.1 Energie et nutriments essentiels	14
1.1.2 De la femme en âge de procréer à la femme enceinte	21
1.2.1 Déterminants biologiques	26
CHAPITRE 2 : OBJECTIFS ET STRUCTURE DE LA THESE.....	33
CHAPITRE 2.....	33
OBJECTIFS ET STRUCTURE	33
DE LA THESE	33
2.1 Questions de recherche et objectifs	35
2.2 Milieu d'étude.....	36
2.2.1 Commune de Sô-Ava	36
2.2.2Commune d'Abomey-Calavi.....	37
CHAPITRE 3 : APPROCHE METHODOLOGIQUE	41

3.1 Plan de mise en œuvre globale de l'étude.....	43
3.2 Elaboration des outils de collecte.....	45
3.5 Observation des recettes.....	52
3.5.1. Echantillonnage.....	52
3.5.2. Collecte et traitement des données de recettes	53
3.6 Table de composition des recettes.....	56
3.6.1. Harmonisation des consistances et choix des ingrédients.....	56
3.6.2. Calcul des recettes moyennes et valeurs nutritionnelles.....	57
CHAPITRE 4 : RESULTATS DE L'ETUDE	59
CHAPITRE 4.....	59
Diversité alimentaire avant et pendant grossesse, une étude de cohorte au Sud- Bénin: Changement et facteurs associés	61
Apport en nutriments et taux de couverture des besoins avant et pendant grossesse : une étude de cohorte au Sud-Bénin	95
CHAPITRE 5 : DISCUSSION GENERALE	129
CHAPITRE 5 DISCUSSION ENERALE	129
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	141
ANNEXES	159
Annexe 1 : Ustensiles « standards » de cuisine et vaisselle utilisés dans la zone d'étude.....	163
Annexe 2 : Portions du catalogue photo utilisé lors du rappel de 24 heures..	164
Annexe 3: Base de données compilée sur la composition des aliments élaborée dans la cadre de la thèse	165
Annexe 4: Calibrage des ustensiles et prix lors de l'observation des recettes.....	270

Listes des figures

Figure 1: Nutrition au cours du cycle de vie, causes et conséquences de la malnutrition maternelle	15
Figure 2: Facteurs biologiques et socio-économiques déterminant les coix alimentaires pendant la grossesse	29
Figure 3 : Situation géographique des communes d'étude	39
Figure 4: Shéma global de collecte des données du rappel de 24 heures	45

Liste des images

Image 1: Extrait du catalogue photo

Image 2: Collecte de données Rappel de 24h

Image 3 : Aperçu de la table sur la composition des aliments

Liste des sigles et abréviations

AGS : Acide Gras Saturé

AGI : Acide Gras Insaturé

AJR : Apport Journalier Recommandé

DDS : Dietary Diversity Score (Score de Diversité Alimentaire en français)

DRI : Dietary Requirement Intake (Apport nutritionnel recommandé en français)

EER : Estimated Energy Requirement

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

FPN : Faible Poids de Naissance

FRD : Facteur de rendement

FRT : Facteur de rétention

FSA : Faculté des Sciences Agronomiques

HZAC : Hôpital de Zone d'Abomey-Calavi

INSAE : Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique

INSERM : Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale

IRD : Institut de Recherche pour le Développement

ISBA : Institut des Sciences Biomédicales Appliquées

IOM: Institut Of Medecine

KJ: Kilojoules

LBW: Low Birth Weight

MDDW: Minimum Dietary Diversity for Women

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ONG : Organisation Non Gouvernementale

PAG : Petit poids pour l'Age Gestationnel

PED : Pays en développement

RECIPAL : Retard de Croissance Intra-Utérin et Paludisme

RCIU : Retard de Croissance Intra-Utérin

TCA : Table de Composition des Aliments

TCR : Table de composition des Recettes

UAC : Université d'Abomey-Calavi

UG : Ustensile Gradué

UM : Université de Montpellier

UMR : Unité mixte de recherche

UNG : Ustensile Non Gradué

USDA: United States Department of Agriculture (Département de l'Agriculture des Etats-Unis)

VN: Valeur Nutritionnelle

WDDS : Women Dietary Diversity Score (Score de Diversité Alimentaire des Femmes, en français)

Glossaire

Termes	Définitions
Adolescentes	Filles ayant entre 15 et 19 ans inclus selon les références de l’Institut National de la Statistique et de l’Analyse Economique (INSAE) du Bénin
Facteur de rétention¹	Selon la FAO, c’est le pourcentage de rétention des nutriments, spécifiquement les vitamines et minéraux, dans les aliments et recettes après cuisson, stockage, préparation, transformation, réchauffement
Facteurs de rendement¹	Selon la FAO, c’est le pourcentage de changement du poids des aliments et/ou de la recette dû à la cuisson.
Origine des recettes	<p>Le lieu de préparation de la recette associé à sa finalité.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Toute recette préparée à domicile et destinée à l’autoconsommation est considérée comme une recette à DOMICILE. - Toute recette préparée à domicile ou non mais destinée à la vente est considérée comme une recette en HORS DOMICILE
Composants alimentaires	“Désigne les nutriments, les composants chimiques, les additifs, les contaminants et tout autre composant présentant un intérêt” (FAO, 2015. Directives FAO/INFOODS sur l’appariement des aliments. Version 1.2)

Source

http://www.fao.org/fileadmin/templates/food_composition/documents/upload/french/recipe_and_other_calculations-F.pdf



INTRODUCTION ET CLARIFICATION CONCEPTUELLE

La transition des Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) aux Objectifs de Développement Durable (ODD) a placé la santé et le bien-être des femmes et des adolescentes au centre de l'Agenda Mondial. La Déclaration de Rome¹ sous-tend que les politiques de nutrition devraient promouvoir une alimentation diversifiée, équilibrée et saine à toutes les étapes de la vie. De ce fait, une attention particulière devrait être accordée aux mille premiers jours, y compris la santé des adolescentes, des femmes en âge de procréer, des femmes enceintes et allaitantes, des nourrissons et des jeunes enfants. A la 65e Assemblée Mondiale de la santé, le plan global de mise en œuvre de la nutrition maternelle et infantile à l'horizon 2025 a ciblé entre autres la réduction de 40% du retard de croissance chez les enfants, et la réduction de 50% de l'anémie chez les femmes en âge de procréer². Ces objectifs sont également intégrés dans la cible 2.2 des ODD du programme de développement durable à l'horizon 2030³.

La malnutrition dont les prévalences restent les plus élevées dans les pays du Sud, reflète une alimentation inadéquate ou déséquilibrée⁴. Elle définit un statut nutritionnel défavorable, hors des valeurs de référence, correspondant soit une dénutrition (carence d'un ou de plusieurs nutriments essentiels) soit une suralimentation (consommation excessive d'un ou plusieurs nutriments) ou encore une mauvaise assimilation^{5,6}. On parle donc de malnutrition maternelle lorsqu'elle est relative à la mère, qu'elle soit enceinte, allaitante ou non. La bonne nutrition maternelle et infantile représente un facteur de développement crucial. En effet, l'état nutritionnel des femmes est l'un des déterminants majeurs de la mortalité maternelle, de la durée et du bon déroulement des grossesses ainsi que de leur issue⁷. Durant la grossesse et à chaque stade de la croissance et du développement du fœtus, les besoins du couple mère-enfant changent ainsi que la gamme de nutriments d'origine maternelle qu'il est nécessaire d'apporter. La capacité de la mère à fournir ces nutriments dépend de la nature et de l'importance de ses réserves ainsi que de la capacité de son métabolisme à créer un environnement

nutritif adapté à chaque stade du développement du fœtus⁸. Une femme enceinte souffrant de malnutrition court un risque accru d'accouchement compliqué, de mortalité par hémorragie post-partum, de fausse couche ou de mortinatalité. De plus un faible gain de poids de la mère durant toute la grossesse augmente le risque pour l'enfant d'être prématuré ou de faible poids de naissance⁹. Les enfants dont les mères souffrent d'insuffisance pondérale et de petite taille avant grossesse, sont plus à risque de prématurité ou de faible poids de naissance que ceux dont la mère a un poids normal^{10,7,11}. Le Faible Poids de Naissance (FPN) désigne toute naissance dont le poids est inférieur à 2500g quel que soit l'âge gestationnel¹². Les nouveau-nés dont le poids se situe entre 1000 et 1499 grammes sont considérés de très faible poids et ceux nés avec un poids entre 500-999 g sont considérés d'extrêmement faible poids¹³. Il est constaté à la naissance, après que le cordon soit coupé et que l'enfant ait été pesé nu sur une balance¹⁴. Une insuffisance de poids à la naissance peut être attribuable à une naissance avant terme ou à un retard de croissance intra-utérin. Les nourrissons qui ont subi un retard de croissance intra-utérin sont réputés être petits à la naissance pour leur âge gestationnel. Une naissance de faible poids ou un retard de croissance intra-utérin sont généralement associés à divers risques de santé tels que les problèmes respiratoires, neurologiques et des difficultés d'apprentissage¹⁵.

Dans les pays en développement, la réduction de la malnutrition maternelle reste un défi majeur car elle touche une proportion importante des femmes et constitue un important déterminant de divers problèmes de santé de la mère, du nouveau-né et de l'enfant¹⁶. Le Bénin n'a pas réalisé suffisamment de progrès lui permettant d'atteindre les objectifs de nutrition maternelle et infantile en 2025. La malnutrition maternelle, définie par une faible corpulence avant grossesse ou un gain de poids mensuel de moins de 1 kg durant la grossesse, est significativement associé au retard de croissance intra utérin au Bénin¹⁷. Au Bénin, une femme sur dix (11 %) souffre de maigreur dont 3 % sous sa forme sévère. Le pourcentage de

femmes de 15-49 ans maigres est plus élevé en milieu rural qu'en milieu urbain (12 % contre 9 %). De plus, l'anémie touche plus des deux tiers (68,4%) des femmes enceintes au Bénin, 58 % des femmes de 15 à 49 ans souffrent d'anémie dont 26 % sous sa forme légère, 30 % sous sa forme modérée et 2 % sous sa forme sévère¹⁸. Les infections parasitaires et les carences nutritionnelles sont les principales causes modifiables de l'anémie au Bénin¹⁹. Au Sud-Bénin, le taux de faible poids de naissance pour l'âge gestationnel (25,3%) est proche du taux global de 24,1% estimé pour les pays à revenu faible ou moyen²⁰.

Des régimes alimentaires adaptés et équilibrés avant et durant la grossesse sont essentiels à la couverture des besoins nutritionnels et permettent de préserver la santé de la mère et de l'enfant. Ils sont définis comme des combinaisons d'aliments adéquats sains et sains sur le plan nutritionnel, qui protègent et respectent la biodiversité et les écosystèmes. Ils sont culturellement acceptables, accessibles, économiquement justes et abordables tout en optimisant les ressources naturelles et humaines²¹. Les Recommandations Alimentaires (RA) (*Food-based dietary guidelines* en anglais) sont des outils stratégiques de politiques alimentaires qui définissent un ensemble de messages-clés (guides alimentaires) et de directives fondées sur de l'évidence scientifique. Elles combinent aux priorités de santé publique et de nutrition, des modèles de production et de consommation alimentaires, d'influences socioculturelles, les aliments et données de composition alimentaire disponibles, l'accessibilité, et autres facteurs socio-culturels²¹. Les messages clés des recommandations alimentaires constituent une base pour l'élaboration des guides alimentaires qui sont des représentations graphiques variables selon le contexte culturel (pyramide, case, plat, table, etc). Ces guides matérialisent généralement les groupes d'aliments recommandés dans les proportions suggérées pour une bonne alimentation. Ils affichent également des messages sur le mode de vie, tels que des recommandations d'activité physique régulière, et des avertissements liés à la consommation d'alcool et d'autres

stimulants. Les guides alimentaires sont culturellement spécifiques et sont destinés à être un outil important dans les stratégies nationales de communication et d'éducation nutritionnelle. Jusqu'en 2018, 92 pays ont entamé le processus d'élaboration de leurs recommandations alimentaires nationales, dont sept pays Africains²¹. Le Bénin a élaboré son guide alimentaire en 2015²².

Au niveau individuel, le régime alimentaire définit la façon dont un organisme peut se nourrir. L'appréciation de sa qualité varie selon des facteurs externes (teneur en nutriments, contexte environnemental, géographique, physique, culturel, etc) mais aussi selon des facteurs individuels tels que le stade physiologique ou encore l'état de santé²³. Les besoins énergétiques estimés ou *Estimated Energy Requirement* (EER) sont définis comme l'apport énergétique alimentaire moyen prévu pour maintenir l'équilibre énergétique chez un adulte en bonne santé, d'un âge, d'un sexe, d'un poids, d'une taille et d'un niveau d'activité physique compatibles avec une bonne santé²⁴. Chez les enfants et les femmes enceintes ou allaitantes, l'EER inclut les besoins associés au dépôt de tissus ou à la sécrétion de lait à des taux compatibles avec une bonne santé. Pour la plupart des nutriments, les apports recommandés sont définis de manière à correspondre aux quantités médianes suffisantes pour répondre à un critère spécifique d'adéquation plus deux écarts-types pour répondre aux besoins de presque tous les individus en bonne santé d'une population donnée. Pendant la grossesse, les besoins métaboliques de la femme augmentent et orientent la relation entre ses ingérés en nutriments essentiels et leur qualité avec la croissance du fœtus selon différents autres facteurs²⁴. L'analyse de la qualité de l'alimentation à travers sa diversité et celle des apports alimentaires et de leur adéquation nutritionnelle permet donc d'apprécier l'état nutritionnel de la mère et de sa progéniture.

La diversité alimentaire est une mesure qualitative de la consommation alimentaire au niveau individuel, qui rend compte de la variété des aliments auxquels les ménages et les individus ont accès. Elle s'apprécie en calculant le score de

diversité alimentaire (SDA), qui représente le nombre de différents groupes alimentaires consommés par un individu ou un ménage sur une période de 24 heures. Le SDA représente une mesure approximative de l'adéquation nutritionnelle du régime alimentaire²⁵. Un régime alimentaire plus diversifié est fortement corrélé à d'autres facteurs tels que les niveaux suffisants en calories et protéines, le pourcentage de protéines de source animale (protéines de haute qualité) et le revenu du ménage²⁶. Pendant la grossesse, il est associé à un certain nombre de résultats améliorés tels que le poids à la naissance, l'état nutritionnel et de meilleures concentrations d'hémoglobine de l'enfant. La phase des 1000 premiers jours de vie (de la conception du fœtus jusqu'à la deuxième année de l'enfant) représente une période décisive au cours de laquelle l'alimentation (entre autres) joue un rôle clé tandis que s'établit une susceptibilité accrue à un environnement défavorable augmentant le risque de nombreuses maladies à l'âge adulte²⁷. Des actions favorables, sensibles et spécifiques à la nutrition doivent donc être menées afin de promouvoir une alimentation diversifiée, équilibrée et saine pendant les 1000 premiers jours de l'enfant. L'efficacité et la durabilité de ces actions s'enracinent dans les évidences issues de travaux ayant abordé différents aspects de la problématique de l'alimentation maternelle. Plusieurs études ont été faites dans le but de faciliter une meilleure compréhension de l'alimentation durant le cycle de vie mais elles ont été menées de façon parcellaire chez les femmes en âge de procréer et chez les enfants de moins de cinq ans. Certaines ont contribué à l'élaboration d'outils d'évaluation de la quantité et de la qualité de la consommation alimentaire de ces deux groupes²⁸⁻³², d'autres ont porté sur les causes et facteurs déterminant le choix alimentaire chez les femmes³³⁻³⁶, d'autres encore ont abordé la qualité nutritionnelle de l'alimentation³⁷⁻³⁹.

Cependant, il existe toujours cette lacune d'analyse situationnelle compréhensive de l'alimentation des femmes en âge de procréer à différents stades physiologiques, qui permettrait de capturer les variations individuelles et les

facteurs modifiables qui peuvent expliquer ces variations. La présente thèse par son schéma d'étude de cohorte originale présente plusieurs applications au Bénin. D'abord, elle couvre une partie de cette lacune scientifique en fournissant une base solide d'évidence pour l'élaboration ou l'ajustement des politiques alimentaires favorables à la bonne nutrition au Bénin. Ensuite la mise en œuvre de l'étude dans divers milieux (rural lacustre, non lacustre et péri-urbain) permet de mieux cibler les populations selon leur environnement et les facteurs de risque, afin de développer des options stratégiques adaptées. Par ailleurs, ce schéma d'étude représente un point de départ permettant d'éclairer les approches expérimentales mettant l'accent sur des actions communautaires spécifiques pour la prise en charge de la malnutrition dès la période conceptuelle de l'enfant. Enfin, en documentant les facteurs qui orientent le comportement alimentaire des femmes à différents stades physiologiques, les résultats de cette thèse faciliteront les synergies nécessaires d'actions multisectorielles sensibles programmant une alimentation adéquate depuis la période préconceptionnelle de l'enfant.

CHAPITRE 1. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE



1.1 Alimentation de la femme au cours du cycle de vie

Le potentiel physique d'un enfant, c'est à dire la mise en place de ses tissus et organes est façonné entre la conception et l'âge de trois ans, donc dépendent en partie de l'alimentation de la mère pendant la grossesse. La petite taille à la naissance en raison de la naissance de prématurés, ou de petits- poids pour l'âge gestationnel (Small for Gestational Age, SGA), ou les deux, constitue le plus grand facteur de risque (plus de 80%) des décès néonataux et augmente le risque de mortalité post-néonatale, de retard de croissance, et de développement des maladies non transmissibles à l'âge adulte ⁴⁰. Pourtant, chaque année, plus de 20 millions d'enfants ont à la naissance un poids inférieur à 2500 grammes. Cela représente 17 % de l'ensemble des naissances dans les pays en développement – taux, plus de deux fois plus élevé que dans les pays industrialisés (7 %). Les nourrissons ayant un faible poids de naissance risquent de mourir pendant les premiers mois ou les premières années de leur existence. Ceux qui survivent risquent d'avoir un système immunitaire déficient et, plus tard, de contracter plus facilement des maladies chroniques telles que le diabète et les cardiopathies ⁴¹. Aussi, plus de 96 % des naissances d'enfants présentant une insuffisance pondérale se retrouvent dans les pays en voie de développement, ce qui dénote la probabilité accrue de la naissance de ces bébés dans une situation socioéconomique défavorable, où les femmes courent un plus grand risque d'avoir un régime alimentaire déficient et sont plus vulnérables à l'infection, et où elles ont davantage tendance à se livrer à des occupations physiquement éprouvantes pendant la grossesse¹². Cela dénote également du fait que la dénutrition est un problème qui se transmet d'une génération à l'autre : l'impact de ce problème est transmis aux enfants par des mères qui sont elles-mêmes en mauvaise santé ou dénutries⁴². La figure 1 ci-dessous

montre les causes et conséquences de la malnutrition maternelle et infantile dans le cycle de vie.

Puisque le développement est particulièrement rapide pendant les 18 premiers mois de la vie, le statut nutritionnel du bébé pendant cette période ainsi que celui de sa mère durant la grossesse et l'allaitement ont une importance capitale pour l'avenir de l'enfant⁴³. Le bien-être économique et social de tout pays dépendra un jour de sa population adolescente actuelle. Pour bien préparer les adolescentes au développement et à la grossesse, il est nécessaire d'avoir une alimentation saine, une activité physique régulière et des apports en nutriments appropriés. Les jeunes filles et les femmes ont besoin de bien manger tout au long de leur vie, mais en particulier si elles envisagent d'avoir un enfant, et lorsqu'elles sont enceintes ou qu'elles allaitent. Si leur régime alimentaire est sain et équilibré, elles ont toutes les chances non seulement de rester actives et en bonne forme mais aussi de donner naissance à des bébés vigoureux et allaiter avec succès. Des ingérés alimentaires quantitativement et qualitativement inadéquats combinés avec l'insuffisance pondérale et/ou la petite taille de la mère sont également associés avec un mauvais état de santé de la mère, du nouveau-né et de l'enfant dans certaines régions ⁴⁴. Beaucoup études ont eu pour but d'améliorer la qualité du régime alimentaire de la femme enceinte pour une meilleure croissance du fœtus. La prévention du Retard de Croissance Intra Utérin (RCIU), comme de la prématurité, a plus de chance de réussir si des interventions nutritionnelles sont intégrées à un ensemble d'actions qui prennent en compte les divers besoins de la femme dès la période préconception aussi bien que durant la grossesse ⁴⁵. Des régimes alimentaires adaptés et équilibrés durant la grossesse sont essentiels à la couverture des besoins nutritionnels et sont positivement associés à la réduction du risque de RCIU. Et cette association peut

être plus importante dans les régions les moins développées ou dans les groupes de populations souffrant de malnutrition.

Lorsque les apports alimentaires ne sont pas qualitativement et quantitativement suffisants sur une période suffisamment prolongée, on assiste à des troubles organiques ou fonctionnels, c'est la sous-alimentation ⁴⁶. Ces troubles se manifestent par un état pathologique appelé dénutrition ⁴⁷. Cet état pathologique résultant d'apports nutritionnels insuffisants en regard des dépenses énergétiques de l'organisme est très courant dans de nombreux pays en développement, surtout chez les femmes, et se traduit par une faiblesse physique et une augmentation du risque de complications en cas de grossesse. Globalement, la dénutrition chez la mère et chez l'enfant est responsable de plus de 10% de la charge mondiale de morbidité ⁴⁸. La sous-nutrition compromet le développement physique et cognitif qui réduit à son tour le potentiel économique des personnes et des sociétés et contribue à la perpétuation de la pauvreté. Les coûts économiques de la malnutrition sont estimés à 2-3 % du PIB et 10 % des revenus ⁴⁹.

Cependant, chaque année plus de la moitié de la population mondiale est déclarée atteinte par la malnutrition, que ce soit par carence ou par excès ⁵⁰, particulièrement les enfants et les femmes en âge de procréer. Dans les pays en voie de développement, la malnutrition par carence est la forme la plus grave, bien que le double fardeau nutritionnel (carences et excès) soit un dilemme pour le développement de ces pays. En effet, la faim et une alimentation inadaptée contribuent à la mortalité précoce des mères, des nourrissons et des jeunes enfants et nuisent au développement physique et cérébral des jeunes. Dans le même temps, l'accroissement des taux de surpoids et d'obésité dans le monde entier s'accompagne d'une augmentation de la fréquence des cancers, des maladies cardiovasculaires et des diabètes; pathologies potentiellement mortelles et très

difficiles à traiter dans les endroits où les ressources sont limitées et les systèmes de santé surchargés.

1.1.1 Energie et nutriments essentiels

Pour assurer les diverses fonctions de l'organisme, l'être humain a besoin d'énergie, de macro et micro nutriments provenant des aliments. Ces besoins varient selon l'âge, le sexe, l'état physiologique, l'environnement, le niveau de métabolisme, l'activité physique. Au niveau du fœtus, la satisfaction de ses besoins est strictement liée à l'alimentation et à l'état de sa mère. Les changements dans l'alimentation aux différents stades de la gestation peuvent conduire à des adaptations comportementales qui modifient de façon permanente la physiologie et le métabolisme fœtaux. Cela peut aussi influencer le risque pour l'enfant, de développer à l'âge adulte, des maladies métaboliques, cardiovasculaires et/ou endocriniennes⁵¹. La dénutrition maternelle contribue à 800 mille décès néonataux chaque année à travers le petit poids pour l'âge gestationnel. Le retard de croissance, l'émaciation et les carences en micronutriments chez la femme sont estimés être à l'origine de près de 3,1 million de décès d'enfants chaque année⁵². La Restriction/Retard de Croissance Intra-Utérin (RCIU) se produit lorsque le fœtus ne parvient pas à atteindre son plein potentiel de croissance. Le RCIU est la plus importante cause de mortalité et de morbidité périnatale, touchant environ 7-15% des grossesses¹⁷.

L'énergie

Le corps humain utilise de l'énergie en continue pour soutenir les diverses fonctions du corps, y compris la respiration, la circulation, le travail physique et le maintien de la température corporelle. L'énergie utilisée est réapprovisionnée de manière discontinue grâce à l'alimentation.

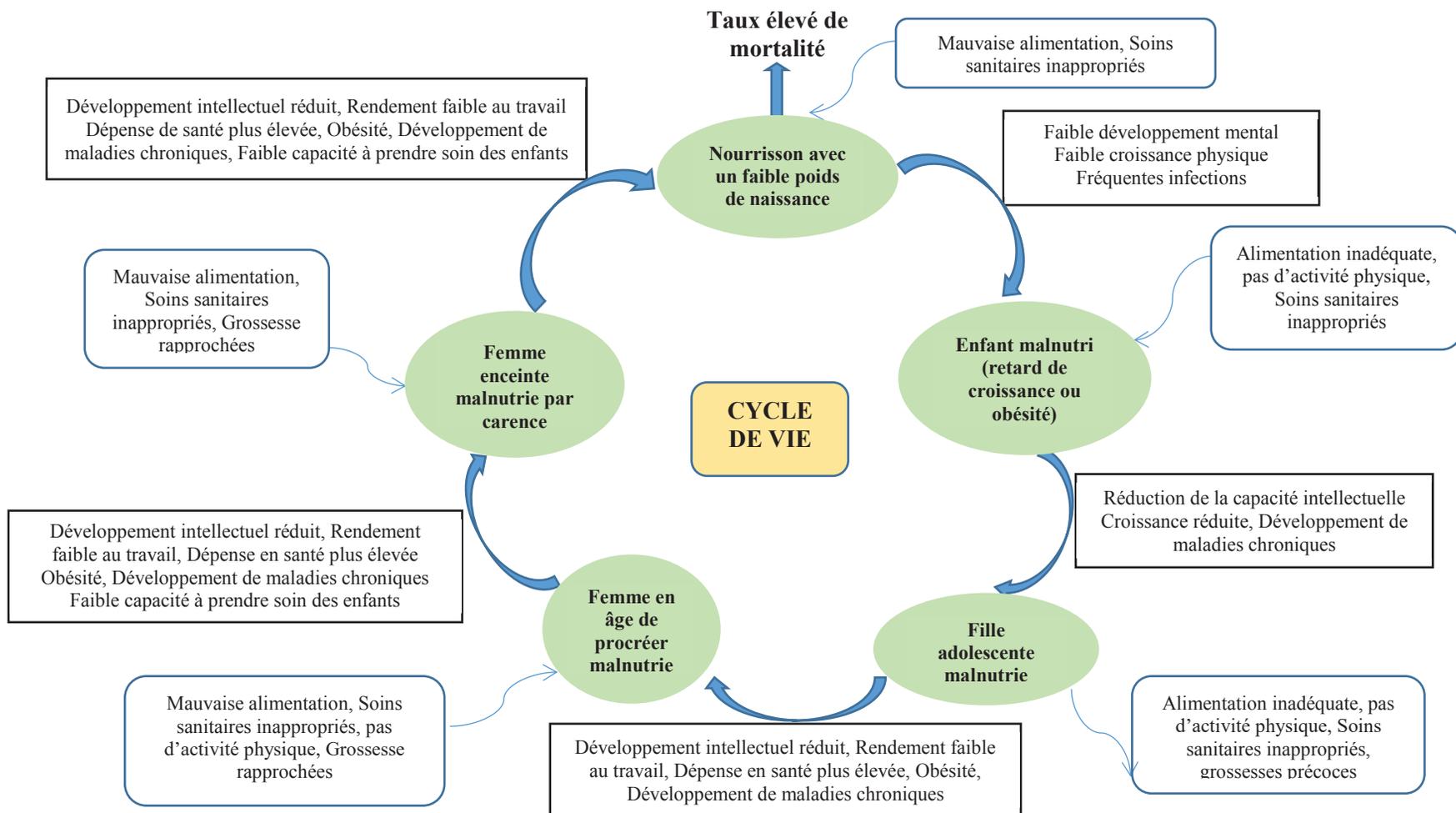


Figure 1: Nutrition au cours du cycle de vie, causes et conséquences de la malnutrition maternelle
 Alimentation et nutrition des femmes avant et pendant la grossesse au Sud-Bénin: Qualité et facteurs d'influence
 par Diane Roselyne Akuèmahou DJOSSINO

Celle-ci est nécessaire à la croissance optimale et au développement des enfants, lors de la formation de tissus pendant la grossesse et pour la sécrétion de lait pendant l'allaitement, ce qui est compatible avec la bonne santé de la mère et de l'enfant. Le bilan énergétique d'un individu dépend de son apport et de ses dépenses énergétiques. Les déséquilibres entre l'ingestion et les dépenses entraînent des gains ou des pertes de composants corporels, principalement sous forme de graisse, qui déterminent les variations de poids. La dépense d'énergie se répartit entre plusieurs composantes⁵³ à savoir:

- **le métabolisme basal** : fait référence à la dépense d'énergie nécessaire pour maintenir les fonctions de base minimales du corps chez un individu éveillé. Il est mesuré en état de repos physique et mental complet, dans un état de post absorption et dans un environnement de neutralité thermique.
- **l'effet thermique de l'alimentation** : L'ingestion, la digestion, l'absorption et l'assimilation d'aliments et de nutriments nécessitent également l'utilisation d'une certaine quantité d'énergie. En fonction de la quantité et du type d'aliments, une quantité variable d'énergie thermique est libérée. On parle dans ce contexte d'effet thermique de l'alimentation ou de thermogenèse post-prandiale (un certain nombre de synonymes existent dans la littérature). La réponse thermogénique à l'ingestion d'aliments est relativement constante et représente en moyenne environ 10 % de la dépense énergétique totale.
- **l'énergie nécessaire pour l'activité physique** : L'énergie utilisée dans le cadre d'une activité physique présente une très grande variation d'un individu à l'autre et souvent aussi d'un jour à l'autre pour un même individu.

Les macronutriments

Les macronutriments sont des composés trouvés dans tous les aliments que nous consommons en grande quantité, et fournissent la majeure partie des calories de nos régimes alimentaires. Un apport inadéquat en énergie ou en macronutriments risque fort d'être associé à des carences en micronutriments (minéraux et vitamines), puisque ces derniers se retrouvent dans les mêmes aliments. Les trois principales catégories de macronutriments sont les glucides, les lipides et les protéines. Le corps a besoin des trois pour rester en bonne santé, mais les quantités dans le régime alimentaire de chaque personne peuvent varier considérablement en fonction du poids, de la génétique, du niveau d'activité etc.

- **les glucides:** Les glucides sont d'abord des fournisseurs d'énergie, surtout pour le système nerveux central. Celles-ci sont essentielles au fonctionnement de l'appareil digestif et jouent un rôle dans la prévention de certaines maladies, entre autres, des maladies cardiovasculaires²⁴. Ils se retrouvent naturellement dans les produits céréaliers, les légumes et les fruits, les légumineuses, le lait et le yogourt. On les retrouve aussi dans le sucre, le miel, les sirops et tout autre produit sucré (friandises, boissons gazeuses...). Le régime alimentaire de la plupart des Africains, des Asiatiques et des Sud-Américains est constitué de glucides qui peuvent atteindre 80 pour cent de leur ration. Dans les pays industrialisés, par contre, les glucides ne constituent que 45 à 50 pour cent de la ration quotidienne⁵⁰.
- **les protéines:** En plus de fournir de l'énergie, les protéines sont les composants essentiels des tissus du corps humain et de ce fait jouent un rôle particulier au cours de l'enfance et de l'adolescence. En moyenne, les besoins en protéines se situent entre 9 – 11 % de l'apport énergétique ce qui correspond à la recommandation de la plupart des pays⁵³. Ce sont des polymères d'acides aminés. Les propriétés spécifiques d'une protéine

dépendent de la composition en acides aminés. Un acide aminé peut être essentiel ou non essentiel. Les premiers ne peuvent pas être fabriqués par le corps et doivent être apportés quotidiennement par l'intermédiaire de l'alimentation. Les protéines sont nécessaires à la construction de nouveaux tissus durant la croissance, ainsi qu'à la réparation et au maintien des tissus déjà existants. Elles sont aussi impliquées dans la fabrication de certaines substances essentielles à différents processus physiologiques comme les enzymes et les hormones. On en retrouve dans de nombreux aliments dont les viandes, les volailles, les poissons, les œufs, le lait, le fromage, le yogourt, les légumineuses, les noix et les graines ainsi que les céréales⁵⁴.

- **les lipides** : Tout aussi important, ils constituent une source concentrée d'énergie et contiennent les acides gras (AG) essentiels. Les AG qui peuvent être saturés, mono insaturés ou polyinsaturés, sont des composantes des cellules, en particulier des cellules nerveuses qui donnent naissance à des substances impliquées dans des mécanismes physiologiques vitaux. Les acides gras saturés sont présents notamment dans les aliments d'origine animale comme le beurre, les viandes, le fromage et le lait entier, ainsi que dans certaines huiles végétales (huile de palme, de coco). Les acides gras mono insaturés se retrouvent en particulier dans les huiles d'olive, de canola et d'arachide ainsi que dans les noix et les graines. Les gras polyinsaturés sont présents entre autres dans la plupart des huiles végétales brutes ainsi que dans les poissons gras alors que le cholestérol se retrouve uniquement dans les produits d'origine animale tels que le beurre, les viandes, les œufs, les poissons et les crustacés.

Les lipides sont également associés, dans les aliments, aux vitamines liposolubles, pour lesquels ils jouent un rôle important dans l'absorption et le transport.

Les micronutriments

Il s'agit des nutriments sans valeur énergétique, actifs à de très faibles doses mais vitaux pour l'organisme. Ils regroupent les vitamines, les minéraux et les oligo-éléments qui sont les composantes essentielles d'une alimentation de qualité et constituent les éléments de base indispensables à la bonne santé du cerveau, des os et du corps en général. Les carences en micronutriments souvent qualifiées de « faim invisible » ou « faim cachée » parce qu'elles se développent progressivement dans le temps, peuvent créer des dysfonctionnements ayant des impacts dévastateurs ne pouvant être observés qu'une fois subis avec des dommages irréversibles. Bien qu'une personne puisse dormir chaque nuit l'estomac bien rempli, elle peut présenter des carences en micronutriments, ce qui signifie que son corps a toujours faim d'une « bonne nutrition ».

Les carences en micronutriments concernent souvent plusieurs nutriments essentiels pour le fonctionnement de l'organisme. Cependant, les mesures les plus fréquentes de carence sont faites sur le fer, la vitamine A et l'iode. Les femmes en âge de procréer et les enfants de moins de 5 ans sont les populations les plus vulnérables. D'autres micronutriments, comme le zinc, le calcium, l'acide folique et la vitamine B12, sont également essentiels pour la santé, mais on ne dispose pas de données suffisamment complètes à leur sujet pour produire des estimations sur les carences correspondantes à l'échelle mondiale surtout en ce qui concerne les adultes⁵⁵. L'un des minéraux les plus importants auquel il faudrait accorder une attention particulière chez la femme est le fer.

Le fer a plusieurs fonctions vitales dans le corps. Il sert de transporteur d'oxygène aux tissus des poumons par l'hémoglobine des globules rouges, de transport pour les électrons dans les cellules et fait partie intégrante de systèmes enzymatiques importants dans divers tissus. La physiologie du fer a été examinée de manière approfondie. Les plus fortes prévalences de carence en fer sont observées chez les enfants, les filles adolescents, les femmes en âge de procréer et surtout les femmes

enceintes et constituent une cause première de mortalité. Bien que les pertes de sang menstruelles influencent les besoins des filles adolescents et femmes en âge de procréer, elles sont très constantes d'un mois à l'autre chez une personne, mais varient considérablement d'une femme à l'autre.

Notons que les terminologies “Carence en fer” et “Anémie” sont souvent utilisées à tort comme des synonymes, ce qui crée parfois des confusions concernant les chiffres de prévalence. Selon l’OMS, l’anémie est un état pathologique dans lequel le nombre des hématies (donc la capacité de transport de l’oxygène) est insuffisant pour répondre aux besoins physiologiques de l’organisme⁵⁶. Ces besoins varient en fonction de l’âge, du sexe d’une personne, de l’altitude à laquelle elle vit, de ses habitudes tabagiques et du stade de la grossesse. Chez les femmes, l’anémie est définie lorsque la quantité d’hémoglobine est <120 g par litre de sang. La carence en fer quant à elle est un trouble nutritionnel qui résulte de la persistance à long terme d’un bilan martial négatif; aux stades les plus avancés, elle conduit à l’anémie⁵⁷.

L'anémie ferriprive est un concept plutôt imprécis pour évaluer un seul sujet et n'a pas de signification physiologique immédiate. Par définition, cela implique que la prévalence de l'anémie ferriprive est moins fréquente que la carence en fer et que la présence d'anémie chez un sujet est un concept statistique plutôt que fonctionnel. La valeur limite est principalement utilisée dans les comparaisons entre groupes de population.

La lutte contre les carences en micronutriments se fait à travers quatre stratégies principales de lutte qui font partie intégrante des stratégies plus vastes d'amélioration de la qualité de vie d'une communauté ou d'un pays⁵⁸. Il s'agit de l'amélioration de l'alimentation, notamment de sa diversité; des actions de santé publique; de l'enrichissement des aliments et la supplémentation. Ces quatre stratégies sont énumérées en ordre décroissant de pérennité. Il est clair, par

exemple, qu'une alimentation variée a un effet plus durable sur une carence en micronutriments que la supplémentation.

1.1.1 Besoins nutritionnels de la fille adolescente à la femme en âge de procréer

Pendant l'adolescence, les besoins énergétiques de la jeune fille sont estimés à 2503Kcal par jour pour un poids moyen de 56Kg⁵⁹. Cette énergie est utilisée aussi bien pour la croissance que pour l'entretien des tissus et organes. Par contre à l'âge adulte, bien que l'énergie ne soit plus utilisée pour la croissance et que celle entrant dans le métabolisme reste relativement constant au sein d'un groupe d'individus de même sexe et de même âge, ces besoins varient entre 2500 et 3600Kcal selon le poids. Les principaux déterminants de la variation des besoins énergétiques à l'âge adulte, sont l'activité physique et la masse corporelle. Les besoins en protéines de l'adolescente âgée de 15 à 18 ans avec un poids corporel de 56,4 kg sont estimés à 47,4 g/jour contre 40g/pour la femme adulte de 19 à 50 ans avec un poids corporel entre 72-75 kg⁵³. Les filles ont généralement leur poussée de croissance avant les premières règles, mais leur croissance n'est pas terminée à ce moment-là, ce qui fait que leurs besoins nutritionnels restent considérables.

Les besoins en micronutriments des jeunes filles varient très peu entre l'adolescence et l'âge adulte (Tableau 1), excepté pour quelques vitamines telles que la Vit C et A ainsi que pour le calcium, le fer et le zinc qui interviennent plus dans la croissance.

1.1.2 De la femme en âge de procréer à la femme enceinte

Une mauvaise alimentation des femmes en âge de procréer peut entraîner l'infertilité, les avortements spontanés durant les premières semaines de grossesse dû à une mauvaise implantation placentaire ou embryonnaire, la pré-éclampsie, l'altération de la croissance fœtale ou encore des effets à long terme sur la vie de

l'enfant⁶⁰. La nutrition de la mère en avant la grossesse mérite donc une plus grande attention car les facteurs nutritionnels au tout début de grossesse, et aussi avant grossesse, jouent un rôle clé dans l'installation du chemin de croissance fœtale^{61,62}. En effet, la croissance fœtale est fortement régulée par les apports nutritionnels qui concernent la fonction placentaire. A la fois la taille et l'efficacité du placenta et la croissance fœtale peuvent être affectées par l'état nutritionnel de la mère avant et en tout début de grossesse qui a un effet plus important que la nutrition maternelle à un stade de grossesse plus avancé. Ceci confirme l'importance des facteurs nutritionnels de la mère avant et en tout début de grossesse sur la croissance fœtale, et potentiellement la croissance postnatale et le phénotype corporel. La nutrition maternelle avant et durant la grossesse est particulièrement importante pour une issue favorable de la grossesse dans de nombreux pays en développement, où les femmes démarrent une grossesse en état de malnutrition et leur état nutritionnel s'aggrave au cours de la grossesse à cause des besoins augmentés en nutriments⁴⁴.

Quand les femmes sont enceintes, elles ont besoin d'environ 280kcal, supplémentaires par jour et 10 à 22g de plus de protéines pour une femme de 55Kg, soit l'équivalent d'une collation de bonne valeur nutritive supplémentaire par jour. Les femmes devraient grossir d'environ 1 kg par mois pendant le deuxième et le troisième trimestre de leur grossesse. Dans une revue systématique associée à une méta-analyse de 90 études menées chez les femmes enceintes dans les pays développés, réalisée en 2012 par Blumfield et al⁶³, il a été montré une disparité très répandue entre les pratiques alimentaires et les recommandations en macronutriments chez les femmes enceintes. Pour preuve, les apports en énergie et en fibres étaient généralement en dessous des recommandations dans certains pays. Quant aux apports en graisse totale et en acide gras saturés, ils étaient plus élevés et les apports en glucides étaient plus faible ou à la limite des recommandations. Il est très important que les femmes mangent bien et consomment des aliments

nutritifs pendant toute leur grossesse, y compris le premier trimestre, de sorte que le corps et le cerveau du bébé se développent comme il faut et qu'elles aient l'énergie nécessaire pour supporter la grossesse.

Une femme qui a eu une bonne alimentation pendant l'adolescence et pendant la préconception, a toutefois besoin d'apports en micronutriments spécifiques durant la grossesse pour sa santé et celle du fœtus. Les ingérés alimentaires en acide folique, en fer, calcium et zinc sont particulièrement importants pour une issue optimale de la grossesse surtout chez les femmes mal nourries³⁹. Une supplémentation en acide folique durant le premier trimestre de gestation réduit significativement les malformations du tube neural⁷. Aussi, la supplémentation en vitamines et minéraux est-elle associée à un risque diminué de faible poids de naissance, notamment pour l'âge gestationnel, et de prématurité. De plus, l'anémie constitue-t-elle un sérieux problème de santé publique dans la plupart des pays en voie de développement. Une méta-analyse effectuée pour étudier la relation entre l'anémie et l'issue de la grossesse dans les pays à faible revenu et à revenu intermédiaire, a révélé qu'il existe une relation très fortement significative entre l'anémie durant la grossesse et le risque de faible poids de naissance, de prématurité, de mortalité périnatale et néonatale⁶⁴. Une caractéristique majeure pour l'équilibre en fer pendant la grossesse est que les besoins en fer ne sont pas répartis de manière égale sur toute sa durée. La croissance exponentielle du fœtus implique que les besoins en fer sont presque négligeables au premier trimestre et que plus de 80% se rapportent au dernier trimestre. Les besoins quotidiens totaux en fer, y compris les pertes en fer de base (0,8 mg), augmentent pendant la grossesse de 0,8 mg à environ 10 mg au cours des 6 dernières semaines de la grossesse⁶⁵. Des études ont montré que la supplémentation prénatale en calcium diminue le risque de Faible Poids de Naissance (FPN), celle en zinc, en oméga 3, et en micronutriments multiples avant accouchement, réduit respectivement le risque de prématurité (<37 semaines), de très grand prématurés (<34 semaines) et de FPN.

Aussi a-t-il été montré que les interventions actuellement mises en œuvre qui essaient d'équilibrer la balance protéino-énergétique et la supplémentation en fer et acide folique pendant la grossesse, réduisent considérablement le risque de FPN d'environ 20-30% en milieux contrôlés⁴⁴. La qualité globale du régime alimentaire durant la grossesse, ou les profils de consommation reflétant un régime riche en nutriments spécifiques ou aliments comme le lait et le poisson, sont positivement associés à l'issue de la grossesse, notamment une augmentation du poids de naissance et une diminution du risque de RCIU. Cependant, même si les fruits et légumes soient des aliments riches en de nombreux nutriments essentiels, l'association entre leur consommation durant la grossesse et le poids de naissance est toujours sujet de débat, et les ingérés en fruits et légumes sont typiquement inférieurs aux niveaux recommandés notamment chez les femmes enceintes. A ce jour, des études d'observations sont toujours nécessaires pour mieux comprendre le rôle spécifique sur le RCIU de la consommation de fruits et légumes, d'aliments d'origine animale et autres aliments riches en nutriments durant la grossesse comme sources clés de nombreux nutriments essentiels.

Bien que les actions de lutte contre la malnutrition maternelle et infantile soient menées tous les jours en vue d'en réduire les conséquences sur la mortalité, la morbidité et le développement économique des nations, l'accouchement reste le moment le plus à risque, où l'on enregistre chaque année plus de 40% des décès maternels (total environ 290 000) et de morti-naissances ou de décès néonataux (5,5millions)⁶⁶.

Tableau 1: Apports nutritionnels journaliers recommandés de quelques micronutriments de l'adolescence à l'allaitement

Micronutriments	Adolescente (10 à 18 ans)	FAP¹ (19 à 65 ans)	Femme enceinte	Femme allaitante
Fer (mg)	3,1	2,9	1040	1,5
Zinc (mg)	14,4	9,8	11-14-20 ²	19-17-14,4 ³
Calcium (mg)				
- Végétale	1300	1000	1200	1200
- Protéine animale	1000	750	800	750
Magnésium (mg)	220	220	220	270
Iode (µg)	30	30	40	40
Vitamine A (µg)	600	500	800	850
Thiamine (Vit B1) (mg)	1,1	1,1	1,4	1,5
Riboflavine ou Vit B2 (mg)	1,0	1,1	1,4	1,6
Niacine ou Vit B3 (mg)	16	14	18	17
Pantothenate ou Vit B5 (mg)	5	5	6	7
Vitamine B6 (mg)	1,2	1,3	1,9	2,0
Biotine ou Vit B8 (µg)	25	30	30	35
Folate ou Vit B9 (µg)	400	400	600	500
Cobalamine ou Vit B12 (µg)	2,4	2,4	2,6	2,8
Acide ascorbique ou Vit C (mg)	40	45	55	70

Micronutriments	Adolescente (10 à 18 ans)	FAP ¹ (19 à 65 ans)	Femme enceinte	Femme allaitante
Vitamine D (µg)	5	5	5	5
Vitamine K (µg)	35-55	55	55	55

¹ Femmes en âge de procréer

² Valeurs pour le trimestre 1, 2 et 3

³ Valeurs pour 0 à 3 mois; 3 à 6 mois et 6 à 12 mois

Source: Human Vitamin and Mineral Requirements, Report of a joint FAO/WHO expert consultation Bangkok, Thailand. FAO, OMS (2001).

1.2 Déterminants du régime alimentaire des femmes

Les comportements alimentaires s'élaborent et évoluent tout au long de la vie en fonction de multiples facteurs. Ils relèvent de l'individu et renvoient à des composantes biologiques, psychologiques et à son histoire, tels que l'âge, les émotions, le plaisir. Ils sont influencés par son l'environnement économique et social de l'individu, les normes qui régissent la vie en société²³ et l'environnement institutionnel tels que la profession, la religion, la famille, le degré d'éducation, les compétences culinaires, la disponibilité alimentaire. Ainsi, bien que les résultats d'une bonne nutrition soient le plus souvent mesurés au niveau individuel, les déterminants du comportement alimentaire sont plus complexes et ont pour la plupart une origine collective et identitaire. Il ne suffit donc pas de dire aux individus que leurs comportements alimentaires ne sont pas bons pour la santé ou de les en convaincre pour qu'ils abandonnent ces comportements (Fassin, 1996).

1.2.1 Déterminants biologiques

La première fonction de l'acte alimentaire est la satisfaction d'un besoin physiologique vital permettant de préserver la santé. L'être humain adapte donc son alimentation selon ses besoins spécifiques dont la satisfaction est régulée par ses

facteurs génétiques et ses capacités à faire un choix. Au-delà des facteurs génétiques, les besoins physiologiques du mangeur sont biologiquement déterminés par un ensemble de régulations mettant en jeu le système nerveux et les organes sensoriels de chaque individu⁶⁷. Ainsi, plusieurs signaux biologiques (faim, soif, envie de manger salé...) permettent d'attirer l'attention de l'individu en cas de besoin. Lorsque nous mangeons, l'appréciation du goût et le plaisir de la dégustation viennent essentiellement de notre sensation olfactive⁶⁸. En effet, le goût en matière alimentaire peut être défini comme une évaluation affective des caractéristiques organoleptiques ressenties lors de la consommation et n'est pas défini uniquement par la langue car elle ne perçoit à elle seule que les quatre saveurs fondamentales, acide, amère, sucrée et salée. Cela signifie que lors du repas, ce sont tous les sens qui sont en éveil et cette synergie participe à l'orientation des préférences alimentaires du mangeur et à son appétence. Par ailleurs, les émotions négatives (peur, stress, colère, anxiété, dépression, ennui...) ou les apports en certains nutriments spécifiques peuvent aussi moduler l'appétit du mangeur, que ce soit directement par la consommation de certains lipides, d'aliments riches en sucre ou indirectement par la consommation de certains acides aminés⁶⁹.

En fonction de l'état physiologique spécifiquement pendant la grossesse, l'alimentation des femmes change pour plusieurs raisons. Pendant la grossesse, on note que les aversions alimentaires et les malaises constituent plutôt les premiers facteurs de choix alimentaires (Figure 2). En 2009, une étude réalisée au Burkina Faso⁷⁰ sur les comportements alimentaires des femmes enceintes a montré que la majorité des femmes interrogées ont signalé des restrictions alimentaires pendant la grossesse sans qu'un type particulier d'aliments ne soit ciblé. La plupart des aliments «interdits» mentionnés étaient liés à un inconfort physique pendant la gestation. Une autre étude réalisée par Forbes et al.³³ en 2018 a montré que les femmes ont souvent réduit leur consommation d'aliments en mentionnant la santé de leur bébé, et augmenté leur consommation pour satisfaire les fringales.

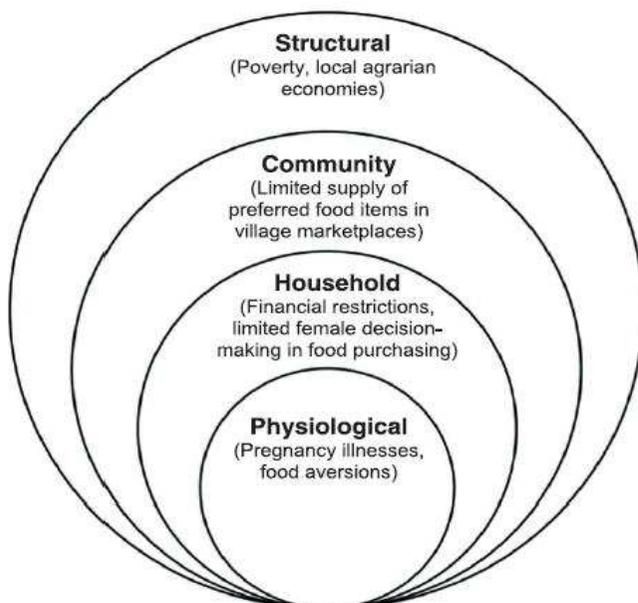
1.2.2 Déterminants socio-économiques et culturels

Les choix alimentaires d'un individu peuvent résulter de ses convictions personnelles mais ils sont très influencés par les facteurs socio-culturels du milieu dans lequel il se trouve. Il existe une grande diversité d'aliments, qui varie d'une région à une autre, d'un pays à un autre et d'un continent à l'autre avec parfois des similitudes mais les façons de les consommer diffèrent. De plus, en fonction des sociétés et des cultures, ils ne sont pas toujours appelés "aliment". En effet, la consommation d'un aliment ayant des valeurs nutritionnelles bien avantageuses peut paraître inédite, constituer un tabou ou un interdit sous d'autres cieux. Comme l'a dit Claude Lévi-Strauss, « Pour être consommé, l'aliment ne doit pas seulement être bon à manger ; il doit aussi être bon à penser ».

Les principaux déterminants des pratiques alimentaires mis en avant dans les travaux sociologiques sont : la position sociale, la structure du ménage et le cycle de vie, qui déterminent des modes de vie et des habitudes culinaires, et ont une influence manifeste sur le rapport aux normes alimentaires. Dans les pays développés, les normes d'alimentation issues de la sphère médicale ont plus d'influence dans les classes supérieures que dans les classes populaires et on associe plus l'alimentation au bien-être du corps et de l'esprit^{71,72}. Certains aliments ne sont pas consommés en haut de la hiérarchie sociale parce que perçus comme inférieurs, alors que d'autres sont considérés comme objets de prestige lorsqu'ils sont servis à table, comme c'est le cas de la viande et en particulier de certains animaux ou morceaux. Il en est de même dans les pays en développement où plusieurs études ont montré l'influence du milieu de vie (urbain ou rural), de la classe socio-économique, du niveau d'éducation et des interdits alimentaires sur l'alimentation des ménages. La consommation de la viande ou de tout aliment composé de « chair » est considérée depuis la nuit des temps comme un aliment emblématique des puissants alors que les légumes sont méprisés. Les légumes étaient des aliments issus de la terre donc symbolisent la pauvreté alors que la chair des grands oiseaux,

est privilégiée car en volant, ils sont proches de Dieu et représentent donc un symbole de domination⁷². La consommation de la nourriture est donc une activité éminemment sociale qui n'est pas sans effet sur la santé. Même s'il est difficile d'isoler le rôle de la nutrition dans les inégalités de santé, tout porte à croire qu'elle y contribue⁷³.

Une étude qualitative longitudinale réalisée par Rosen et al.⁷⁴ cherchant à comprendre les facteurs multiniveaux influençant les pratiques alimentaires maternelles au Niger a montré que les aliments urbains «modernes» sont souvent perçus comme étant plus sains, mais sont économiquement moins accessibles, ce qui réduit leur consommation. Les résultats des travaux effectués au Nigéria par Ene-Obong et al.⁷⁵ ont révélé que les femmes les plus instruites avaient un meilleur état de santé et les meilleures connaissances en matière de santé et de nutrition avec de bonnes habitudes alimentaires et une adéquation des apports en éléments nutritifs.



Source: Rosen et al. (2018)

Figure 2: Facteurs biologiques et socio-économiques déterminant les choix alimentaires pendant la grossesse

1.3 Tables de composition des aliments et recettes : Outils indispensables à la résolution des problèmes nutritionnels des pays

«La connaissance de la composition chimique des aliments est la première étape fondamentale dans le traitement alimentaire des maladies ou pour toute étude quantitative sur la nutrition humaine»⁷⁶. Cette vérité est toujours d'actualité, puisque bon nombre de pays, surtout ceux en voie de développement ne disposent pas d'une table nationale de composition des aliments et recettes. Malgré les efforts de la FAO/INFOODs pour compiler un maximum de données de bonne qualité sur les aliments et recettes consommés en Afrique, des données sur des recettes traditionnelles manquent cruellement. Le réseau international des systèmes de données sur l'alimentation INFOODs de la FAO est un réseau mondial constitué de spécialistes qui se chargent de la gestion des informations relatives à la composition des aliments visant ainsi à améliorer la qualité, la disponibilité, la fiabilité et l'utilisation de ces données. La mission principale de ce réseau est de diffuser des données fiables et de bonne qualité sur la composition des aliments, des boissons et des ingrédients sous des formes qui pourront être utilisées par des organismes de recherche, des professionnels de santé ou encore des organismes gouvernementaux. Bien qu'il existe une Table de Composition des Aliments (TCA) générale pour l'Afrique de l'Ouest et que de nombreux aliments soient consommés de façon commune dans ces différents pays, il existe bon nombre d'aliments et de recettes spécifiques aux pays dont les compositions nutritionnelles sont encore mal connues. Puisque chaque pays a une culture différente, des styles de consommation et pratiques alimentaires différents on assiste parfois à des profils nutritionnels très différents au sein d'une même région. Même à l'intérieur d'un même pays, il existe des disparités de consommation selon les régions, les ethnies, ou autre. Parmi les 54 pays que compte l'Afrique, à peine une vingtaine dispose de table de

composition spécifique. Les autres pays utilisent les tables se rapprochant le plus de leur culture mais cet état de chose ne permet pas toujours de déterminer avec précision les apports nutritionnels des populations et plus particulièrement ceux des enfants, des femmes en âge de procréer et enceintes. Par ailleurs, les valeurs nutritionnelles des recettes ne sont pas souvent incluses dans les TCA car pour le moment, il n'y a pas de source de données alimentaires en Afrique prenant en compte les particularités des recettes (facteurs de rétention, facteur de rendement, quantité d'eau, de graisse et de sel ajoutée à la recette). La FAO déplore un manque d'informations et de documentation et appelle à la nécessité d'étudier les recettes traditionnelles pour l'Afrique⁷⁷, afin d'élaborer une liste de tous les ingrédients bruts en grammes intervenant dans les recettes y compris, les huiles et le sel tout en indiquant les transformations qu'ils subissent en cours de la préparation. Ces informations sont indispensables au calcul exact des valeurs nutritionnelles des recettes et pour avoir une estimation au plus juste des apports alimentaires. Un accent particulier doit être mis sur la qualité et la fiabilité des données d'où la nécessité de mener plus de recherches analytiques sur les aliments, les variétés locales et les cultivars. Plusieurs de travaux sont effectués de façon éparses par différents chercheurs et laboratoires de recherche en Afrique mais le nombre d'aliments et les nutriments renseignés restent limités et les données ne sont pas d'envergure nationale ou régionale.

L'absence de table de composition des aliments (TCA) et recettes constitue une véritable limite pour des prises de décision efficace dans le cadre de la réduction de la mortalité maternelle, infanto-juvenile ou de la lutte contre les maladies d'origine nutritionnelle dont la malnutrition des enfants de moins de 5 ans, l'obésité, l'hypertension artérielle et autres maladies cardio-vasculaires. La TCA et recette nationale permet de faciliter la sélection de cultivars et variétés bénéfiques pour l'amélioration de la qualité nutritionnelle et le rendement des aliments tout en contribuant à la prévention des problèmes de malnutrition et d'insécurité

alimentaire⁷⁸. Elle reflète l'identité d'une nation ou d'une région et constitue un véritable outil dans la lutte contre l'insécurité alimentaire tout en valorisant la biodiversité des ressources végétales endogènes. A l'ère où toutes les institutions internationales (OMS, Banque Mondiale...) œuvrent et encouragent les pays à replacer la nutrition au cœur du développement, travailler sur l'élaboration d'une table de composition des aliments et recettes, c'est contribuer à la réduction des problèmes de santé publique d'origine nutritionnelle.



La présente étude s'inscrit dans le cadre du projet RECIPAL⁷⁹ (Retard de Croissance Intra-utérin et Paludisme) dont l'objectif principal est d'évaluer les conséquences du paludisme précoce au cours de la grossesse sur la santé de la mère et de l'enfant. Ce projet à trois composantes, offre un cadre unique pour étudier les déterminants alimentaires du statut nutritionnel des femmes avant et pendant la grossesse.

2.1 Questions de recherche et objectifs

L'objectif principal de cette étude est de décrire l'alimentation des femmes avant et pendant la grossesse ainsi que ses déterminants dans les communes d'Abomey-Calavi et Sô-Ava au Sud Bénin. De façon spécifiques, deux objectifs ont été fixés.

Objectif Spécifique 1: Analyser la qualité nutritionnelle du régime des femmes avant et pendant la grossesse ainsi que les facteurs qui lui sont associés.

Objectif Spécifique 2: Etudier les apports alimentaires (notamment les ingérés en macro- et micro-nutriments) et le taux de couverture des besoins nutritionnels des femmes avant et pendant la grossesse.

Pour atteindre efficacement ces objectifs, les questions de recherche étaient les suivantes:

- 1- Comment se présente la diversité alimentaire des femmes avant grossesse et est-ce qu'elle s'améliore pendant la grossesse?
- 2 – Est-ce que les apports en énergie, macro et micro nutriments des femmes varient pendant la grossesse et permettent-ils de couvrir les recommandations journalières en chaque nutriment selon l'état physiologique des femmes?

3- Quels facteurs socio-démographiques et économiques influencent ces éventuels changements d'alimentation?

2.2 Milieu d'étude

Cette étude a été réalisée dans les communes d'Abomey-Calavi et de Sô-Ava, département de l'Atlantique, localisé à 20 kilomètres de Cotonou au Sud Bénin. Sur le plan sanitaire, cette zone inclut un hôpital de référence, "Hôpital de Zone d'Abomey-Calavi" (HZAC), qui gère près de 6000 consultations prénatales et 3600 accouchements chaque année. Le département de l'Atlantique jouit d'un climat tropical humide caractérisé par l'alternance de deux saisons de pluies et de deux saisons sèches. La grande saison des pluies s'étend de mars à juillet et la petite de septembre à novembre. La pluviométrie annuelle moyenne est de 1200 mm. Les températures varient entre un minimum de 22°C et un maximum de 33°C. Bien qu'étant des communes voisines (figure 3), chacune d'elle a ses spécificités qui reflètent la diversité culturelle et ethnique caractérisant le Bénin.

2.2.1 Commune de Sô-Ava

Elle occupe une partie de la basse vallée du fleuve Ouémé et de la rivière Sô à qui elle doit son nom. Située entre 6°24' et 6°38' latitude Nord et entre 2° 27' et 2°30' longitude Est, la commune de Sô-Ava est limitée au Nord par les communes de Zè et d'Adjohoun, au Sud par la commune de Cotonou, à l'Est par les communes lacustres des Aguégus et de Dangbo et à l'Ouest par la commune d'Abomey-Calavi. Couvrant une superficie de 218 km², elle compte 108 766 d'habitants⁸⁰ dont 58 455 femmes (soit 53,74%) et est subdivisée en 42 villages répartis dans 7 arrondissements. Il s'agit des arrondissements de

Sô-Ava, Vekky, Houédo-Aguékou, Dékanmè, Ganvié1, Ganvié2 et Ahomey-lokpo⁸¹.

Sur le plan hydrologique, Sô Ava est traversée par la rivière Sô qui a une longueur de 84,4 km et prend sa source dans le lac Hlan. Du fait de sa richesse en plans d'eau, la commune lacustre de Sô-Ava, se caractérise par une végétation composée d'espèces aquatiques, semi-aquatiques et de terres exondées. Les principales ressources naturelles exploitables dans cette commune sont les plans d'eau avec leurs ressources halieutiques. A cela s'ajoutent les bas-fonds, le sable de la rivière Sô, les forêts reliques, les prairies et l'argile.

2.2.2 Commune d'Abomey-Calavi

Située entre 6°26'55" latitude Nord et 2° 21' 20" longitude Est, la commune de Abomey-Calavi est située sur un plateau de terre avec des côtes sablonneuses. Elle est limitée au Nord par la commune de Zè, au Sud par celle de Cotonou, à l'Est par Sô-Ava et à l'Ouest par les communes de Tori-Bossito et de Ouidah. Avec une superficie de 650km², elle est divisée en 149 quartiers ou villages répartis dans neuf (09) arrondissements et compte une population de 656 358 habitants dont 332 784 femmes (50,7%)⁸⁰. Les arrondissements de la commune sont Calavi Centre, Godomey, Akassato, Zinvié, Ouèdo, Togba, Hêvié, Kpanroun et Golo-Djigbé. L'ethnie dominante dans la commune est le Aïzo, mais les migrations récentes ont permis l'installation d'autres ethnies comme les Fon, les Toffin, les Yoruba, les Nagot, les Goun et autres⁸². La commune de Calavi est une cité dortoire où habitent laplupart des fonctionnaires de Cotonou. Les principales activités exercées par les populations sont l'artisanat, l'agriculture, le transport. Elle dispose en matière

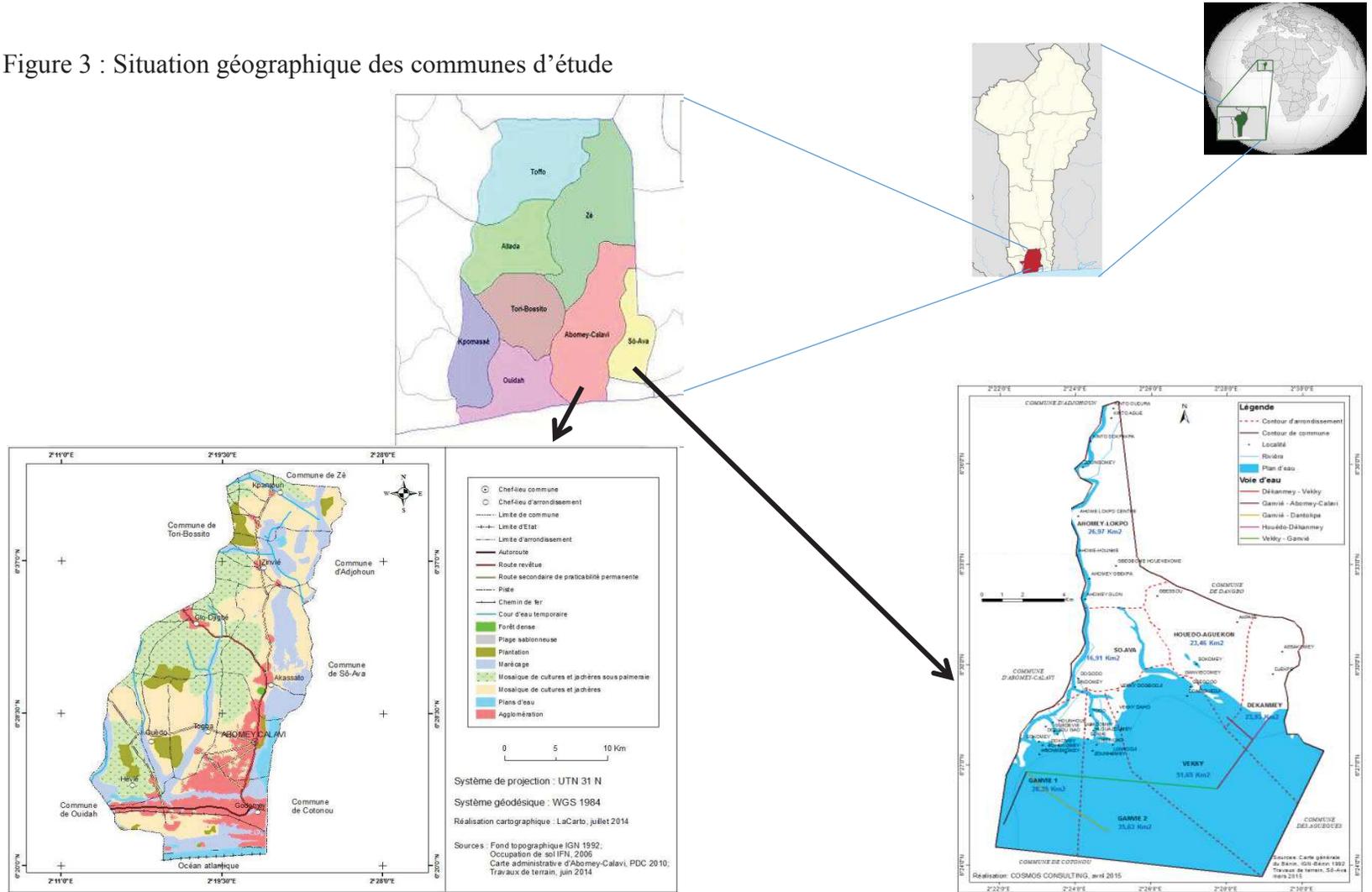
d'actions sociales, du centre des handicapés à Akassato et des structures d'ONG qui s'occupent des enfants.

2.3 Participantes et éthique

Le projet de la thèse repose sur une étude de cohorte de femmes âgées de 18 à 45 ans mariées ou vivant en ménage, non stériles, ayant un désir de grossesse et n'étant pas sous contraception. Les femmes éligibles incluses dans l'étude sont celles ayant manifesté la volonté de participer à l'étude, qui ont accepté de ne pas être absentes plus de deux mois consécutifs durant les dix-huit mois suivant l'inclusion et d'accoucher au centre de santé de Sô-Ava, de Akassato ou à l'hôpital de zone de Abomey-Calavi.

Le projet RECIPAL et toutes ses composantes ont été menés conformément aux directives de la déclaration d'Helsinki et ont été approuvés par le comité de déontologie de l'Institut des Sciences Biomédicales Appliquées (ISBA) et du ministère de la Santé du Bénin, ainsi que par le comité d'éthique consultatif déontologique de l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) en France. Les buts et objectifs de l'étude, ainsi que les règles de confidentialité, ont été expliqués en détail dans la langue locale à chaque participante. Un consentement éclairé individuel écrit a été obtenu de tous les répondants avant la collecte des données.

Figure 3 : Situation géographique des communes d'étude



Alimentation et nutrition des femmes avant et pendant la grossesse au Sud-Bénin: Qualité et facteurs d'influence
 par Diane Roselyne Akuèmahou DJOSSINO

CHAPITRE 3 APPROCHE METHODOLOGIQUE



3.1 Plan de mise en œuvre globale de l'étude

Le projet RECIPAL dont fait partie la présente étude comporte trois composantes principales à savoir, la parasitologie, la santé et la nutrition. Il a été mis en place de juin 2014 à décembre 2017 dans 35 villages de la commune de Sô-Ava et d'Abomey-Calavi au Sud du Bénin. RECIPAL représente une ressource unique de données qui fournit des informations sur de multiples déterminants infectieux (y compris le paludisme), biologiques, nutritionnels et environnementaux en relation avec les résultats pour la santé des femmes en âge de procréer, des femmes enceintes et de leurs nouveau-nés⁷⁹. La composante nutritionnelle a été mise en œuvre de décembre 2014 à septembre 2017.

A l'inclusion, les femmes entrent dans la première phase de suivi appelée "cohorte primaire" et une fois enceintes, elles passent dans la deuxième phase nommée "cohorte secondaire". L'inclusion se fait à domicile suite à un test de grossesse révélé négatif, à travers un questionnaire de collecte de données socio-économiques et sanitaire ainsi que l'administration du premier rappel alimentaire des dernières 24h. Le lendemain de l'inclusion et une fois par mois, les femmes sont invitées au centre de santé pour la prise des données anthropométriques (poids, taille, pourcentage de graisse) et le prélèvement sanguin. Pour confirmer l'état physiologique des femmes, un test de grossesse leur est fait chaque mois lors des visites à domicile organisées à cet effet. Un deuxième rappel de 24 heures est administré deux mois après la première, si la femme n'est pas enceinte. Les femmes de la cohorte primaire qui ne sont pas tombées enceintes après un an de suivi ont été exclues de l'étude et invitées à la maternité pour un examen médical. En cas de symptômes d'infection génitale, elles reçoivent un avis médical pour les aider à concevoir ou consulter un gynécologue pour des problèmes de fertilité.

Les femmes enceintes de la cohorte secondaire étaient suivies mensuellement à la maternité pour les soins prénatals jusqu'à l'accouchement. Pendant la grossesse, les

femmes recevaient un questionnaire de rappel de 24h par trimestre (figure 4). Certaines femmes étaient déjà enceintes au début de la composante nutrition. Elles ont donc été incluses dans la cohorte secondaire sans faire partie de la cohorte primaire. Cela signifie que ces femmes ont manqué le suivi avant la grossesse, mais pas le suivi de la grossesse. La répétition du rappel durant le suivi, a permis de tenir compte de la variabilité intra-individuelle. Au total, 1214 femmes ont été recrutées et suivies au sein du projet RECIPAL, mais 897 d'entre elles ont été prises en compte par la composante nutrition.

Une fois le recueil de données de terrain terminé, les informations fournies par les femmes ont été d'abord transformées en quantités ingérées de chacun des plats consommés. Ces informations ont été ensuite désagrégées en quantités de chaque aliment ingéré via la table de composition des recettes locales de plats préparés. Enfin, les quantités consommées sont transformées en apports en macro ou micronutriments. Au Bénin, l'absence de table spécifique de composition des aliments constitue un obstacle pour la détermination des apports nutritionnels. Les tables de compositions existantes et couramment utilisées sont celles de la sous-région qui, parfois, ne présentent pas certains aliments spécifiques au Bénin. L'élaboration d'une table de composition des aliments et des recettes, d'une part, et d'un catalogue des recettes (avec quantification moyenne de chaque ingrédient), d'autre part, constitue un travail important dans le travail de thèse et a permis d'apporter une contribution à l'estimation des apports nutritionnels au Bénin.

Le second volet de notre étude a consisté à observer les recettes les plus consommées par les femmes en vue de l'appréciation de la valeur nutritionnelle de ces recettes, des apports nutritionnels journaliers des femmes et des taux de couverture des besoins. Ainsi, il a été calculé après observation et pesée directe des ingrédients, la valeur nutritionnelle moyenne de 82 recettes recensées. Les observations ont été faites à domicile et en restauration chez des femmes volontaires

du milieu, ayant participé ou non à l'étude. Une phase importante de compilation de table de composition de 600 aliments a permis d'élaborer la table de composition des recettes et de calculer les apports nutritionnels des femmes.

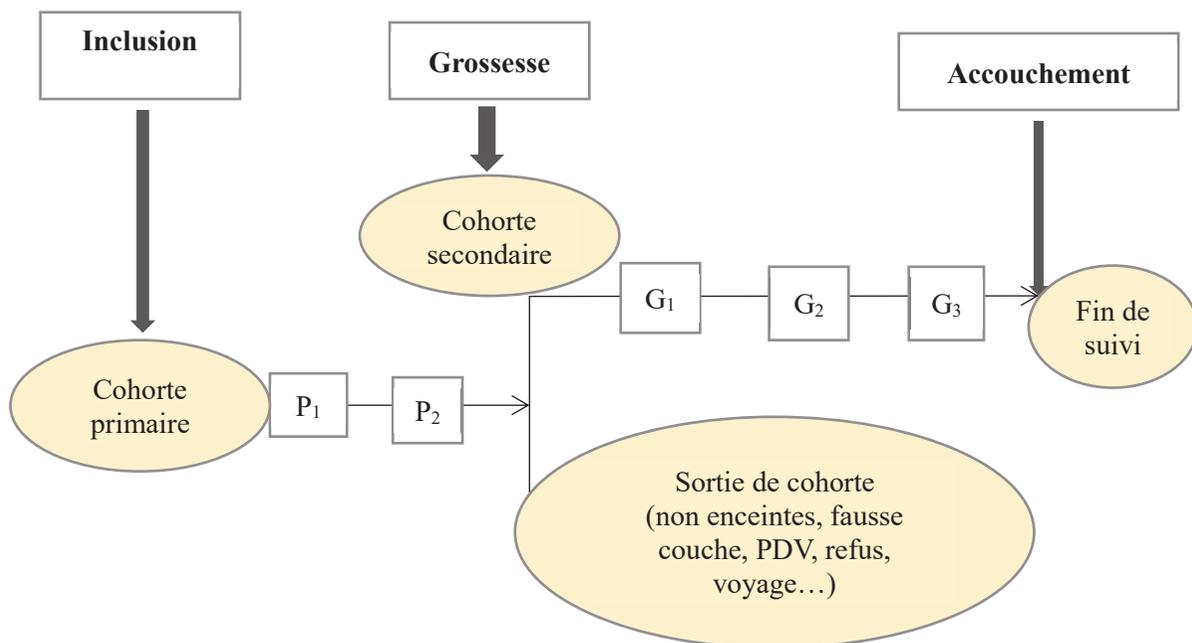


Figure 4: Schéma global de collecte des données du rappel de 24 heures

3.2 Elaboration des outils de collecte

Mesurer la consommation alimentaire repose sur un processus technique assez complexe qui fait appel à une cascade d'étapes incontournables permettant de relier l'objectif de la recherche aux indicateurs attendus pour présenter les résultats. La consommation alimentaire est en effet éminemment variable d'un individu à l'autre, mais aussi pour un même individu d'un jour à l'autre en fonction de multiples paramètres (saison, disponibilité et accès aux aliments, temps disponible, mode de vie, état physiologique, morbidité...). Sa mesure quantitative lors d'enquêtes en

population repose classiquement sur deux grands types de questionnaires: questionnaires de fréquence et questionnaires de rappel des 24 heures. Les premiers sont réputés tendre à une surestimation des ingérés et les seconds plutôt tendre à une sous-estimation mais à être globalement plus précis. Le travail de mise au point et de validation des instruments de collecte est dans tous les cas excessivement long et complexe. Après une exploration des modes de consommation des femmes dans la zone d'étude, le choix s'est finalement porté sur la méthode jugée la plus précise et la moins biaisée dans ce contexte: le rappel des 24 heures "multipass", mais en basant ce dernier sur l'emploi de recettes standards dont le recueil est plus simple que celui des recettes propres à chaque femme. L'apport alimentaire habituel a donc été quantifié à partir d'interviews individuels à domicile avec les femmes, utilisant un questionnaire multi passage portant sur les 24h précédant l'enquête. Les portions consommées sont estimées à partir de mesures ménagères standardisées, incluant les ustensiles de cuisine, les unités monétaires et des photos de portions d'aliments standardisées (autant d'outils développés spécifiquement en tenant compte des particularités et contraintes locales).

Pour atteindre les différents objectifs spécifiques, la première étape méthodologique a été celle de mise au point d'outils de collecte nécessaires à la réalisation du recueil d'informations de terrain et à l'analyse de ces informations. Lors de cette première étape, une enquête exploratoire a permis d'identifier les aliments et recettes souvent consommés par les femmes afin d'élaborer un guide de collecte indiquant la liste des aliments et les méthodes préférentielles de mesure, un catalogue photos sous forme de livret présentant les portions d'aliments ou de recettes assorties de leur poids et les questionnaires de rappel de 24h comme le montre l'image1 ci-dessous. Les ustensiles de cuisine les plus utilisés dans le milieu ont été calibrés au besoin et ont servi de référence lors de la quantification des

ingérés alimentaires des femmes au moment du rappel et de l'observation de recettes (Annexe 2).

Code Photo	Aliment	Portion	Poids (g)	Code Photo	Aliment	Portion	Poids (g)
2.01	Riz gras rouge	2	199	2.11	Igname bouillie	2	25 g
		4	399			4	53 g
		6	598			6	80 g
		8	798			8	105 g
2.02	Couscous gras rouge	2	169	2.12	Patate douce bouillie	2	35g
		4	338			4	69g
		6	508			6	101g
		8	677			8	137g
2.03	Spaghetti	2	161	2.13	Pomme de terre bouillie	2	56g
		4	323			4	116g
		6	484			6	170g
		8	645			8	229g
2.04	Macaronis	2	198	2.14	Sauce feuille verte (genre amarante)	2	70g
		4	396			4	139
		6	594			6	208
		8	792			8	278
2.05	Niébé	2	156	2.15	Poisson tilapia (akpavi) entier frit	2	28
		4	312			4	36
		6	468			6	44
		8	624			8	58
2.06	voandzou	2	255	2.16	Poisson silure blanche morceaux ; tête	2	17
		4	509			4	34
		6	764			6	50
		8	1019			8	67

Image 1: Extrait du catalogue photo

3.3 Collecte de données de rappel de 24 heures

Les femmes une fois incluses dans le projet sont informées que le lendemain, les agents enquêteurs repasseront pour des informations relatives à leur alimentation. Le lendemain, à l'heure retenue, les agents enquêteurs vont administrer le questionnaire à domicile après avoir expliqué aux femmes l'objectif du rappel de 24h ainsi que la façon dont se passera l'entretien (Image 2). Le questionnaire est administré directement en langue locale en respectant le principe du passage multiple. Lors de l'interview, si la participante a du mal à estimer les quantités ingérées avec les différents ustensiles ou catalogue photos en possession de l'enquêteur, elle utilise ses propres ustensiles avec lesquels sont faits les équivalents. Les poissons, viandes, œufs, fromages ou autres aliments riches en protéines sont quantifiés isolément des recettes. Le maximum d'informations a été collecté sur l'aliment ou la recette consommé afin de faciliter sa reconnaissance lors du traitement des données. Ainsi, le questionnaire permettait d'avoir les informations sur l'aliment ou la recette, l'heure de prise, la couleur, l'espèce, le niveau de maturité, la consistance, l'origine, le prix, le type d'ustensiles utilisés, la quantité ou la marque pour les produits manufacturés. Si la femme ne tombe pas enceinte dans les deux mois qui suivent l'inclusion, elle reçoit un second questionnaire de rappel de 24h pré conception. Dans le cas où le test de grossesse mensuel se révèle positif, le questionnaire est administré chaque trimestre de grossesse jusqu'à l'accouchement.

3.4 Compilation de la Base de Données sur la composition des aliments

Pour l'analyse des apports alimentaires quantitatifs, c'est à dire des ingérés en énergie et nutriments des femmes, il a été élaboré dans le cadre de la thèse, une table de composition des aliments. Il existe plusieurs méthodes d'élaboration d'une table de composition des aliments (directe, indirecte ou encore combinée)⁸³.



Image 2: Collecte de données Rappel de 24h

La méthode utilisée est celle indirecte qui consiste à utiliser des données issues de la littérature publiées (INFOODS notamment) ou des résultats d'analyse de laboratoire non publiés. C'est une méthode à faible coût qui permet de compiler des banques de données existantes sur la composition des aliments, mais nécessite une recherche bibliographique bien documentée.

La première étape du travail a été de recenser tous les aliments et recettes consommés par les femmes et déclarés lors des rappels de 24 heures. Selon les

aliments rencontrés et ceux entrant dans la préparation des différentes recettes identifiés, une compilation a été faite à partir des tables de composition de l’Afrique de l’Ouest, du Mali, de la Tanzanie, du Burkina, du Nigéria, de l’Ouganda, de la Tunisie, de la France, du Danemark, et des Etats Unis ainsi que de plusieurs publications scientifiques et de réseaux internationaux comme celui de la FAO (‘Infoods’). La table de base utilisée est celle de l’Afrique de l’Ouest. Lorsque qu’un aliment n’est pas présent dans cette table, il est prioritairement recherché dans les autres tables africaines en priorisant celles des pays les plus proches du Bénin. Chaque source et méthode de calcul sont documentées pour une bonne traçabilité. La table que nous avons élaborée est très exhaustive et se veut utile à un grand nombre d’utilisateurs. Elle renseigne sur un total de 48 constituants dont 11 minéraux (Sodium, Magnésium, Phosphore, Potassium, Calcium, Maganèse, Fer, Cuivre, Zinc, Sélénium et Iode) et 11 vitamines (E, D, C, K, B1, B2, B3, B5, B6, B12 et B9) comme l’illustre l’image 2. Les aliments consommés ayant subi une transformation simple (bouilli, grillé, frit, séché, fumé) et qui ne sont pas présents dans les tables ont été rajoutés en appliquant les facteurs de rétention et de rendement au besoin. Au total, 597 aliments sous différentes formes ayant chacun un code unique de cinq chiffres, ont été renseignés dans la table compilée.

Lorsqu’il y a un aliment pour lequel un nutriment est manquant et dont la valeur doit être empruntée à une autre table, nous comparons les teneurs en eau, en protéines ou en lipides de l’aliment dans les tables sources afin d’apprécier la différence. Si les deux valeurs s’écartent de 10% ou plus, nous ajustons la teneur du nutriment manquant soit sur l’eau (nutriment manquant hydrosoluble) soit sur les lipides (nutriment manquant liposoluble). La teneur en énergie est systématiquement calculée lorsqu’elle n’est pas renseignée en Kcal ou KJ par la méthode de conversion. Pour les aliments dont la valeur nutritionnelle n’est pas disponible toutes les valeurs sont empruntées à un aliment qui lui est proche (patte

de bœuf et queue de bœuf) ou cet aliment est rapproché à un autre qui lui est similaire (viande d'oiseau de fleuve et viande de poulet). En présence d'aliments à intitulé très générique comme légumes ou poissons sans autre précision, des moyennes ont été calculées à partir des données disponibles dans les tables. Toutefois, un faible nombre de données manquantes persiste en raison de la non disponibilité dans la littérature des valeurs nutritionnelles de certains aliments tels que l'eau extraite de la canne à sucre, la pulpe de noix de palme. La table base de données de composition alimentaire élaborée est présentée en Annexe 3 avec un aperçu en image 3 ci-dessous.

Code	Aliments	WYF	Gr. alim	E_kJ	E_kcal	Eau_g	protéines_g	glucides_g	sucres_g	Fibres_g	Lipides_g	AGS_g	AGMI_g	AGPI_g	cholestérol_g
Céréales, tubercules, racines blanches et plantains - Cereals, white roots, tubers and plantains															
1001	Attieke, simple		1	767	180	51.76	1.05	41.75	ND	ND	1.03	ND	ND	ND	ND
1002	Blé, farine, blanc		1	1464	345	11.85	10.36	72.54	3.12	3.17	1.45	0.23	0.14	0.58	0.00
1003	Blé, grain entier, cru		1	1291	304	13.37	12.35	58.70	2.98	10.80	2.20	0.36	0.28	0.93	0.00
1004	Blé, son		1	846	199	9.05	15.88	23.21	2.42	41.50	4.78	0.92	0.74	2.74	0.00
1005	Couscous, blé, bouilli		1	465	109	72.57	3.79	23.22	0.10	1.40	0.16	0.03	0.02	0.06	0.00
1006	Fruit à pain, cru		1	443	104	71.70	1.50	23.90	1.24	1.90	0.30	0.06	0.44	0.09	0.00
1007	Fruit à pain, bouilli		1	361	85	ND	1.43	19.12	0.99	ND	0.30	0.06	0.44	0.09	0.00
1008	Gingembre, racine, crue		1	328	77	78.90	1.80	15.70	4.62	2.00	0.80	0.21	0.16	0.16	0.00
1009	Gingembre, racine, séchée		1	1387	327	10.10	7.70	67.40	19.82	8.50	2.90	0.77	0.58	0.58	0.00
1010	Gingembre, racine séchée, bouillie (sans sel)		1	1387	327	ND	7.70	67.40	19.82	8.50	2.90	0.77	0.58	0.58	0.00
Légumineuses - Pulses															
1071	Fève, sèche		1	1051	247	11.00	26.10	31.70	5.43	26.30	1.80	0.29	0.35	0.74	0.00
1072	Fève, bouillie (sans sel)		0.92	419	99	64.40	10.40	12.70	2.17	10.50	0.70	0.11	0.14	0.29	0.00
1073	Haricot, blanc, sec		1	1337	315	8.90	22.13	53.20	2.33	10.30	1.48	0.18	0.06	0.30	0.00
1074	Haricot, blanc, bouilli (sans sel)		2.5	493	116	66.30	8.20	19.70	0.50	3.80	0.50	0.11	0.07	0.28	0.00
1075	Lentilles, sèches		1	1000	235	10.30	25.40	29.40	0.65	30.50	1.80	0.18	0.26	0.71	0.00
1076	Lentilles, bouillies (sans sel)		2.73	368	87	61.10	9.30	10.80	0.27	11.20	0.70	0.07	0.10	0.28	0.00
Noix et graines - Nuts and seeds															
1096	Arachide, écorcée, crue		3	2439	577	6.50	25.80	7.63	4.72	8.50	49.24	6.28	24.43	15.56	0.00
1097	Arachide, écorcée, séchée		3	2373	561	6.30	22.40	14.60	9.07	8.50	45.90	5.86	22.79	14.52	0.00
1098	Arachide, écorcée, bouillie (avec sel)		3	1277	302	41.78	13.50	12.46	2.47	8.80	22.00	3.06	10.92	6.96	0.00
1099	Arachide, écorcée, grillée (sans sel)		3	2520	596	1.81	24.35	12.86	4.90	8.40	49.66	7.72	26.18	9.77	0.00
1100	Arachide écorcée, grillée, salée		3	2555	604	1.90	24.70	7.10	3.80	6.00	53.00	3.50	24.20	16.20	0.00
1101	Arachide, pâte		3	2499	591	7.20	25.00	16.50	ND	1.50	41.20	ND	ND	ND	0.00

Image 3 : Aperçu de la table sur la composition des aliments

3.5 Observation des recettes

L'identification des recettes à observer a été faite sur la base des fiches de rappel de 24 heures renseignées sur une période de 6 mois (janvier à juin 2015) couvrant au moins une saison sèche et une saison pluvieuse. Les recettes qui sont déclarées une seule fois par une seule femme ont été écartées ainsi que celles citées par moins de 5 % des femmes, ce qui a permis de retenir au total 86 recettes. Les observations ont été faites aussi bien à domicile qu'en restauration hors domicile c'est-à-dire au près des femmes vendeuses ambulantes ou qui tiennent de petits points de vente de repas prêt à consommer.

3.5.1. Echantillonnage

Les femmes chez qui les recettes ont été observées sont des volontaires choisies parmi celles qui ont participé au rappel de 24h et ayant déclaré avoir consommé la recette à observer dans les deux localités d'étude. Pour ce qui est des restauratrices, elles ont été choisies indépendamment du fait qu'elles appartiennent ou non à la cohorte suivie par le projet. Le principal critère de choix a été la vente d'aliments à la population de Sô-Ava ou d'Akassato.

Pour chaque recette, dix observations ont été faites à raison de 05 à domicile et 05 en restauration. Au cas où le nombre de vendeuses dans la zone d'étude est inférieur à 5, toutes les vendeuses de cette recette sont systématiquement prises en compte. Le choix a été fait de manière à ce que toutes les 5 femmes ne soient pas prises dans un même village pour la même recette. Le second critère de choix, mis à part l'origine de la recette (domicile ou hors domicile), est la consistance. En effet, pour les recettes observées à domicile dont le niveau de consistance varie beaucoup d'une femme à une autre, trois niveaux de consistance ont été retenus à savoir la consistance épaisse, moyenne et légère. Ce critère est applicable seulement à

domicile car on considère qu'il varie très peu lorsqu'il s'agit d'une restauration hors domicile.

Pour une recette telle que la pâte de maïs, dont la consistance est prise en compte et devant être observée à domicile puis en restauration, on réalise au total, 20 observations chez 20 femmes différentes réparties comme suit:

- 05 observations à domicile pour une consistance épaisse ;
- 05 observations à domicile pour une consistance moyenne ;
- 05 observations à domicile pour une consistance légère ;
- 05 observations en restauration hors domicile (pas de consistance).

Cette méthode de recette moyenne permet de prendre en compte les éventuelles différences existantes entre méthode de cuisson ainsi que les variations inter et intra individuelles. La collecte des données a été faite sur tablette avec le logiciel SurveyCTO v1.17, ce qui a permis de mieux contrôler la saisie, de faciliter la supervision, réduire les coûts de collecte et aussi de gagner du temps.

3.5.2. Collecte et traitement des données de recettes

La collecte de données de recette a été faite en même temps que le calibrage des ustensiles de cuisine conçus et utilisés pour l'enquête de consommation. Avant le jour de l'observation de la recette, il y a un premier passage de préparation où les enquêteurs planifient avec la femme, le déroulement de l'observation ainsi que la liste et le coût des ingrédients dont elle aura besoin. Ce même jour, le rendez-vous du jour et heure idéale pour l'observation, est pris.

Le jour de la collecte, la préparation ne commence qu'en présence de l'agent enquêteur (Image3). Toutes les opérations unitaires sont notées avec leur durée de

chacune d'elles. A chaque étape, les poids bruts et nets de tous les ingrédients sont pris y compris l'eau. La casserole est pesée à vide avant cuisson et après cuisson afin d'avoir le poids final de la recette. Une fois la recette prête, un calibrage des ustensiles utilisés par les femmes pour la quantification des ingérés lors du rappel de 24h est fait. Il consiste à prendre le poids de la recette suivant les différentes graduations de l'ustensile. Le calibrage a été fait également pour les prix.

Les données collectées ont été exportées et traitées avec le logiciel STATA. Trois principales tables (Annexe 5) constituants d'importants outils, ont été élaborées à partir de ces données à savoir la table:

- ✓ Equivalence poids – recette – origine – consistance – ustensile – graduation pour les ustensiles gradués;
- ✓ Equivalence poids-recette-origine-consistance-ustensile pour les ustensiles non gradués;
- ✓ Equivalence poids – recette/aliment – prix

3.6 Table de composition des recettes

L'élaboration de la table de composition des recettes moyennes a été faite par un énorme travail d'harmonisation de choix des ingrédients à garder ou non dans les recettes en cas de variation dans les recettes et de calcul. La première principale étape est le calcul, à partir des observations faites pour chaque recette, d'une recette moyenne unique représentative des pratiques de préparation. Ensuite sur la base de la table de composition des aliments mise au point, les valeurs nutritionnelles de ces recettes moyennes ont été calculées.

3.6.1. Harmonisation des consistances et choix des ingrédients

La consistance, dans le cadre de notre étude étant un critère très subjectif basé uniquement sur la conception des femmes, il a été observé des différences de proportions assez importantes d'ingrédients au niveau de certaines recettes ayant une même consistance. Une harmonisation a donc été faite en tenant compte des proportions en eau et des ingrédients principaux se rapprochant le plus les unes des autres pour les classer dans une même catégorie. Dans les rares cas de grande différence, une seule recette moyenne a été calculée à partir de toutes les observations faites sans tenir compte de la consistance qui, dans ce cas, est aussi considérée comme moyenne.

Il arrivait aussi qu'on ait pour une même recette, des listes d'ingrédients variant d'une observation à une autre. Dans ce cas, on se réfère à la valeur nutritionnelle des ingrédients, à leur proportion et au nombre d'observations ayant pris en compte les mêmes ingrédients. Ensuite une concertation d'équipe est faite pour faire des choix au cas par cas avec une documentation et une argumentation bien rédigée. Toutes les recettes moyennes se sont vues attribuer un code à six chiffres, et éventuellement un septième chiffre. Ce codage prend en compte : le lieu de préparation du plat (correspondant au

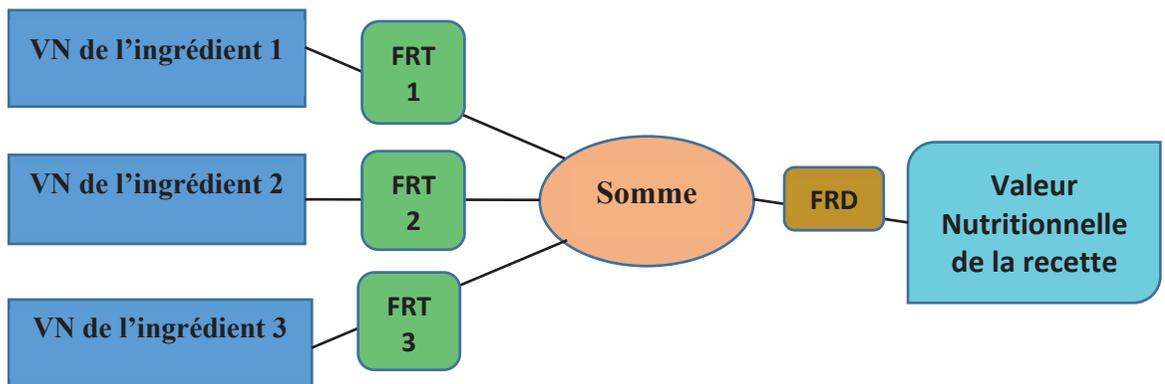
premier chiffre), la consistance (correspondant au deuxième chiffre), le code initial de la recette (correspondant aux troisième, quatrième, cinquième et sixième chiffres). Pour les recettes ayant été séparées en deux recettes distinctes du fait de l'utilisation d'un même ingrédient mais de variété différente et substituable, un septième chiffre a été ajouté pour distinguer ces ingrédients. Ainsi toutes les informations concernant une recette sont retranscrites à travers son code.

3.6.2. Calcul des recettes moyennes et valeurs nutritionnelles

A partir des différentes observations, il a été calculé par recette, le facteur de rendement moyen à partir du poids moyen total net des ingrédients et le poids moyen final de la recette ainsi que les proportions moyennes de chaque ingrédient en tenant compte de l'origine et de la consistance. Ceci nous a permis d'élaborer une table de recette moyenne ayant servi de base pour le calcul des valeurs nutritionnelles des recettes.

Il existe plusieurs méthodes de calcul des valeurs nutritionnelles des recettes selon les recommandations de la FAO. On peut utiliser la méthode d'addition des valeurs nutritionnelles des ingrédients crus, la méthode ingrédient, la méthode de recette totale ou la méthode mixte⁸⁴ qui est la plus fiable. Pour le calcul des valeurs nutritionnelles de la table de composition des recettes de notre étude, nous avons utilisé la méthode mixte. Cette méthode consiste à appliquer un facteur de rétention (FRT) aux nutriments et un facteur de rendement (FRD) à la recette. Le facteur de rétention est le pourcentage de rétention des nutriments, spécifiquement vitamines et minéraux, dans les aliments et/ou recettes après cuisson, stockage, préparation, réchauffement, etc. Il est donc important de connaître le mode de cuisson applicable à chaque

ingrédient dans la recette. Le facteur de rendement est le pourcentage de changement du poids des aliments et/ou de la recette dû à la cuisson. La méthode mixte présente plusieurs avantages car elle permet d’avoir un résultat très proche de la réalité en limitant au maximum les biais. Etant donné que les facteurs de rétention sont appliqués au niveau des ingrédients, le résultat final est plus précis. Nous disposons du poids des ingrédients avant cuisson et du poids de la recette après cuisson, donc nous pouvons calculer le facteur de rendement pour l’appliquer à la recette. Cette méthode présente aussi quelques limites. Le nombre important de mesure à collecter sur la recette (poids des ingrédients avant cuisson, poids de la recette après cuisson, FRT de chaque ingrédient selon le traitement thermique et FRD, etc.). La figure ci-dessous schématise le principe de la méthode mixte utilisée.



VN = Valeur Nutritionnelle

FRT= Facteur de Rétention

FRD = Facteur de Rendement

Figure 4: Méthode mixte de calcul de la valeur nutritionnelle des recettes



**Diversité alimentaire avant et pendant grossesse, une
étude de cohorte au Sud-Bénin: Changement et
facteurs associés**

Résumé

Le régime alimentaire est un mode de vie important et modifiable qui peut avoir une influence sur la santé et le bien-être optimal d'un individu. Il constitue l'un des principaux facteurs déterminants du développement de l'embryon et du fœtus, donc du faible poids de naissance et du retard de croissance intra utérin. Il est alors primordial que les femmes, avant la conception et pendant toute la durée de la grossesse aient une alimentation de qualité afin de réduire les prévalences de morbidité et de mortalité maternelle et néonatale. Ceci est d'autant plus important, étant donné le consensus actuel selon lequel, la nutrition maternelle influence la santé de l'enfant non seulement à court terme mais aussi à long terme. Dans les pays en développement, des études portent de plus en plus sur l'appréciation de la qualité du régime alimentaire et de l'état nutritionnel des femmes pendant grossesse mais très peu font un suivi depuis la préconception jusqu'à l'accouchement. C'est pour cela que la présente étude s'est fixé comme objectif de faire une analyse de l'évolution de la diversité alimentaire des femmes au sud Bénin avant et pendant grossesse. Il s'est agi de façon spécifique, de comparer le score de diversité alimentaire avant et pendant grossesse, d'étudier les facteurs influençant cette diversité et de comprendre les différences de consommation des groupes d'aliments selon chaque période.

Les Scores de Diversité Alimentaire (SDA) des femmes, définis comme le nombre de groupes d'aliments consommés lors des dernières 24 heures, ont été calculés pour chaque visite sur la base des dix groupes d'aliments définis par la FAO pour estimer la consommation alimentaire des femmes (FAO & FHI 360, 2016). Il s'agit de : 1-Grains, racines et tubercules blancs et plantains; 2-

Légumineuses; 3- Noix et grains; 4- Lait; 5- Viandes, volailles et poissons; 6- Oeufs; 7- Légumes à feuilles vertes; 8- Autres fruits et légumes riches en vitamine A; 9- Autres fruits; and 10- Autres légumes. Quatre groupes additionnels à savoir l'huile de palme rouge, autres huiles et graisses, sucre et boissons sucrées et le groupe des boissons alcoolisées. Le pourcentage de femmes ayant atteint le minimum de diversité alimentaire a été calculé en considérant une limite de consommation de cinq groupes d'aliments. Une femme est identifiée comme ayant une alimentation diversifiée lorsqu'elle consomme des aliments appartenant à au moins 05 différents groupes (FAO & FHI 360, 2016; Martin-Prevel et al., 2017). Des modèles de régressions linéaires à effets mixtes ont été utilisés pour examiner les modifications du score de diversité alimentaire sur l'ensemble du suivi. Toutes les analyses ont été faites en considérant la saison et l'arrondissement comme facteurs de contrôle. L'analyse a inclus 234 femmes qui avaient des données avant et pendant grossesse.

Les résultats ont montré que les femmes qui sont tombées enceintes étaient relativement plus jeunes que celles qui ne l'ont pas été (26.8 vs. 28.2 ans, $p < 0.001$). Une forte proportion des femmes ayant été enceintes vivent dans les ménages monogames et ont comme principale activité, le commerce. Il n'y a pas de différence significative entre le groupe de celles qui n'ont pas été enceintes et celles ne l'ayant pas été en ce qui concerne la taille du ménage, la parité, l'ethnie et le niveau d'éducation des femmes. Que ce soit avant ou pendant grossesse, le score de diversité moyen était faible ($4,3 \pm 1,1$ groupes d'aliments) et le régime alimentaire était principalement composé de céréales, d'huile, de légumes (tomate, oignon, piment) et de poissons. Toutefois, la proportion de femmes qui ont consommé des aliments appartenant au groupe

‘‘Viande, volaille et poisson’’ était significativement plus faible durant le 3^{ème} trimestre de grossesse comparativement à l’avant grossesse ($p=0.03$). Les oeufs étaient consommés par seulement 5% des femmes sauf au 2^{ème} trimestre où le taux de femme est passé à 11.4% ($p=0.024$). Le pourcentage de femmes qui ont consommé les boissons sucrées ne change pas de façon significative avant et pendant grossesse (approximativement 40%). En général, le Score de Diversité Alimentaire (SDA) moyen n’a pas changé pendant la grossesse et était faible à tous les trimestres de grossesse. La parité et l’indice de richesse des ménages étaient positivement associés à la diversité alimentaire avant et pendant la grossesse.

Outre les recherches nécessaires pour mieux comprendre les perceptions des populations sur la consommation alimentaire, des efforts doivent être déployés pour encourager les femmes et les communautés à améliorer la diversité des régimes alimentaires avant et pendant la grossesse au Bénin.

Women dietary diversity before and during pregnancy from a cohort study in southern Benin: Change in score and associated factors

Diane R. A Djossinou^{1,2}, Mathilde Savy¹, Nadia Fanou Fogny², Edwige Landais¹, Manfred Accrombessi^{3,4}, Valérie Briand⁴, Emmanuel Yovo³, D. Joseph Hounhouigan¹, Agnès Gartner¹, Yves Martin-Prevel¹

Affiliation

¹ Nutripass, Université de Montpellier, Institut de Recherche pour le Développement (IRD), Montpellier SupAgro, Montpellier, France ;

² Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi (FSA/UAC), Bénin ;

³ Faculté des Sciences de Santé de l'Université d'Abomey-Calavi (FSS/UAC), Bénin

⁴ UMR 216-MERIT, Institut de Recherche pour le Développement (IRD), Université Paris Descartes, Paris, France

Corresponding author:

Diane Roselyne Akuemaho Djossinou,

Email: dianedjossinou@gmail.com

Tel: +229 66 99 02 11

BP1287 Abomey-Calavi, Benin

ABSTRACT

Dietary diversity before and during pregnancy is crucial to ensure optimal foetal health and development. We carried out a cohort study of women of reproductive age living in the Sô-Ava and Abomey-Calavi districts (Southern Benin) to investigate women's changes in dietary diversity and identify their determinants both before and during pregnancy. Non-pregnant women were enrolled (n=1214) and followed up monthly until they became pregnant (n=316), then every 3 months during pregnancy. One 24-hour dietary recall was administered before conception and during each trimester of pregnancy. Women's Dietary Diversity Scores (WDDS) were computed, defined as the number of food groups out of a list of ten consumed by the women during the past 24 hours. The analysis included 234 women who had complete data. Mixed-effects linear regression models were used to examine changes in the WDDS over the entire follow-up, while controlling for the season, subdistrict, socio-demographic and economic factors. At preconception the mean WDDS was low (4.3 ± 1.1 food groups) and the diet was mainly composed of cereals, oils, vegetables, and fish. The mean WDDS did not change during pregnancy and was equally low at all trimesters. Parity and household wealth index were positively associated with the WDDS before and during pregnancy in the multivariate analysis. Additional research is needed to better understand perceptions of food consumption among populations and, more importantly, efforts must be made to encourage women and communities in Benin to improve the diversity of their diets before and during pregnancy.

Keywords: Preconception; Pregnancy; Dietary Diversity; Nutrition; Benin

INTRODUCTION

The transition from the Millennium Development Goals to the Sustainable Development Goals in 2015 placed the health and well-being of women and adolescents at the center of the global agenda (De-Regil, Harding, & Roche, 2016; Mason et al., 2014). Many of the global nutrition efforts in recent years have focused on women during pregnancy and children during their first two years of life – the so-called “1,000 days” period which is considered a window of opportunity to improve both maternal and children’s outcomes in a sustainable manner (Mason et al., 2014; Sharma et al., 2017). Even though dietary intake and nutritional status of women during preconception are essential determinants of a healthy pregnancy as well as optimal fetal growth and development, data regarding diet in the preconception period remain scarce (Dean, Lassi, Imam, & Bhutta, 2014). Studies on the continuum before and during pregnancy are even scarcer, in particular in low and middle-income countries.

In the literature, randomised and observational studies related to pregnancy, and less frequently to the preconception period, focused primarily on women’s micronutrient status and supplementation, in particular with regard to multivitamins, iron, and folic acid (Khan et al., 2011; Potdar et al., 2014; Salcedo-Bellido et al., 2017; Sengpiel et al., 2014; Zheng et al., 2015). For example, a randomised trial in Bangladesh showed that early multimicronutrient supplementation in pregnancy reduces the occurrence of stunting in boys during months 0-54, but not in girls (Khan et al., 2011). However, little attention has been paid to women’s overall diet quality during preconception and gestation, particularly concerning dietary diversity, which has been shown to be associated with greater probability of micronutrient adequacy (Martin-Prevel et al., 2017). Poor dietary diversity during pregnancy has been documented in many contexts,

particularly in low and middle-income countries (Lee, Talegawkar, Merialdi, & Caulfield, 2013). A lack of nutritious foods, as well as low socio-economic levels, are recognised as primary constraints in such contexts (Huybregts, Roberfroid, Kolsteren, & Van Camp, 2009). Dietary behaviors may also be responsible for changes in food consumption pattern during pregnancy. Several studies showed that beliefs about certain foods, cultural taboos, misinformation, lack of knowledge, personal aversion, and lack of appetite could affect women's diets during pregnancy (Huybregts et al., 2009; Kavle & Landry, 2018; Riang'a, Nangulu, & Broerse, 2018).

Increasing our knowledge of changes in women's dietary diversity and their determinants is necessary to design effective long-term nutrition strategies that would optimise pregnancy and foetal outcomes. In this research, we used an original preconceptional cohort design to examine changes in women's dietary diversity from preconception to pregnancy and to investigate their environmental, social, demographic, and economic determinants in Southern Benin.

SUBJECTS AND METHODS

Study design

This study was part of the RECIPAL cohort study [Retard de croissance intra-utérin et paludisme], which has been fully described elsewhere (Accrombessi et al., 2018). Non-pregnant women of reproductive age were recruited at a community level from Sô-Ava and Abomey-Calavi, two semi-urban districts of Benin, and followed up with monthly until they became pregnant; these women constituted the primary cohort (preconceptional follow-up). The subsample of women who became pregnant was then tracked monthly at the maternity clinic from early pregnancy to

delivery; they constituted the secondary cohort (gestational follow-up). The present study collected dietary intakes of women from both the primary and secondary cohorts between November 2014 and December 2017.

The RECIPAL study was approved in Benin by the ethical committees of the Institute of Applied Biomedical Sciences (ISBA) and the Ministry of Public Health, and in France by the French National Research Institute for Sustainable Development (IRD). The study was conducted according to the Helsinki Declaration for medical research. Before data collection, written informed consent was obtained from each participant after ensuring their understanding of the purpose, objectives, confidentiality rules, benefits, and risks of taking part in the study.

Study area

The study took place in four subdistricts in Southern Benin: So-Ava, Houedo-Aguekon, and Vekky in the district of So-Ava, and Akassato in the district of Abomey-Calavi. Both districts are semi-urban areas, but Sô-Ava has the distinction of being a lake area mainly occupied by natives, while Abomey-Calavi is more heterogeneous in terms of population. The climate is subequatorial and characterised by a long rainy season (April-July), a short dry season (August-September), a short rainy season (September-October), and a long dry season (November-March).

Recruitment and follow-up of participants

Women were enrolled in the primary cohort when they met the following criteria: being 18-45 years old, married, non-pregnant, apparently healthy, not known to be sterile, using no current contraception, having no travel plans of more than two months during the 18 months after inclusion, willing to become pregnant, and

planning to deliver in either the Sô-Ava or Abomey-Calavi districts. These women were visited at home every month and tested for pregnancy. Women with positive pregnancy tests were enrolled in the secondary cohort. Women who did not conceive after one year of follow-up were invited to the district maternal care center for a medical examination. In cases of genital infection, they received medical advice and were referred to a gynaecologist. Follow-up stopped after two years when women did not become pregnant.

Data collection and key indicators

Demographic and socio-economic characteristics

Demographic and socio-economic characteristics of both women and their households were collected once upon inclusion in the primary cohort via a structured questionnaire. Data included household size, assets, housing type, women's ages, parity (number of children, alive or dead), type of union (polygamous/monogamous), ethnic group, education, and main activities. A Multiple Correspondence Analysis (MCA) (Sourial et al., 2010; Traissac & Martin-Prevel, 2012) using socio-economic data was performed to compute a wealth index and to classify households into low, middle, and high wealth levels according to tertiles.

Dietary intake assessment

Dietary assessments of women were conducted before conception and at each trimester of pregnancy. The minimum number of dietary assessments per woman considered in this analysis was two and the maximum was four. One quantitative 24-hour dietary recall (Gibson, Charrondiere, & Bell, 2017; Gibson & Ferguson, 2008) was performed through face-to-face interviews. Women were asked to

describe all foods, drinks, and snacks consumed over the last 24 hours, including a detailed description of the recipes. Food items consumed were classified into 10 food groups according to recommended classifications (FAO & FHI 360, 2016) : 1-Grains, white roots and tubers, and plantains (also known as starchy staples); 2-Pulses (beans, peas, lentils); 3-Nuts and seeds; 4-Dairy; 5-Meat, poultry, and fish; 6-Eggs; 7-Dark green leafy vegetables; 8-Other Vitamin A-rich fruits and vegetables; 9-Other fruits; and 10-Other vegetables. The number of food groups consumed was summed up and dichotomised using a cut-off at five food groups to compute the Minimum Dietary Diversity for Women (MDD-W) indicator, which has been recently developed and validated as a proxy of micronutrient adequacy (FAO & FHI 360, 2016; Martin-Prevel et al., 2017). We also used the number of food groups consumed as a continuous variable, namely the Women's Dietary Diversity Score (WDDS-10), which ranged from 0 to 10 food groups.

Four additional food groups - red palm oil, other oils and fats, sugar and sugary drinks, and alcoholic beverages - were used for the purpose of describing women's dietary patterns. These groups were not used in the calculation of WDDS or MDD-W.

Anthropometric measurements

Women's height was measured at inclusion. Women's weight was measured twice during the preconceptional follow-up, then once a month during the gestational follow-up. Both weight and height were measured according to WHO standard procedures (Norgan, 1988). Height was measured to the nearest millimetre with a SECA 206 gauge (Hamburg, Germany). Weight was measured with calibrated electronic scales (Tefal, France) with a precision of 100g. Body Mass Index (BMI) was calculated before pregnancy and women were classified as underweight

(BMI<18.5 kg/m²), normal (18.5≤BMI≤24.9 kg/m²), or overweight or obese (BMI≥25 kg/m²) based on WHO classification (WHO, 2018).

Data quality and management

Data was collected by seven enumerators (five nurses and two nutritionists) holding at least bachelor's degrees, with experience in field data collection. They were trained over six days on the 24-hour recall technique, the questionnaire and tools, and anthropometric measurements. The questionnaire was pre-tested by the enumerators during the training and was adjusted where needed. During data collection, the enumerators were supervised daily by an experienced nutritionist doubling as the principal investigator (PI) and supported by a team of experts in nutritional epidemiology. The supervisor checked the proper completion of the questionnaires daily as well as consistency of the answers. Data from dietary recalls were entered and cross-checked by repeated entry using the Epidata entry 3.1 software (Lauritsen JM & Bruus M, 2004), while anthropometric, socio-economic, and demographic data was entered using ACCESS 2007.

Statistical analyses

Statistical analyses were performed using Stata 13 (College Station, TX, USA). We first described the basic characteristics of the sample from the primary cohort and examined whether women who became pregnant during the project (n=316) differed from women who did not (n=581). We presented mean (SD) for continuous variables and frequencies (%) for categorical variables. The main analysis was restricted to women who had one assessment at preconception and at least one assessment during pregnancy (n=234). The mean WDDS, the proportion of women who consumed different food groups, and the proportion of women reaching the MDD-W were compared over the entire follow-up using a linear mixed model (for

continuous variables) or a logistic mixed model (for categorical variables) including a random intercept (the individual) to take into account repeated measurements for the same subject. In bivariate analyses, we examined factors that were associated with women's dietary diversity before pregnancy, using the WDDS as the continuous response variable in linear regression models and using. Factors tested included: subdistricts (geographical factor); women's ages, household size, parity, type of union, ethnic groups, women's and their husband's education levels (socio-demographic factors); women's and their husbands' professional activities and wealth index of the household (economic factors); women's body mass index (nutritional factor). Variables associated with the WDDS with a level of statistical significance of 0.20 were considered for the multivariate analysis. Blocks of factors were constituted based on conceptual reasons (factors belonging to a same dimension); these blocks were successively entered in the model using a manual ascending method. The final multivariate model was used to test if the WDDS changed between the visits of follow-up (preconception, trimester 1, 2, or 3 of pregnancy). Interaction terms factor*visit were also tested in the final model to examine whether any change in the WDDS differed according to the modality of the factors. Univariate and multivariate analyses were systematically controlled for the season because of its known effect on food availability and hence on dietary diversity. Statistical level of significance was set at $p < 0.05$.

RESULTS

Sample description

A total of 897 women participated in the dietary intake study (Figure 1). Only 815 of those women were followed during the preconceptional period (primary cohort), since 82 women were already pregnant when the study started and hence entered the secondary cohort directly. With respect to the four time points of the dietary intake survey, the number of women varied as follows: 815 at preconception, 210 at the first trimester of pregnancy, 149 at the second trimester of pregnancy, and 134 at the third trimester of pregnancy. A total of 131 women were assessed at all four time points. From the primary cohort, 581 women did not become pregnant during the study and 234 women did.

At inclusion, women who became pregnant during follow-up were significantly younger than those who did not (26.8 vs. 28.2 y, $p < 0.001$) (Table 1). A higher proportion of women who became pregnant lived in monogamous households and were employed in comparison to women who did not become pregnant. There were no differences in household size, parity, ethnic group, and education between the two groups. The prevalence of overweight and obesity was high in both groups, but mostly among non-pregnant women (37% versus 26%, $p = 0.035$).

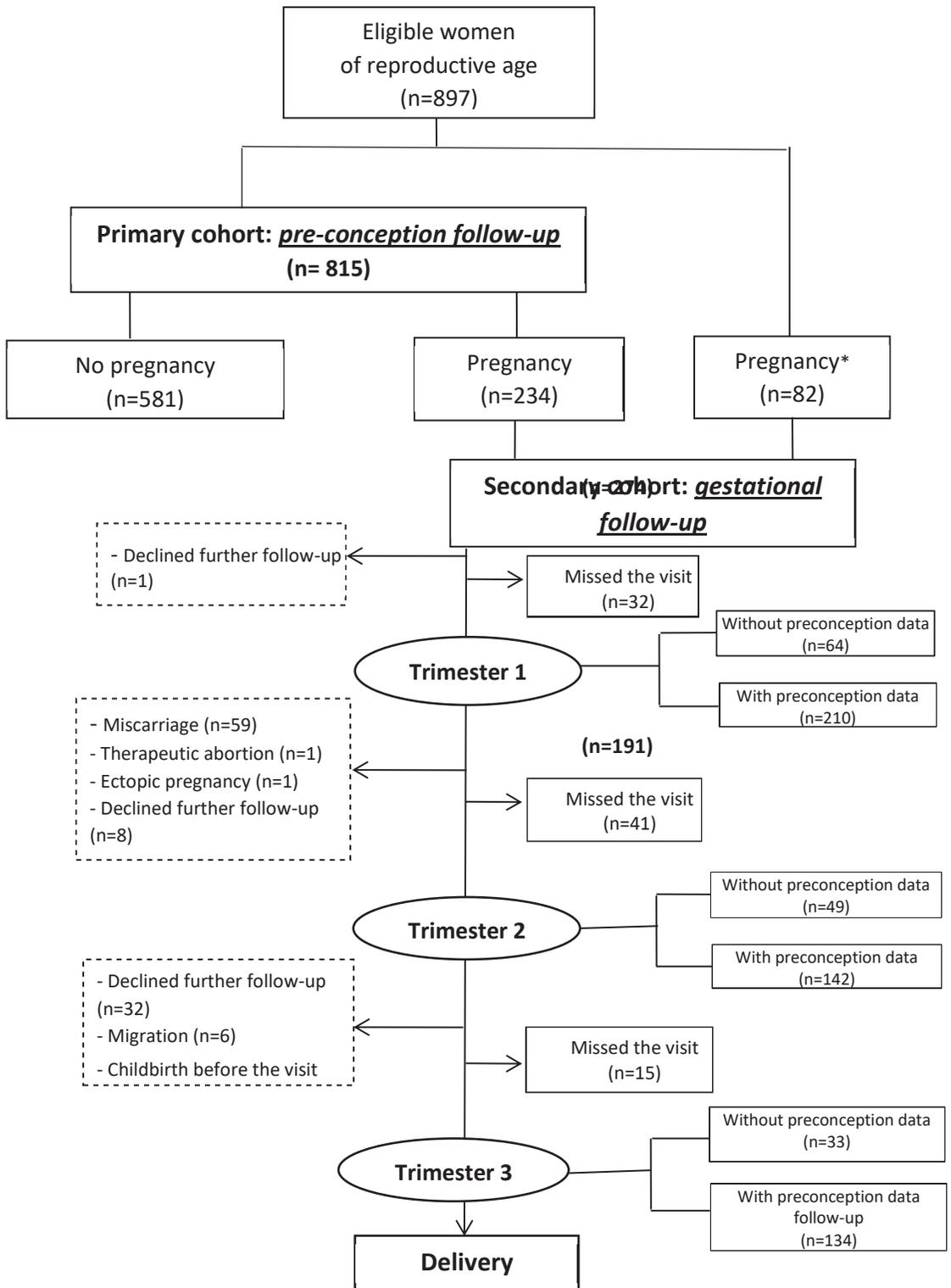


Figure 1: Flow diagram of participants
Changes in dietary diversity

Before pregnancy, the WDDS ranged from 2 to 8 food groups, with an average of 4.3 ± 1.1 food groups (Figure 2). The WDDS also ranged from 2 to 8 food groups at trimesters 1 and 2 of pregnancy, and ranged from 1 to 7 food groups at trimester 3. The mean WDDS was 4.2 ± 1.2 , 4.3 ± 1.2 , and 4.1 ± 1.2 food groups in the first, second, and third trimesters of pregnancy, respectively. No statistical difference was observed in the mean WDDS according to the visit. The MDD-W (5 food groups out of 10) was reached by 41.1% of women before conception. This proportion decreased to 37.5%, 36.9%, and 36.6% at trimesters 1, 2, and 3 of pregnancy, respectively, but none was statistically different from the preconception value.

Before pregnancy, as well as during pregnancy, women's diets were mainly composed of "Grains, plantains, white roots and tubers" (in particular maize, cassava, and their derivatives), "Other vegetables" (mainly tomatoes, onions, and pepper), "Others oils and fats" and "Meat, poultry, and fish" (mainly fish and their derivatives) (Figure 3). Nevertheless, the percentage of women who consumed foods from the group of "Meat, poultry, and fish" was slightly lower during the 3rd trimester of pregnancy compared to before pregnancy ($p=0.03$). Before pregnancy, the proportions of women who consumed "Nuts and Seeds" (mainly groundnuts, sesame seeds, and nere) and "Pulses" (mainly cowpeas and Bambara nuts) were approximately 40% and 30%, respectively. These proportions did not differ statistically during pregnancy.

Table 1: General characteristics of the women

Variables	Women who did not become pregnant (n=581)	Women who became pregnant (n=316)	P-value
	Mean ± SD or %		
Subdistricts			
Vekky	34.5	28.2	<0.001
Houedo-Aguekon	12.7	-	
So-Ava	17.5	29.1	
Akassato	35.3	42.7	
Age	28.2 ± 5.7	26.8 ± 4.8	<0.001
≤ 24 y	26.8	29.9	<0.001
25 to 29 y	31.0	43.2	
30 to 34 y	23.0	17.9	
≥ 35 y	19.2	9.0	
Household size	5.7 ± 3.0	5.9 ± 3.1	0.814
≤ 5 persons	57.1	58.5	0.549
> 5 persons	42.9	41.5	
Parity	2.8 ± 2.0	2.8 ± 2.0	0.698
0 or 1 child	31.1	29.9	0.663
2 children or more	68.9	70.1	
Type of union			
Monogamous	61.0	73.0	0.002
Polygamous	39.0	27.0	
Ethnic group			
Toffin	63.5	58.1	0.158
Other	36.5	41.8	
Education			
No education, Primary or Able to read and write	91.5	89.3	0.331
Middle school or higher level	8.5	10.7	
Occupational activity			
Agriculture (self-employed)	10.7	10.9	0.011
Trade (self-employed)	66.6	54.1	
Employee	22.9	34.6	
Body Mass Index (kg/m²)	24.1 ± 5.0	23.4 ± 4.4	0.060
Underweight	7.6	7.2	0.035
Normal	55.4	64.1	
Overweight or obese	37.0	28.6	

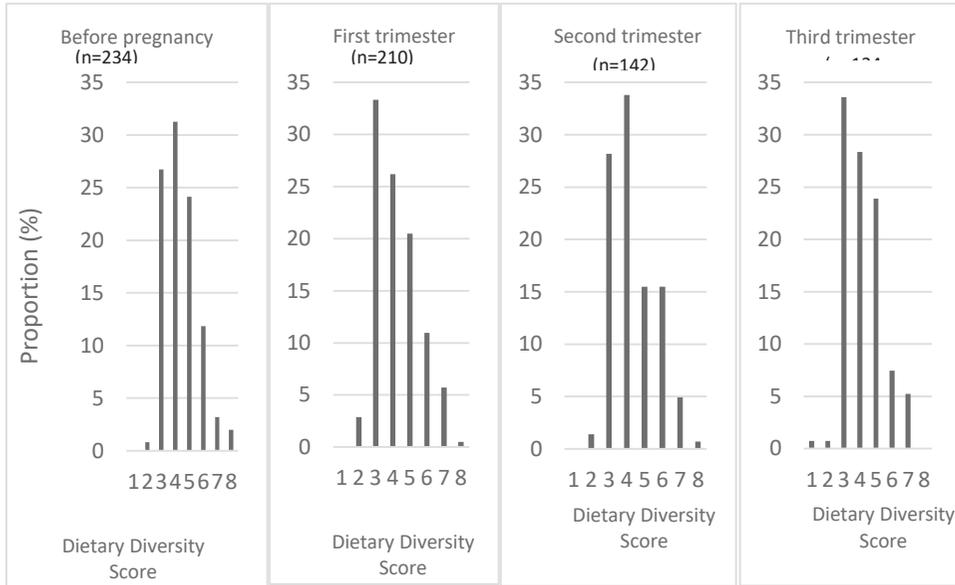
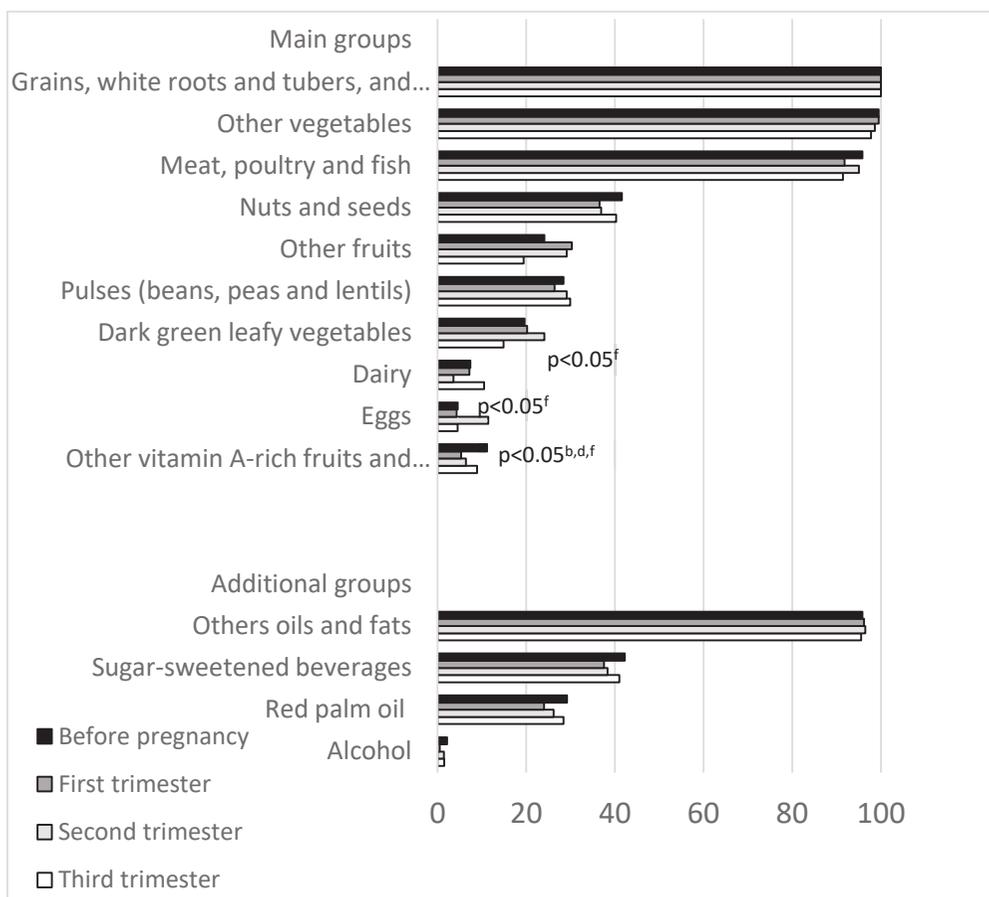


Figure 2: Distribution of the women’s dietary diversity score before pregnancy and by trimester of pregnancy

"Other fruits" and "Dark green leafy vegetables" were consumed by less than 30% of women before pregnancy and tended to increase at trimester 1 or 2 and to decrease back to the initial level at trimester 3 ($p < 0.05$). Overall, the proportion of women who consumed dairy products was very low, but it increased to 10.5% at trimester 3 ($p = 0.036$). Eggs were consumed by less than 5% of women, except at trimester 2 when the consumption reached 11.4% ($p = 0.024$). The consumption of foods from “Other vitamin A-rich fruits and vegetables” group was statistically lower during pregnancy as compared to the preconceptional period ($p = 0.041$). The proportion of women who consumed sugar-sweetened beverages was not significantly different before and during pregnancy (approximately 40%).



a = Before pregnancy vs 1st trimester; b = Before pregnancy vs 2nd trimester; c = Before pregnancy vs 3rd trimester;
 d = 1st trimester vs 2nd trimester; e = 1st trimester vs 3rd trimester; f = 2nd trimester vs 3rd trimester

Figure 3: Percentage of women who consumed different food groups before and throughout pregnancy (n=234)

Factors associated with women's dietary diversity before and during pregnancy

Before conception, the mean WDDS varied across the subdistricts, with the highest level observed in Akassato and the lowest level in Vekky (Table 2). Toffin women also had lower WDDS compared to the other ethnic groups (4.2 vs. 4.5 food groups, $p=0.001$), as did women with 0 or 1 child compared to women with 2 or more children. The mean WDDS gradually increased with the wealth index. Women's

ages, professional activities, and education levels were not associated with dietary diversity. Household size and the professional activities and education levels of the husbands were likewise not associated with the WDDS.

In the multivariate analysis adjusted for the season, subdistrict, parity, ethnic group, and wealth index, the adjusted mean WDDS \pm SEM equaled 4.3 \pm 0.07 food groups at preconception, 4.2 \pm 0.08 at trimester 1 of pregnancy, 4.3 \pm 0.09 at trimester 2, and 4.2 \pm 0.1 at trimester 3, and these differences remained non-significant (Table 3). Only the parity and the wealth index remained positively associated with the mean WDDS in this adjusted model. The subdistrict had no effect on the mean WDDS, but the interaction term subdistrict*visit was statistically significant, suggesting that the change in the mean WDDS across the four visits was different across the subdistricts. A stratified analysis by subdistrict revealed that the mean WDDS did not statistically change over the four visits in Akassato and in Vekky, while it decreased during pregnancy in Sô-Ava compared to the preconception visit, in particular at trimester 2 (Figure 4).

Table 2: Factors associated with the women’s dietary diversity score (WDDS) before pregnancy, controlled for the season

Variables	Preconception visit (n=234)		
	n	Mean WDDS±SEM	p-value
Subdistrict			<0.001
	Vekky	66	3.8±0.1
	Sô-Ava	68	4.3±0.1
	Akassato	100	4.6±0.1
Season			<0.001
	Long rainy season	18	4.5±0.2
	Short dry season	130	4.1±0.1
	Short rainy season	66	4.8±0.1
	Long dry season	20	3.8±0.2
Age			0.19
	≤ 24 y	69	4.0±0.1
	25 to 29 y	101	4.3±0.1
	30 to 34 y	42	4.5±0.2
	≥ 35 y	22	4.3±0.2
Household size			0.50
	≤ 5 persons	136	4.3±0.1
	> 5 persons	98	4.3±0.1
Parity			0.01
	0 or 1 child	69	4.0±0.1
	2 or more or more	165	4.4±0.1
Type of union			0.87
	Monogamous	170	4.3±0.1
	Polygamous	63	4.3±1.1
Ethnic group			0.001
	Toffin	136	4.1±0.1
	Other	98	4.5±0.1
Women’s education level			0.20
	No education, Primary or Able to read and write	209	4.3±0.1
	Middle school or higher level	25	4.6±0.2
Professional activity			0.21
	Agriculture	24	4.0±0.2
	Trade	120	4.3±0.1
	Employee	76	4.5±0.1
Wealth index			0.01
	Low	76	4.1±0.1
	Medium	81	4.2±0.1

Variables	Preconception visit (n=234)		
	n	Mean WDDS±SEM	p-value
High	77	4.6±0.1	
Body Mass Index before pregnancy (kg/m²)			0.35
Underweight	17	4.0±0.3	
Normal	149	4.3±0.9	
Overweight and obese	68	4.4±0.1	
Husband's Education level			0.18
No education, Primary or Able to read and write	192	4.2±0.1	
Middle school or more	42	4.5±0.2	
Husband's activity			0.20
Agriculture	81	4.1±0.1	
Trade	21	4.5±0.2	
Employee	125	4.3±0.2	

Table 3: Multivariate analysis of the change in women's dietary diversity scores from preconception to pregnancy

Variables	n	β	[95%CI]	p-value
Subdistrict				0.205
Vekky	66	ref	ref	
Sô-Ava	68	0.3181	[-0.070, 0.706]	
Akassato	100	0.3222	[-0.094, 0.738]	
Season				0.582
Short rainy season	18	ref	ref	
Long dry season	130	0.0967	[-0.348, 0.154]	
Long rainy season	66	0.0006	[-0.256, 0.258]	
Short dry season	20	0.1495	[-0.439, 0.140]	
Visit				0.163
Preconception	234	ref	ref	
Pregnancy - First trimester	210	0.0072	[-0.380, 0.394]	
Pregnancy - Second trimester	142	0.1844	[-0.251, 0.620]	
Pregnancy - Third trimester	134	0.3559	[-0.791, 0.079]	
Parity				0.038

Variables	n	β	[95%CI]	p-value
0 or 1 child	69	ref	ref	
2 or more	165	0.2166	[0.012, 0.421]	
Wealth index				0.005
Low	76	ref	ref	
Medium	81	0.2094	[-0.057, 0.475]	
High	77	0.5261	[0.197, 0.855]	
Visit* Subdistrict interaction				0.050
Preconception at Vekky	66	ref	ref	
1 st trimester at Sô-Ava	54	0.4459	[-0.988, 0.096]	
1 st trimester at Akassato	100	0.0294	[-0.457, 0.516]	
2 nd trimester at Sô-Ava	31	0.7684	[-1.397, -0.140]	
2 nd trimester at Akassato	72	0.0098	[-0.555, 0.535]	
3 rd trimester at Sô-Ava	39	0.0334	[-0.569, 0.636]	
3 rd trimester at Akassato	56	0.4855	[-0.080, 1.051]	

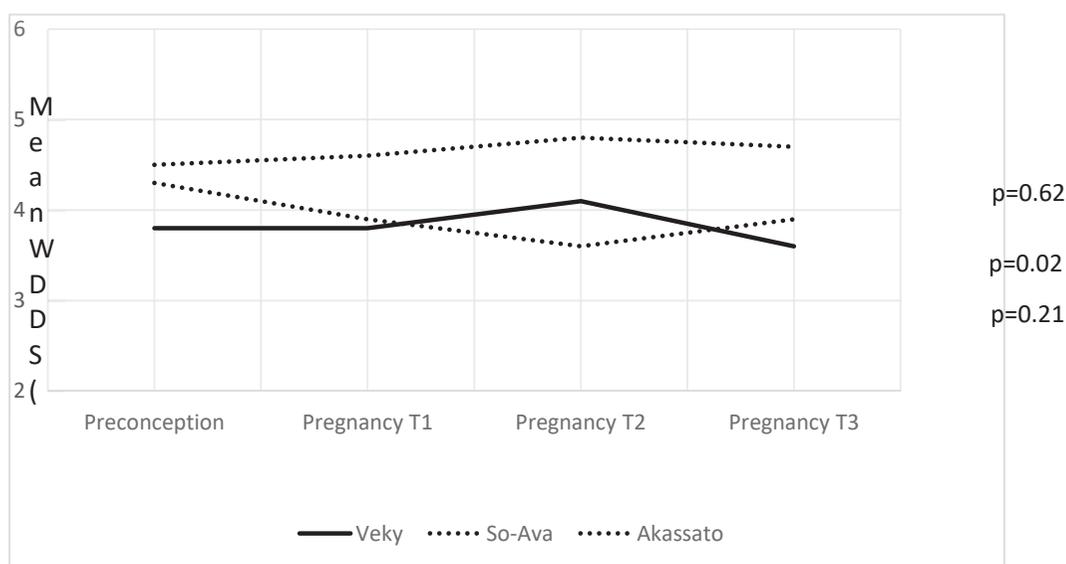


Figure 4: Changes in the mean women's dietary diversity score throughout follow-up, by subdistrict (Vekky, n=66; Sô-Ava, n=68; Akassato, n=100)

DISCUSSION

The present study used unique cohort data to describe the dietary diversity of women of reproductive age before conception and during pregnancy in two districts of Southern Benin. Our findings showed that dietary diversity scores of women before conception were low as compared to the cut-off of 5 food groups in these semi-urban areas, more so in the subdistricts of Sô-Ava and Vekky than in the sub-district of Akassato. Barely 41% of women reached the MDDW, and their diets were primarily composed of cereals, oils, vegetables, and fish. Before pregnancy, dietary diversity of women was strongly associated with the subdistrict in which they lived, the ethnic group to which they belonged, the number of children they had, and the wealth index of their household. Overall the WDDS did not vary when women became pregnant, and the scores remained low at all trimesters of pregnancy. However, in the particular setting of So-Ava, the WDDS slightly decreased during pregnancy, in particular at trimester 2, as compared to the preconception period. The nutritional needs of pregnant women are high and diversified diets are necessary to meet those needs.

We observed no difference in dietary diversity between the preconception and pregnancy periods, thus suggesting pregnant women do not change their diet upon learning they are pregnant. The low dietary diversity observed in preconception could therefore persist during pregnancy and put pregnant women at risk of micronutrient deficiencies with associated consequences on the baby (Hjertholm et al., 2018; Riang'a, Nangulu, & Broerse, 2017; Young et al., 2015). A study conducted in five resource-poor settings has documented that dietary diversity was associated with micronutrient adequacy among women (Arimond et al., 2010). The link between the mother's diet and the occurrence of malformations or pathologies such as hypertension and diabetes in their children as adults has been widely demonstrated

(Ramakrishnan, Grant, Goldenberg, Zongrone, & Martorell, 2012; Weber, Ayoubi, & Picone, 2015).

In the multivariate analysis, parity and household wealth index were both associated with a higher WDDS at preconception and with a positive change in the WDDS throughout follow-up. The socioeconomic level of the household is a well-known determinant of women's dietary diversity in African contexts (Doyle, Borrmann, Grosser, Razum, & Spallek, 2017; Huybregts et al., 2009; Krige et al., 2018; Rosen et al., 2018). Here, we showed that women with less economic constraints had better access to varied foods and were able to increase their dietary diversity during pregnancy. Women with several children were also more likely to cook every day for them, and to benefit themselves at the same time. Our study did not show a significant relationship between a woman's education level and dietary diversity before or during pregnancy. This may be due to the small number of women with formal education ($n = 25$). Previous studies in some developing countries have often shown a link between the level of education of women and the quality of their diet (Huybregts et al., 2009, Mayén, Marques-Vidal, Paccaud, Bovet, & Stringhini, 2014). The place of living also influenced women's dietary diversity. WDDS were the lowest in the subdistricts of Vekky and Sô-Ava, probably because of a lower food availability as compared to Akassato, which is more urbanised, less isolated, and much less dependant on local food resources. However, we only observed a decrease in WDDS in Sô-Ava during pregnancy. This may be explained by the fact that this particular area is very much rooted in tradition and beliefs. Strong socio-cultural beliefs can lead to diet restrictions and contribute to either an absence of change or a decrease in WDDS before and during pregnancy. Studies in Burkina Faso, Kenya, Niger, and Nepal have shown that the factors that can be responsible for the change in food-consumption patterns during pregnancy were the fear of hav-

ing a large baby and beliefs held about certain foods (Christian et al., 2006; Huybregts et al., 2009; Riang'a et al., 2018; Rosen et al., 2018). In our study, we did observe small variations in some food group consumption. For example, the consumption of dairy products slightly increased at trimester 3 of pregnancy compared to the other visits. Extensive knowledge of the study area leads us to hypothesise that women drink a large amount of herbal teas, with or without milk, as well as other fresh dairy drinks in late pregnancy instead of eating properly, in order to reduce the size of the baby and thus avoid potential complications at delivery. Taboos about the consumption of eggs are also widespread in Africa. In some parts of Kenya, for example, the consumption of eggs during pregnancy is believed to cause obstructed labour (Riang'a, Broerse, & Nangulu, 2017). In several African countries, eating eggs may be associated with sterility (Latham, 2001). It is likely that similar beliefs about eating eggs exist in Benin. These beliefs generally concern foods or food groups that are not very frequently consumed, so the impact on dietary diversity scores was low.

Food prohibitions or restrictions during pregnancy, as well as a possible lack of awareness and knowledge about the importance of dietary diversity could be minimised by providing behaviour change communication and dietary counseling to the mothers during antenatal visits or any other communication means. However, changes in dietary behaviour are unlikely to be achieved if the whole family and community is not involved in the process (Riang'a et al., 2018). The fear of having a large baby may also be related to the risk of complications at childbirth, a situation not always well managed by the district's often understaffed and/or under-equipped health centers. Improving health care quality and hence the trust of the community in the health system would also help reduce harmful beliefs about diet.

Limitations and strengths of the study

This study has some limitations. There was only one 24-hour recall administered at each time point; for this reason, we could not survey women's habitual dietary intake. We also focused on dietary diversity, a single dimension of diet quality, and did not take into account other dimensions or food quantities. Another limitation is the lack of a qualitative survey on the socio-cultural component for objective measurement of attitudes, behaviours, and beliefs regarding diets before and during pregnancy. Such data would have helped us gain more insight into the trends of our results. However, this was beyond the primary focus of our study, which was to investigate whether there are changes in women's dietary diversity before and during pregnancy. Further research will focus on this purpose. Nevertheless, the cohort design of the study was a real strength and constituted a unique source of data in West Africa. As this study was part of a larger study for which biological samples were collected, we believe that the high rate of lost to follow-up was precisely due to very strong endogenic belief and mistrust towards the research team.

CONCLUSION

Our study used a cohort design to show that dietary diversity scores of women living in two semi-urban districts of Southern Benin were low before conception and did not change during pregnancy. This lack of change was mainly due to socio-economic constraints and possibly to negative behaviours related to socio-cultural beliefs. Although increasing food availability and accessibility in such a context is challenging, efforts can be made to increase awareness and inform women and the whole community of the importance of a diversified diet during pregnancy.

KEY MESSAGES:

- Dietary diversity scores of reproductive age women were low in semi-urban areas of Southern Benin and less than 41% of women reached the Minimum Dietary Diversity for Women.
- Women's dietary diversity scores did not change during pregnancy compared to the preconception period, with small variations in the consumption of some food groups such as eggs, dairy products, fruits, and dark green leafy vegetables.
- The absence of change in women's dietary diversity scores was mainly due to socio-economic constraints and might be determined by dietary restrictions related to strong socio-cultural beliefs.

REFERENCES

Accrombessi M., Yovo E., Cottrell G., Agbota G., Gartner A., Martin-Prevel Y., ... Briand V. (2018). Cohort profile : Effect of malaria in early pregnancy on fetal growth in Benin (RECIPAL preconceptional cohort). *BMJ Open*, 8(1), e019014.

Arimond M., Wiesmann D., Becquey E., Carriquiry A., Daniels M. C., Deitchler M., ... Torheim L. E. (2010). Simple Food Group Diversity Indicators Predict Micronutrient Adequacy of Women's Diets in 5 Diverse, Resource-Poor Settings. *The Journal of Nutrition*, 140(11), 2059S-2069S.

Birlouez E. (2011). *Les déterminants de la consommation alimentaire*. Présenté à Comité Consommateurs, Paris, France. Consulté à l'adresse, http://www.aprifel.com/userfiles/file/cc_determinants_conso/e.birlouez_-_interfel_comite_conso_10.10.2011.pdf

Christian P., Bunjun Srihari S., Thorne-Lyman A., Khatry S. K., LeClerq S. C., & Ram Shrestha S. (2006). *Eating Down* in Pregnancy: Exploring Food-Related Beliefs and Practices of Pregnancy in Rural Nepal. *Ecology of Food and Nutrition*, 45(4), 253-278.

Dean S. V., Lassi Z. S., Imam A. M., & Bhutta Z. A. (2014). Preconception care: nutritional risks and interventions. *Reproductive Health*, 11, S3.

De-Regil L. M., Harding K. B., & Roche M. L. (2016). Preconceptional Nutrition Interventions for Adolescent Girls and Adult Women: Global Guidelines and Gaps in Evidence and Policy with Emphasis on Micronutrients. *The Journal of Nutrition*, 146(7), 1461S-1470S.

Donnars C., Sabbagh C., Tibi A., Padilla M., Romon-Rousseaux M., Donnars C., ... Guichard E. (2010). *Dietary behaviours and practices : Determinants, action, outcomes* (p. 66) [Executive summary]. Consulté à l'adresse INRA website:

<http://inra.dam.front.en.pad.brainsonic.com/ressources/afile/224968-6e1fe-resource-dietary-behaviours-scientific-expertise-summary.html>

Doyle I.-M., Borrmann B., Grosser A., Razum O., & Spallek J. (2017). Determinants of dietary patterns and diet quality during pregnancy: a systematic review with narrative synthesis. *Public Health Nutrition*, 20(06), 1009-1028.

FAO & FANTA. (2016). Minimum Dietary Diversity for Women: A Guide for Measurement. Rome : FAO.

Gibson R. S., Charrondiere U. R., & Bell W. (2017). Measurement Errors in Dietary Assessment Using Self-Reported 24-Hour Recalls in Low-Income Countries and Strategies for Their Prevention. *Advances in Nutrition*, 8(6), 980-991.

Gibson R. S., & Ferguson E. L. (2008). Conducting the interactive 24-hour recall. In *An interactive 24-hour recall for assessing the adequacy of iron and zinc intakes in developing countries* (Vol. 8, p. 160).

Hjertholm K. G., Iversen P. O., Holmboe-Ottesen G., Mdala I., Munthali A., Maleta K. (2018). Maternal dietary intake during pregnancy and its association to birth size in rural Malawi: A cross-sectional study. *Maternal & Child Nutrition*, 14(1), n/a-n/a.

Huybregts L. F., Roberfroid D. A., Kolsteren P. W. & Van Camp J. H. (2009). Dietary behaviour, food and nutrient intake of pregnant women in a rural community in Burkina Faso. *Maternal & Child Nutrition*, 5(3), 211-222.

Kavle J. A., & Landry M. (2018). Addressing barriers to maternal nutrition in low- and middle-income countries: A review of the evidence and programme implications. *Maternal & Child Nutrition*, 14(1), e12508.

Khan A. I., Kabir I., Ekstrom E.-C., Asling-Monemi K., Alam D. S., Frongillo E. A. *et al* (2011). Effects of prenatal food and micronutrient supplementation on child growth from birth to 54 months of age: a randomized trial in Bangladesh. *Nutr J*, 10(1), 134.

Krige S. M., Booley S., Levitt N. S., Chivese T., Murphy K., & Harbron J. (2018). Dietary Intake and Beliefs of Pregnant Women with Gestational Diabetes in Cape Town, South Africa. *Nutrients*, 10(9), 1183.

Latham, M. (2001). Les facteurs socioculturels en nutrition. In *LA NUTRITION DANS LES PAYS EN DÉVELOPPEMENT*. Consulté à l'adresse

<http://www.fao.org/3/w0073f/w0073f00.htm#toc>

Lauritsen JM, & Bruus M. (2004). *EpiData version 3.1. A Comprehensive Tool for Validated Entry and Documentation of Data.*

Lee S. E., Talegawkar S. A., Merialdi M., & Caulfield L. E. (2013). Dietary intakes of women during pregnancy in low- and middle-income countries. *Public Health Nutrition*, 16(08), 1340-1353.

Martin-Prevel Y., Arimond M., Allemand P., Wiesmann D., Ballard T. J., Deitchler, M. *et al* (2017). Development of a Dichotomous Indicator for Population-Level Assessment of Dietary Diversity in Women of Reproductive Age. *Current Developments in Nutrition*, 1(12), cdn.117.001701.

Mason J. B., Shrimpton R., Saldanha L. S., Ramakrishnan U., Victora C. G., Girard A. W. (2014). The first 500 days of life: policies to support maternal nutrition. *Global Health Action*, 7.

Norgan N. G. (1988). A Review of: "Anthropometric Standardization Reference Manual". Edited by T. G. LOHMAN, A. F. ROCHE and R. MARTORELL. (Champaign, IL.: Human Kinetics Books, 1988.) [Pp. vi+177.] £28·00. ISBN 087322 121 4. *Ergonomics*, 31(10), 1493-1494.

Potdar R. D., Sahariah S. A., Gandhi M., Kehoe S. H., Brown N., Sane H. (2014). Improving women's diet quality preconceptionally and during gestation: effects on birth weight and prevalence of low birth weight-a randomized controlled efficacy trial in India (Mumbai Maternal Nutrition Project). *American Journal of Clinical Nutrition*, 100(5), 1257-1268.

Ramakrishnan U., Grant F., Goldenberg T., Zongrone A., & Martorell R. (2012). Effect of Women's Nutrition before and during Early Pregnancy on Maternal and Infant Outcomes: A Systematic Review. *Paediatric and Perinatal Epidemiology*, 26, 285-301.

Riang'a, R. M., Broerse, J., & Nangulu, A. K. (2017). Food beliefs and practices among the Kalenjin pregnant women in rural Uasin Gishu County, Kenya. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 13(1), 29.

Riang'a R. M., Nangulu A. K., & Broerse J. E. W. (2017). "When a woman is pregnant, her grave is open": health beliefs concerning dietary practices among

pregnant Kalenjin women in rural Uasin Gishu County, Kenya. *Journal of Health, Population and Nutrition*, 36, 53.

Riang'a R. M., Nangulu A. K., & Broerse J. E. W. (2018). Perceived causes of adverse pregnancy outcomes and remedies adopted by Kalenjin women in rural Kenya. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 18(1), 408.

Rosen J. G., Clermont A., Kodish S. R., Matar Seck A., Salifou A., Grais, R. F. *et al* (2018). Determinants of dietary practices during pregnancy: A longitudinal qualitative study in Niger. *Maternal & Child Nutrition*, 14(4), e12629.

Salcedo-Bellido I., Martínez-Galiano J., Olmedo-Requena R., Mozas-Moreno J., Bueno-Cavanillas A., Jimenez-Moleon J. *et al* (2017). Association between Vitamin Intake during Pregnancy and Risk of Small for Gestational Age. *Nutrients*, 9(12), 1277.

Sengpiel V., Bacelis J., Myhre R., Myking S., Devold Pay A. S., Haugen M. *et al* (2014). Folic acid supplementation, dietary folate intake during pregnancy and risk for spontaneous preterm delivery: a prospective observational cohort study. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 14(1).

Sharma R., Gaffey M. F., Alderman H., Bassani D. G., Bogard K., Darmstadt G. L. *et al* (2017). Prioritizing research for integrated implementation of early childhood development and maternal, newborn, child and adolescent health and nutrition platforms. *Journal of Global Health*, 7(1).

Sourial N., Wolfson C., Zhu B., Quail J., Fletcher J., Karunanathan S. *et al* (2010). Correspondence analysis is a useful tool to uncover the relationships among categorical variables. *Journal of Clinical Epidemiology*, 63(6), 638-646.

Traissac P., & Martin-Prevel Y. (2012). Alternatives to principal components analysis to derive asset-based indices to measure socio-economic position in low- and middle-income countries: the case for multiple correspondence analysis. *International Journal of Epidemiology*, 41(4), 1207-1208.

Weber M., Ayoubi J.-M., & Picone O. (2015). Nutrition de la femme enceinte : conséquences sur la croissance fœtale et le développement de maladies à l'âge adulte. *Archives de Pédiatrie*, 22(1), 116-118.

WHO. (2018). *Nutrition Body mass index - BMI*. Consulté le 23/01/2019 à l'adresse <http://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/nutrition/a-healthy-lifestyle/body-mass-index-bmi>

Young M. F., Nguyen P. H., Addo O. Y., Hao W., Nguyen H., Pham H. *et al* (2015). The relative influence of maternal nutritional status before and during pregnancy on birth outcomes in Vietnam. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, 194, 223-227.

Zheng J.-S., Guan Y., Zhao Y., Zhao W., Tang X., Chen H. *et al* (2015). Pre-conceptional intake of folic acid supplements is inversely associated with risk of preterm birth and small-for-gestational-age birth: a prospective cohort study. *British Journal of Nutrition*, 1-8.

Apport en nutriments et taux de couverture des besoins avant et pendant grossesse : une étude de cohorte au Sud-Bénin

Résumé

Un apport nutritionnel maternel adéquat avant et pendant la grossesse est important pour garantir un poids de naissance adéquat. Dans la plupart des pays à revenu faible ou intermédiaire, tels que le Bénin, il existe très peu de données sur les apports alimentaires habituels des femmes en âge de procréer et des femmes enceintes. Cette étude de cohorte menée au sud du Bénin a pour but de contribuer à une meilleure compréhension des apports alimentaires et du niveau de couverture en nutriments des femmes pendant ces deux périodes critiques de la vie.

Des femmes ayant planifié leur grossesse ($n = 897$) ont été recrutées et incluses dans l'étude et 234 d'entre elles ont été suivies jusqu'à l'accouchement. Des rappels alimentaires de 24 heures quantitative multipassage ont été collectés à l'inclusion et à chaque trimestre de la grossesse. Les apports en nutriments ont été calculés à partir d'une compilation de tables de composition des aliments et d'une table de composition de recettes élaborée dans le cadre de notre travail. Les apports avant et pendant grossesse ont été comparés aux apports nutritionnels recommandés (ANR). Nous avons utilisé le Ratio de qualité nutritionnel ou Nutrient Adequacy Ratio (NAR) et le Ratio d'Adéquation Moyen ou Mean Adequacy Ratio (MAR). Le NAR ou encore rapport de qualité nutritionnelle est le rapport entre l'apport en nutriments d'un sujet et les besoins moyens estimés, calculé en utilisant les apports en nutriments recommandés par la FAO et l'OMS (2002). Le MAR quant à lui fait partie de la classe d'indicateurs utilisée pour évaluer l'apport individuel de nutriments. Cet indice quantifie l'adéquation nutritionnelle globale d'une population sur la base du régime alimentaire d'un individu en fonction des apports recommandés. Il est compris entre $|0-1|$ ou 0 et 100% et se calcule en fonction du NAR pour un

groupe de nutriments d'intérêt (Hatloy et al., 1998). Le MAR représente le rapport entre la somme des NAR (ramené à un maximum de 100) et le nombre de nutriments considérés. Avant Dans le cadre de notre étude, en plus de l'énergie et des macronutriments, 8 minéraux (fer, calcium, zinc, phosphore, potassium, cuivre, sodium, magnésium) et 10 vitamines (D, C, E, B1, B2, B3, B5, B6, B9, B12) ont été pris en compte avant la grossesse et à chaque trimestre de grossesse. Bien que le NAR ait été calculé pour chaque nutriment, le calcul du MAR a été fait sur la base les minéraux et vitamines sauf le sodium, donc avec au total 17 nutriments. En plus des analyses descriptives, nous avons utilisé des modèles linéaires simples et multi niveaux à effets mixtes pour comparer les variations d'apports inter et intra individuelles avant et pendant grossesse.

Les résultats ont montré que les contributions des glucides lipides et protéines dans l'apport en énergie sont respectivement de 52%, 10% et 38% avant grossesse et cela ne varie pas de façon significative pendant la grossesse. Les femmes à travers leur alimentation, apportent moins d'énergie, de protéines, de glucides, de fer, de calcium, de phosphore, de vitamines D, B1, B3, B9 et B12 pendant la grossesse qu'à la préconception alors que les besoins sont plus accrus pendant grossesse. On note aussi que pour la plupart des nutriments, les apports sont plus élevés au deuxième trimestre comparativement aux autres trimestres de grossesse. Les valeurs les plus faibles d'apport sont observées au troisième trimestre. Les besoins sont couverts ($NAR \geq 100\%$) aussi bien avant que pendant grossesse uniquement pour les glucides, les vitamines D et B12. Quant aux protéines, lipides et vitamine C les besoins sont couverts uniquement avant grossesse. Aucun besoin en minéraux n'est couvert par l'alimentation des femmes quelle que soit la période considérée. Toutefois on

assiste à des taux de couverture supérieur à 60% pour le magnésium, le phosphore, les vitamines C et B6. Le ratio d'adéquation moyen (MAR) est significativement plus élevé à la préconception que durant les premier, deuxième et troisième trimestres de grossesse (54,9%, 42,4%, 45,8% et 42,9% respectivement, $p < 0.001$). Durant la grossesse, le MAR est plus élevé au 2^{ème} trimestre comparativement au 1^{er} et 3^{ème} trimestre ($p = 0.0259$ and $p = 0.0480$). Plus de 50% des femmes ont atteint la RDA pour les macronutriments, le sodium, la vitamine D et la vitamine B12 avant la grossesse. Bien qu'en général, l'alimentation des femmes ne soit pas de qualité, on remarque quand même la présence d'aliments et de recettes dont une meilleure consommation pourrait améliorer les NAR en ce qui concerne le zinc (viande de porc), magnésium (l'arachide, les graines de néré fermentée), vitamine C (ananas, agrumes, mangue), le calcium et les vitamines D et B12 (poisson-chat, salomon, chinchard, crabe, huîtres). Les MAR sont plus élevés lorsque les femmes sont issues d'un ménage monogame et ont un niveau socio-économique plus élevé ou lorsqu'elles sont salariées plutôt que dans le commerce ou l'agriculture.

Les faibles apports observés au 1^{er} et 3^{ème} trimestre pourraient s'expliquer d'une part par les malaises et vomissements notés durant les premiers mois de grossesse et par la crainte d'avoir un gros bébé qui se manifeste par une diminution des apports en fin de grossesse. Les femmes enceintes doivent bien manger pendant la grossesse pour répondre aux besoins nutritionnels accrus. Elles devraient être informées de l'importance des nutriments et des sources de nourriture de ces nutriments. Les institutions de santé et de nutrition au Bénin devraient agir et aider à développer une table nationale de composition des aliments et des recettes.

Maternal nutrient intakes and nutritional needs coverage before and during pregnancy: a cohort study in Southern Benin

Diane R. A Djossinou^{1,2}, Edwige Landais¹, Nadia Fanou Fogny², Mathilde Savy¹, Agnès Gartner¹, Yves Martin-Prevel¹, D. Joseph Hounhouigan²,

Affiliation and Postal addresses

¹ Nutripass, Université de Montpellier, Institut de Recherche pour le Développement (IRD), Montpellier SupAgro, Montpellier, France ;

² Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi (FSA/UAC), Bénin;

Corresponding author:

Diane Roselyne Akuemaho Djossinou,

Email: dianedjossinou@gmail.com

Tel: +229 66 99 02 11

BP: 1287 Abomey-Calavi, Benin

Abstract

Adequate maternal nutrient intake before and during pregnancy is important to ensure an adequate birth weight. In most low- and middle-income countries (LMICs) such as Benin, there are no data available on pregnant women's usual dietary intake. This cohort study from southern Benin, evaluate the dietary intake and level of nutrients cover according to the FAO recommendation. Women with pregnancy plan (n=897) were recruited and enrolled with 234 women follow-ups until delivery. Quantitative multipass 24 hours dietary recalls were collected, at inclusion and at each trimester of pregnancy.

Nutrients intakes were calculated and compared to Dietary Requirement Intakes (DRI), according to the physiological status. Nutrients intake (energy, carbohydrate, protein, fat, iron, calcium, zinc, riboflavin, vitamin C and folate) were estimated before pregnancy and at each trimester. A multilevel mixed effects linear model was used to compare inter and intra individual variations of nutrient intakes before and during pregnancy. In comparison to the mean absolute nutrient intakes by women before and during pregnancy, we found that pregnant women had lower intakes of energy, protein, carbohydrate, iron, calcium, phosphorus, vitamins D, B1, B3, B9 and B12. The median intake of magnesium, vitamin C, D and B12 achieved the RDA before pregnancy, because of large consumption of peanut, fermented seed of nere, of potatoes, chilli pepper, pineapple, citrus fruits and mangos, of fish species rich in vitamin D such as catfish or salmon, of horse mackerel, crab and oysters. Higher than 50% of women were reached RDA for macronutrients, sodium, vitamin D and B12 before pregnancy. But during pregnancy, lower than 50% were cover recommended intake excepted for carbohydrate sodium and vitamin B12.

Pregnant women are required to increase food and nutrient intake during pregnancy to accommodate for the increased nutritional demands. Women should be informed

of the importance of nutrients and the food sources of these nutrients. Health and Nutrition institutions in Benin should act and help to developed national food and recipe composition table to achieve this goal.

Introduction

Maternal undernutrition remains an important public health issue across the globe¹ which doubly need to be addressed because of its consequences on infant morbidity and mortality, and its long-term adverse consequences for child development and lifelong health²⁻⁵. While the nutritional status of women before and during pregnancy is important for healthy pregnancy outcomes, it will also determine the child's growth and development after birth⁶. Pregnant women are required to increase their food and nutrient intakes to accommodate for the increased nutritional demand. Quantitative and qualitative demands differ according to the stage of pregnancy. The first half of pregnancy is characterised by the constitution of embryo reserves, while the second half is characterised by rapid foetal growth. In low-and-middle income countries (LMICs) the quality of the diet of pregnant women tends to decrease⁷⁻¹⁰ as compared to the pre-pregnancy period, and this situation increases the risk of nutrient deficiencies. This situation combined with insufficient quantity of food in condition of increased nutrient requirements for placental and foetal growth, is likely to result in multiple micronutrient deficiencies that may adversely affect pregnancy outcomes¹¹. According to the WHO in 2016¹², 46.2% of pregnant women were anaemic in Africa while iron and zinc are essential for the optimal development of the hippocampus and prefrontal cortex of the foetal brain. Embryogenesis and proper foetal development require also sufficient nutritional intake of choline, folate, riboflavin, vitamins B6, and B12 to promote essential one-carbon metabolism for DNA methylation reactions¹³. A micronutrient-rich diet must be combined with adequate energy and macronutrients intake. Studies conducted in Taiwan and Guatemala reported that a maternal supplementation of high protein and micronutrient-dense energy drink, throughout

pregnancy and lactation, had a positive effect on child's cognitive and physical motor development ¹⁴.

The importance of women pre-conceptual nutrition on both infants and maternal outcomes is increasingly recognized, but information about women's dietary pattern and food consumption are lacking ¹⁶⁻¹⁹. Several studies have highlighted the need for intervention based on pre-pregnancy data, especially in countries with a high burden of undernutrition ¹⁹⁻²². To better understand women's nutrition before and during pregnancy, it is therefore crucial to properly assess their dietary intakes and to estimate whether they meet their nutritional requirements. These types of data are very scarce, especially in LMICs ^{18,19} because of the lack of well-designed prospective cohort studies and reliable data collected prior to conception. The present study aims to appreciate women's nutrient intake and nutrient needs coverage rates, using individual quantitative dietary data collected on a cohort of women from the Sô-Ava and Abomey-Calavi districts in southern Benin, followed-up before and during pregnancy.

Materials and methods

Study design

This study is part of the Recipal project (Retard de Croissance Intra-Utérin et Paludisme). The study protocol and design have been described in detail elsewhere ²⁵. Briefly, the Recipal project was a longitudinal cohort study that focused on women aged from 18 to 45 years enrolled before pregnancy and followed up until delivery.

Data was collected from 2014 to 2017 in two districts of southern Benin (Sô-Ava and Abomey-Calavi). At inclusion, socioeconomic data was collected and a first 24-hour dietary recall (24HDR) was performed. Three other 24HDRs were

conducted during follow-up, one at each trimester of pregnancy. Ethical clearance was given by the Ethics Committees of Health Sciences of the Institute of Applied Biomedical Sciences in Benin. The study was conducted according to the Helsinki Declaration for medical research. All women included in the study signed an informed consent.

Dietary Intake

Multipass 24HDRs^{26,27} were used to assess individual dietary intake. Data was collected by four experienced interviewers with at least a BSc degree. Interviewers were substantially trained for six days on the multipass 24HDR method and were provided with a data collection manual. Questionnaires were pre-tested during the training period.

Women were asked to describe and quantify all the foods consumed over the previous 24h, as well as the time and place of consumption. The amount of foods consumed was estimated using portion size estimation aids, units of foods as sold on market, or price. The portion size estimation aids included a portion size photographs booklet and commonly used households' utensils that were calibrated before the study. In order to convert prices into weights a market survey was conducted. Food recipes were collected to determine the composition of the mixed foods consumed by the women. Recipes observations were made with volunteer's women from the cohort for "at home recipes" and with restaurant owner for "out of home recipes". For each recipe 5 repetitions were achieved, so according to were the recipe were cooked (home or outside) and the consistency, the number of repetitions varied between 5 and 20. In total 86 recipes were recorded. For each recipe the mixed method recommended by the Food and Agriculture Organization

was applied to calculate the nutritional density for 100g of edible portion. Then for each dish a mean recipe was computed.

A food composition database was compiled to convert grams of food consumed into nutrients. It included the following nutrients: energy, macronutrients (carbohydrate, protein, dietary fiber and fat), eight minerals (calcium, iron, zinc, magnesium, sodium, copper, phosphore and potassium) and ten vitamins (C, D, E, B1, B2, B3, B5, B6 B9 and B12). The food composition database was compiled using the West Africa food composition table²⁸ as primary source, and as secondary sources other African tables (Mali²⁹, Uganda³⁰, Mozambique³¹, Tanzanie³² and Burkina Faso³³). The USDA and the French food composition tables were also used as tertiary sources. The portion sizes of the consumed foods were converted to grams using calibration data.

Nutrient intakes and adequacy

The daily energy and nutrient intakes (macro and micronutrients) were calculated for each woman who had been interviewed before and at least once during pregnancy (n=234), using the food and recipes composition databases. Total individual macronutrient intakes and the percentages of energy from protein, lipids and carbohydrates were also computed.

The nutritional adequacy of the women's diet was estimated by calculating the Nutrient Adequacy Ratios for 08 minerals and 10 vitamins, based on the Recommended Dietary Allowances (RDA) from the Institute of Medicine³⁴. The Recommended Dietary Allowance (RDA) is the average daily dietary intake level that is sufficient to meet the nutrient requirement of nearly all (97 to 98%) healthy individuals in a particular life stage and gender group³⁶. The Mean Adequacy Ratio (MAR) was computed³⁷ by averaging the NARs of the 17 nutrients without sodium

(17 nutrients), as a measure of the overall nutritional adequacy. When the intake of a nutrient exceeded the Recommended Dietary Allowance (RDA), the NAR was capped at 1 or 100% before calculation of MAR.

Data analysis

Dietary data was entered using Epidata Entry 3.1.³⁸ Socioeconomic and anthropometric data was entered using MSACCES 2007. All statistical analyses were performed using STATA 13 (Stata Corp, College Station, TX, USA) and R (Development Core Team, 2013).

Associations between MAR for non-pregnant women, socio-economic and sociodemographic and economic variables (parity, ethnicity, education, age, sub districts, household size, and activity), were investigated before and during pregnancy using univariate and multivariate analyses. Bivariate analyses were used to select variables associated with MAR with a level of statistical significance of 0.20. These variables were considered for multivariate analyses. Linear multilevel mixed models were computed to estimate change in nutrient intake and MAR before and during pregnancy. Logistic multilevel mixed models were used to compare differences in prevalence of inadequate intakes before and during pregnancy. Statistical level of significance was set at $p < 0.05$. All analyses were adjusted for energy intakes.

Results

Sample description

Of the 897 women who took part to the study, 234 had dietary assessments both before and during pregnancy, 581 women never became pregnant and were excluded from the cohort and 82 were already pregnant when the study started.

106

Among the 234 women, 210 has dietary assessment at first trimester of pregnancy, 142 at the second trimester and 134 at the third trimester.

About two-thirds of the participants were Toffin (63.5%) and practiced trade as main activity (66.6%). The mean age of women was 26.8 ± 4.8 years and 43.2% of them had between 25 and 29 years. The majority lived in monogamous households (61.0%) with an average size of 6 people. Almost all women were able to read or write (91.5%), but most of them had no education or only attended primary school. On average each women had three children. Further details on participants' characteristics have been published elsewhere³⁹.

Food intake patterns

The foods and recipes that were most frequently consumed by women are shown in Table 1. Of the 25 foods and recipes that have been consumed by at least 10% of women, eleven were from the grains, white roots and tubers, and plantains group, five from meat, poultry and fish group, four from the other vegetables group, two from nuts and seeds group, one from other fruits group, one from pulses groups and one from dark green leafy vegetables group. Regardless of the recipe or the food considered, the percentage of consumption of each food or recipe significantly differed at preconception and trimesters of pregnancy, except for black catfish. Indeed, some foods such as akassa (fermented maize dough), pepper sauce, moyo (raw tomato onion and chilli sauce), orange, fermented corn flour porridge, were more consumed in the first and second trimester than before pregnancy ($p < 0.05$). The most consumed fish were tilapia and black catfish consumed by about 30% of women. Less than 20% of the participants reported consuming cowpea, which was the only legume eaten by more than 10% of women. Sugar was consumed by 11.4% of women before pregnancy, but this proportion decreased from first to third

trimester (9.5%, 7.7% and 6.0% respectively). At first and second trimester, cowpea consumption significantly decreased compare to the preconception (14.9% vs 8.6% and 10.2%, $p<0.001$) and increased at third trimester compared to the second trimester (10.6% vs 14.4%, $p<0.001$).

Table 1: Top 25 food and recipe items consumed by women at preconception and each trimester of pregnancy

Foods and recipes	Preconception (n=234) (%)	1st Trimester (n=210) (%)	2nd Trimester (n=142) (%)	3rd trimester (n=134) (%)	P- value¹
Tomato sauce	75	73	64	65	<0.001
Fermented maize dough	57	68	64	55	<0.001
Maize dough	48	46	48	42	0.0023
Rice	47	44	34	44	<0.001
Tilapia fish	29	32	33	33	0.0011
Fermented cassava semolina (Gari)	28	20	27	35	<0.001
<i>Black catfish</i>	28	29	31	30	0.9798
Fatty rice	20	17	24	16	<0.001
Gari dough	18	14	14	18	0.0005
Salomon fish	18	20	23	22	<0.001
Chinchard fish	17	13	11	8	<0.001
Cowpea	15	9	10	14	<0.001
Chilli sauce	15	21	22	8	<0.001
Fried tomato onion chilli with palm oil	14	15	11	15	0.0021

Foods and recipes	Preconception (n=234) (%)	1st Trimester (n=210) (%)	2nd Trimester (n=142) (%)	3rd trimester (n=134) (%)	P- value¹
Salty wheat bread	14	12	11	20	<0.001
Raw tomato onion and chilli sauce (Moyo)	12.9	19.2	18.5	12.5	<0.001
Palm nut sauce	12.5	11.1	8.8	9.2	<0.001
Sweet wheat patty	12.1	12.5	19.5	13.7	<0.001
Sugar	11.7	11.0	8.0	7.0	<0.001
Orange	11.0	18.2	14.8	7.9	<0.001
Cassava pancake	10.4	7.3	7.9	6.7	0.007
Sardinella fish	9.6	6.6	8.7	6.0	<0.001
Jute leaves sauce	8.8	9.9	11.0	8.6	<0.001
Salty wheat patty	8.6	11.9	12.1	10.0	0.004
Fermented corn flour porridge	7.6	11.9	12.6	8.7	<0.001

1: P-value compared preconception to each trimester

Nutrient intake and adequacy

Energy and macronutrients

The mean daily energy intake of women before pregnancy was significantly higher than during pregnancy ($2093 \pm 43\text{Kcal}$ and $1953 \pm 29\text{Kcal}$ respectively, $p=0.003$). During the first trimester, women had lower energy intake compared to the preconception period (1891Kcal vs. 2093Kcal , $p<0.0001$), then it raised significantly in the second trimester (2065Kcal vs 1891Kcal , $p=0.009$) without variation until delivery. The average coverage rate of energy needs were 95.1% at preconception, 73%, 80% and 74% at first, second and third trimester respectively ($p<0.0001$).

Macronutrient intakes and mean coverage rates were lower during pregnancy compared to the preconception stage ($p < 0.05$) (Figure 1 and Table 2). More than half of the women achieved their macronutrients RDA but during pregnancy, except for carbohydrates, less than 35% of women met their proteins and fats dietary requirements (Figure 1).

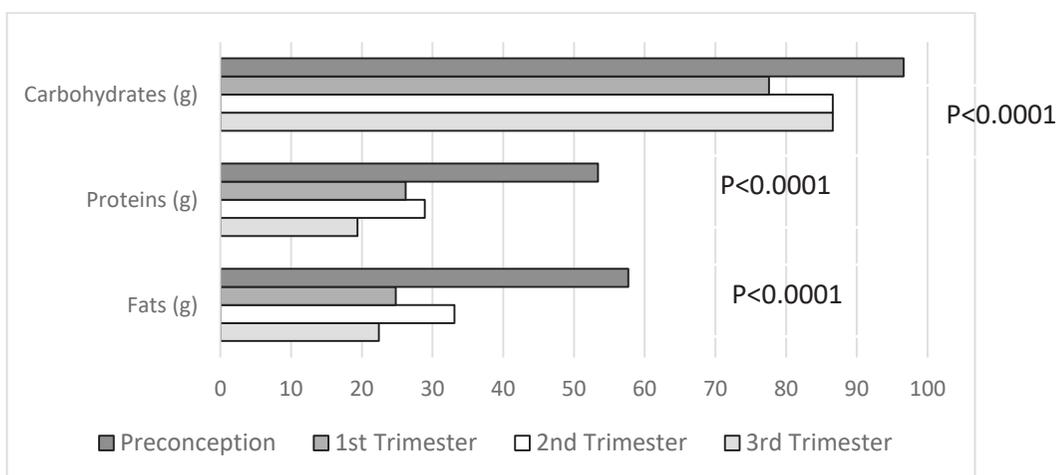


Figure 1: Proportion of women who met macronutrient requirement intakes before and during each trimester of pregnancy

Micronutrients intakes

All mineral intakes, except calcium, potassium and copper, decreased considerably at first trimester of pregnancy compared to pre-pregnancy ($p < 0.05$). From first to second trimester, most minerals intakes increased significantly and decreased again at third trimester. The results indicated insufficient intakes for all minerals compared with the RDA ($NAR < 1$). Overall, before and during pregnancy, minerals intakes were between 1.5 and 3.6 times below the recommendations. Iron intake, was 15 times below the recommendations among pregnant women. The NARs for calcium and potassium did not change from preconception to all trimesters. For iron, the NAR was 32% before pregnancy, less than 8% during first and second

trimesters and 0.7% at third trimester of pregnancy. During pregnancy, no woman met the recommended intake of iron through diet, and before pregnancy, just one woman met the RDA. The percentage of women who achieved RDA before and during pregnancy was very low (less than 1%) for iron, calcium and potassium. 42.7% of women were achieved phosphorus dietary recommendation, 21.4% for magnesium, 9% for copper and 7.3% for zinc. Regardless of the mineral considered, the proportion of women who met the recommended intake decreased from preconception to first trimester before increasing at the second trimester and decreasing at the third trimester (Figure 2).

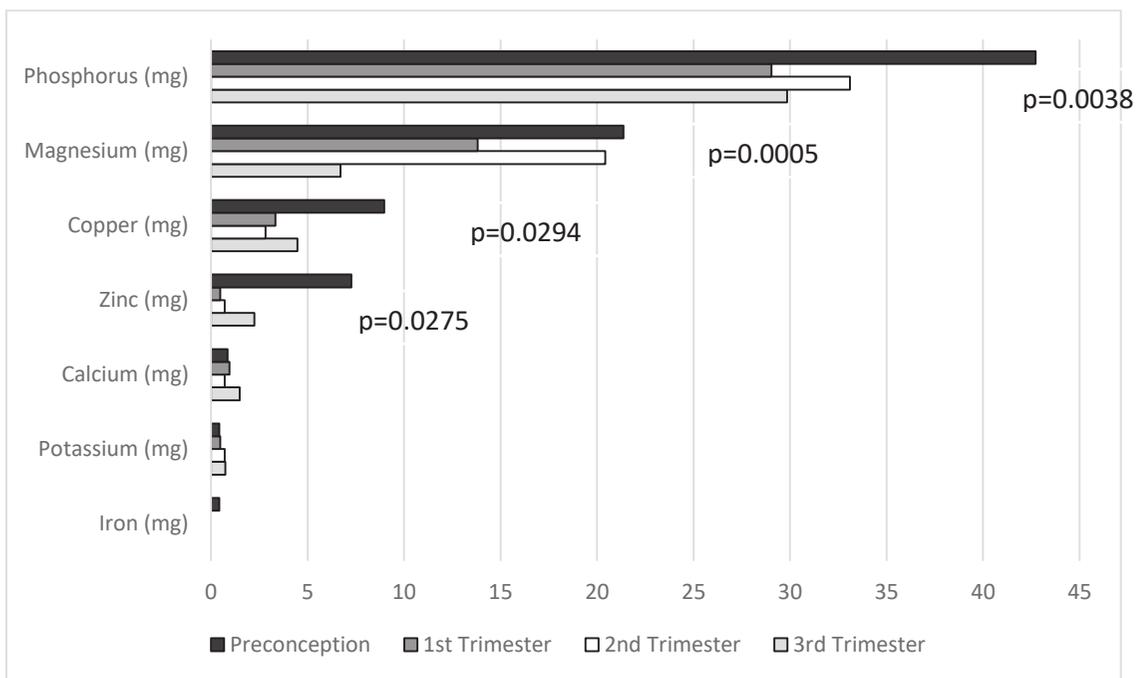


Figure 2: Proportion of women who met mineral nutrients requirement before pregnancy and during each trimester of pregnancy

Women's mean dietary intakes of vitamins D, E, B3, B9 and B12 differed significantly between preconception and at each trimester of pregnancy ($p < 0.05$). The recommended intakes were only met for vitamins D and B12, irrespectively of the considered condition. Overall, vitamins adequacy ratios were significantly different between preconception and trimesters of pregnancy ($p < 0.05$). Indeed, during pregnancy, intakes were higher at second trimester compared to first and third trimester (Table 2). The highest proportions of women achieving the recommended intakes were for vitamins D and B12 ($\geq 45\%$), followed by vitamins C, E and B6 (between 20 and 40%). Very few women (lower than 10%) met dietary requirements for vitamins B9, B5 and B2 (Figure 3).

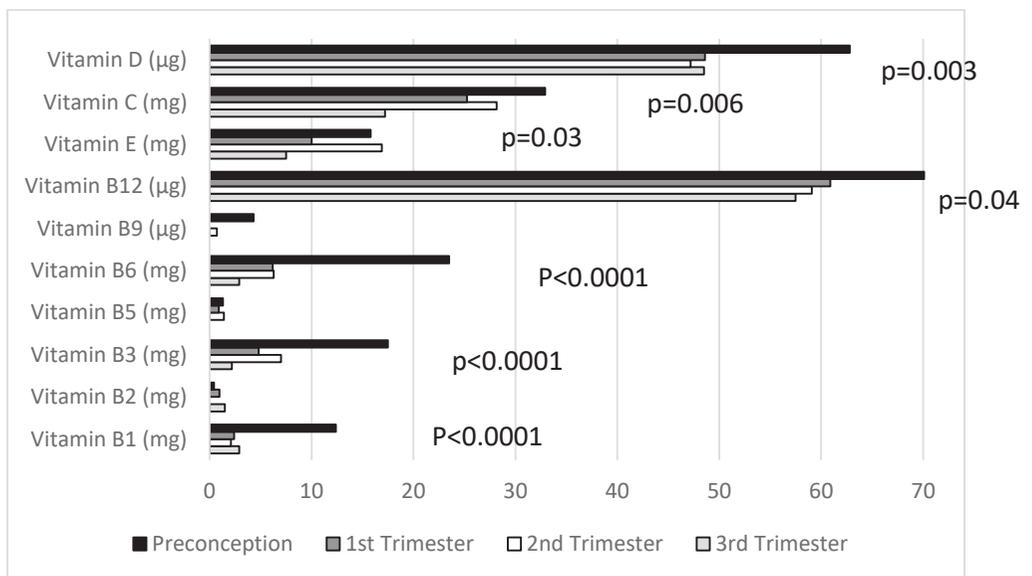


Figure 3: Proportion of women who met vitamin nutrients requirement intakes before and during each trimester of pregnancy

Table 2: Daily mean intakes and nutrient adequacy of women before and during pregnancy in Abomey-Calavi and So-Ava districts (South Benin)

Nutrients	Mean intakes \pm SEM (n=234)					RDAs according to pregnancy status		NAR (mean \pm SEM)				
	Pre- conception	1st Trim	2 nd Trim	3rd Trim	p- value	Before	During	Pre- conception	1st Trim	2 nd Trim	3rd Trimr	p-value
Energy (Kcal)	2093 \pm 42	1891 \pm 44	2065 \pm 53	1927 \pm 55	0.000	2200	2580	0.95 \pm 0.02	0.73 \pm 0.02	0.80 \pm 0.02	0.74 \pm 0.02	<0.0001
Carbohydrates (g)	273.1 \pm 6.2	246.3 \pm 6.5	264.0 \pm 7.9	257.5 \pm 8.1	0.013	130	175	2.1 \pm 0.05	1.41 \pm 0.04	1.51 \pm 0.05	1.47 \pm 0.05	<0.0001
Proteins (g)	52.5 \pm 1.5	43.7 \pm 1.6	47.6 \pm 2.0	43.8 \pm 2.0	0.000	48	54	1.1 \pm 0.03	0.81 \pm 0.03	0.88 \pm 0.04	0.81 \pm 0.04	<0.0001
Fats (g)	87.8 \pm 2.0	81.3 \pm 2.1	90.9 \pm 2.6	80.2 \pm 2.7	0.002	81	95	1.08 \pm 0.03	0.85 \pm 0.02	0.96 \pm 0.03	0.84 \pm 0.03	<0.0001
Dietary fiber (g)	13.9 \pm 0.6	11.3 \pm 0.6	13.8 \pm 0.7	12.2 \pm 0.7	0.002	25	28	0.55 \pm 0.02	0.40 \pm 0.02	0.49 \pm 0.02	0.43 \pm 0.02	<0.0001
% energy from carbohydrates	51.9	51.9	51.4	53.2	0.161	55	55	-	-	-	-	-
% energy from proteins	10.0	8.9	9.1	9.2	0.08	30	30	-	-	-	-	-
% energy from lipids	38.1	39.2	39.5	37.6	0.543	15	15	-	-	-	-	-

Nutrients	Mean intakes ± SEM (n=234)					RDAs according to pregnancy status		NAR (mean ± SEM)				
	Pre- conception	1st Trim	2 nd Trim	3rd Trim	p- value	Before	During	Pre- conception	1st Trim	2 nd Trim	3rd Trimr	p-value
Iron (mg)	7.78	6.6±0.3	7.6±0.3	7.0±0.3	0.040	24.5	100-100- 840 ¹	0.32±0.01	0.06±0.01	0.07±0.01	0.007±0.01	<0.0001
Calcium (mg)	184.9±11	192.9±12	190.2±14	188.6±15	0.968	750	800	0.25±0.10	0.24±0.01	0.23±0.02	0.23±0.02	0.964
Magnesium (mg)	246.0±7.9	231.9±9.1	261.0±11	222.8±11	0.038	320	360	0.77±0.02	0.64±0.03	0.72±0.03	0.62±0.03	0.000
Zinc (mg)	5.3±0.2	4.6±0.2	5.2±0.2	5.0±0.2	0.032	9.8	11-14- 20 ¹	0.54±0.02	0.30±0.01	0.34±0.02	0.33±0.02	0.002
Phosphorus (mg)	692.8±19.1	598.5±20	656.2±24	612.3±25	0.001	700	700	0.99±0.03	0.85±0.03	0.93±0.03	0.87±0.03	0.001
Potassium (mg)	1301.3±46	1175.6±49	1315±59	1220.6±60	0.124	4700	4700	0.28±0.01	0.25±0.01	0.28±0.01	0.25±0.01	0.123
Copper (mg)	0.8±0.03	0.72±0.03	0.77±0.04	0.77±0.04	0.271	1.5	2	0.53±0.02	0.35±0.02	0.39±0.02	0.38±0.02	0.000
Vitamin D (µg)	8.9±0.5	6.6±0.5	7.3±0.6	6.8±0.6	0.002	5	5	1.78±0.10	1.32±0.09	1.45±0.1	1.36±0.12	0.002

Nutrients	Mean intakes ± SEM (n=234)					RDAs according to pregnancy status		NAR (mean ± SEM)				
	Pre- conception	1st Trim	2 nd Trim	3rd Trim	p- value	Before	During	Pre- conception	1st Trim	2 nd Trim	3rd Trimr	p-value
Vitamin C (mg)	50.4±3.5	50.9±3.5	54.6±4.2	44.9±4.4	0.419	45	55	1.12±0.08	0.92±0.06	0.99±0.08	0.81±0.08	0.019
Vitamin E (mg)	7.8±0.3	7.2±0.3	8.6±0.3	7.1±0.4	0.005	12	12	0.65±0.02	0.60±0.02	0.71±0.03	0.59±0.03	0.005
Vitamin B1 (mg)	0.6±0.02	0.5±0.02	0.6±0.03	0.5±0.03	0.256	1.1	1.4	0.56±0.02	0.37±0.02	0.41±0.02	0.40±0.02	0.000
Vitamin B2 (mg)	0.4±0.01	0.3±0.02	0.4±0.02	0.4±0.02	0.275	1.1	1.4	0.35±0.01	0.25±0.01	0.27±0.01	0.25±0.01	0.000
Vitamin B3 (mg)	10.6±0.4	8.7±0.4	9.9±0.5	8.7±0.5	0.000	14	18	0.76±0.02	0.48±0.02	0.54±0.03	0.48±0.03	0.000
Vitamin B5 (mg)	1.9±0.1	1.7±0.1	1.9±0.1	1.7±0.1	0.235	5	6	0.37±0.01	0.29±0.01	0.31±0.02	0.28±0.01	0.000
Vitamin B6 (mg)	1.0±0.03	1.0±0.02	1.1±0.04	0.9±0.04	0.063	1.3	1.9	0.80±0.02	0.52±0.02	0.55±0.02	0.48±0.03	0.000

Nutrients	Mean intakes ± SEM (n=234)					RDAs according to pregnancy status		NAR (mean ± SEM)				
	Pre- conception	1st Trim	2 nd Trim	3rd Trim	p- value	Before	During	Pre- conception	1st Trim	2 nd Trim	3rd Trimr	p-value
Vitamin B9 (µg)	145.2±6.6	121.2±6.9	136.2±8.3	131.8±8.6	0.047	400	600	0.36±0.02	0.20±0.01	0.23±0.02	0.22±0.02	0.000
Vitamin B12 (µg)	5.9±0.3	4.5±0.3	4.9±0.4	4.1±0.4	0.000	2.4	2.6	2.46±0.12	1.74±0.11	1.9±0.14	1.57±0.14	0.000

SEM: Standard Error of Mean; RDA: Requirement Dietary Allowance; NAR: Nutrient Adequacy Ratio

¹Values presented by trimester as the references of the dietary requirement

Mean Adequacy Ratio (MAR) before and during pregnancy and associated factors

The MAR value at preconception was significantly higher compared to the first, second and third trimesters of pregnancy (54.9%, 42.4%, 45.8% and 42.9%, respectively, $p < 0.001$). During pregnancy, the MAR was higher at second trimester than first trimester and third trimester ($p = 0.0259$ and $p = 0.0480$). The low MARs at preconception and during pregnancy, reflected the poor dietary intakes and poor nutrients adequacy.

Before pregnancy the women's MAR was associated with socio-economic status ($p = 0.0007$), age ($p = 0.2000$), household size ($p = 0.0393$), ethnicity ($p = 0.0004$), and district ($p = 0.0000$) (data not shown). In multivariate analysis, the type of union, ethnic group and professional activity were significantly associated with the MAR ($p = 0.0328$, $p = 0.0161$ and $p = 0.0420$ respectively) (Table 3).

Table 3: Factors associated with MAR before and during each trimester of pregnancy among women

Factors	n	MAR (n=234)				β	IC	p-value
		Before pregnancy	1 st trimester	2 nd trimester	3 rd trimester			
Age								0.605
≤ 24 y	69	55.3±1.9	44.7±2.1	46.7±2.1	42.8±2.3	ref	ref	
25 to 29 y	101	55.6±1.6	40.1±1.	43.6±1.7	42.3±1.9	-1.562	[-3.655, 0.531]	
30 to 34 y	42	55.6±2.4	44.2±2.5	47.8±3.3	40.7±2.6	-0.781	[-3.313, 1.752]	
≥ 35 y	22	49.7±3.6	43.4±4.7	51.9±4.8	48.9±3.9	-2.149	[-5.109, 0.812]	
Household size								0.429
≤ 5 persons	136	55.2±1.3	43.3±1.4	45.8±1.5	43.6±1.6	ref	ref	
> 5 persons	98	54.6±1.7	41.2±1.8	45.9±2.0	42.2±2.0	-0.577	[-2.001, 0.853]	
Type of union								0.033
Monogamous	170	55.5±1.2	43.6±1.4	46.8±1.4	43.1±1.5	ref	ref	
Polygamous	63	53.7±2.2	39.5±1.9	42.8±2.5	42.7±2.3	-1.659	[-3.183, -.136]	
Ethnic group								0.016
Toffin	136	53.4±1.4	40.9±1.4	43.4±1.7	40.0±1.4	ref	ref	
Other	98	57.1±1.4	44.2±1.7	48.4±1.7	47.3±2.1	5.891	[0.876, 9.936]	
Professional activity								0.042
Agriculture	24	49.6±3.5	43.2±3.1	40.6±4.4	36.3±3.8	ref	ref	
Trade	120	54.7±1.4	41.9±1.5	46.4±1.7	42.9±1.6	2.488	[0.186, 4.790]	
Employee and self	76	56.6±1.8	41.7±2.1	46.4±2.1	42.7±2.1	5.849	[1.666, 11.158]	
Economic status								0.494

Factors	n	MAR (n=234)				β	IC	p-value
		Before pregnancy	1 st trimester	2 nd trimester	3 rd trimester			
Low	76	51.2±1.9	40.6±1.7	41.9±2.2	38.8±1.8	ref	ref	
Medium	81	54.4±1.7	41.2±1.8	45.5±1.8	42.8±2.0	-0.907	[-3.475, 1.387]	
High	77	59.2±1.6	45.3±2.1	49.6±2.1	47.5±2.3	-1.044	[-2.741, 0.927]	

Adjusted for energy intake

Discussion

The results showed that the mean energy intake before pregnancy was significantly higher at preconception than during pregnancy. Similarly, the proportion of women who met the DRI in energy was higher during preconception than pregnancy, and was less than 50%. Most women did not meet their recommended energy and nutrient intakes needs before and in pregnancy. These results were comparable to that Cheng et al, had in western China in study of assessment of dietary intake among pregnant women or Lander et al in Pakistan, DRC and Guatemala^{13,43}.

As for minerals and vitamins intake, a significant negative difference was observed between preconception and pregnancy periods for iron, sodium, phosphorus, and vitamins D, B1, B3, B9 and B12. The median intake of magnesium, vitamin C, D and B12 achieved the RDA. Before pregnancy, because of large consumption of peanut, fermented seed of nere, of potatoes, chilli peper, pineapple, citrus fruits and mangos, of fish species rich in vitamin D such as catfish or salomon, of horse mackerel, crab and oysters. Agrahar-Murugkar et al, showed in India that consumption of vitamin C by women, was significantly higher than the RDA due to consumption of green leaves and potatoes everyday⁴⁴. Type of union was associated to adequacy of nutrient intakes.

Major limitations of our study include the lack of validation of the 24HDR against a reference method such as the weighed food record. This could help address the issue of under and over reporting that pertain to recall methods, due to the biases of memory and respondent^{27,28}. Indeed, previous studies have reported that obese people tended to report less than consumed while stunted respondent tended to report much than consumed⁴⁵, but these effects are mitigated when the objectives of the study are well explained to the respondents. This can explain the unbelievable (too low or too high) intake values declared by women. Another constraint was the non-repetition of the dietary recall over at least two days in each period.

However, the longitudinal design of the survey was a strength and data was collected and analysed on a systematic way. Enumerators were carefully trained to probe women in order to have the most accurate information as possible from them. The database was double screened during data entering allowing for cross-checking before validation of the data. Moreover during data analysis, using the EAR \pm SD distribution as well as upper and lower intake we were able to detect extremely high or low food intake and outliers for nutrient intake during statistical analysis. The overall decrease of energy and nutrient intake between preconception and pregnancy periods can be explained by the perception and social beliefs of the respondents. In fact, from informal discussions during field visits (not reported), women mentioned the loss of appetite during the first or sometimes the whole period of the pregnancy. Also, eating too much during pregnancy may increase the risk of having difficulties in delivery because of the oversize of the foetus. Moreover, having too much food during pregnancy is also perceived as unhealthy for the women because too much efforts will be put after delivery to loose the extra weight gained during pregnancy.

Previous studies in Africa (Burkina Faso, Mali, Niger) and in Asia reported that women of reproductive age tended to have low micronutrient intakes in both urban and rural areas, and also during pregnancy, even for nutrients that are essential for pregnancy such as iron and folate^{46,47}. Although these study did not consider physiological or seasonal variation, our research show similar findings confirming that in developing countries the lack of food and the poor dietary quality of diets are public health problems to be addressed urgently. In the present research, we also showed by carbohydrates and lipids provide the major share of the energy intake of the women. Previous studies also reported comparable findings¹³ This raised the issue of the increase of MCV risk among the women in the near future, due to the unhealthiness of the diet. Indeed, it is clearly demonstrated the current food systems providing diets rich in saturated fats and free-sugar are that the main driver of the global increasing rate of obesity and MCV in both developed and LMICs countries.

Conclusion

This longitudinal study, provides a rich understanding of women dietary intake before and during pregnancy. Pregnant women are required to increase food and nutrient intake during pregnancy to accommodate for the increased nutritional demands. Women should be informed of the importance of nutrients and the food sources of these nutrients. There are many ways to enhance the intake of key nutrients, but dietary interventions must be feasible and consistent with local existing food preferences. Better knowing and minor modifications in the food habits using locally available ingredients, done with the help of nutrition education programs and community development programs could be the key to solving the nutritional deficits. Health and Nutrition institutions in Benin should act and help to developed national food and recipe composition table to achieve this goal.

REFERENCES

1. Black, R. E. et al. Maternal and child undernutrition and overweight in low-income and middle-income countries. *The Lancet* 382, 427–451 (2013).
2. Hancock, H. Low birth weight in Aboriginal babies—A need for rethinking Aboriginal women’s pregnancies and birthing. *Women and Birth* 20, 77–80 (2007).
3. Kramer, M. S. Determinants of low birth weight: methodological assessment and meta-analysis. *Bull World Health Organ* 65, 663–737 (1987).
4. Sebayang, S. K. et al. Determinants of low birthweight, small-for-gestational-age and preterm birth in Lombok, Indonesia: analyses of the birthweight cohort of the SUMMIT trial. *Tropical Medicine & International Health* 17, 938–950 (2012).
5. Kangulu, I. B., Umba, E. K. N., Nzaji, M. K. & Kayamba, P. K. M. Facteurs de risque de faible poids de naissance en milieu semi-rural de Kamina, République Démocratique du Congo. *Pan Afr Med J* 17, (2014).
6. Gondwe, A. et al. Pre-pregnancy body mass index (BMI) and maternal gestational weight gain are positively associated with birth outcomes in rural Malawi. 15
7. Rifas-Shiman, S. L. et al. Changes in dietary intake from the first to the second trimester of pregnancy. *Paediatric and Perinatal Epidemiology* 20, 35–42 (2006).
8. Huybregts, L. F., Roberfroid, D. A., Kolsteren, P. W. & Van Camp, J. H. Dietary behaviour, food and nutrient intake of pregnant women in a rural community in Burkina Faso. *Maternal & Child Nutrition* 5, 211–222 (2009).

9. Rosen, J. G. et al. Determinants of dietary practices during pregnancy: A longitudinal qualitative study in Niger. *Maternal & Child Nutrition* 14, e12629 (2018).
10. Krige, S. M. et al. Dietary Intake and Beliefs of Pregnant Women with Gestational Diabetes in Cape Town, South Africa. *Nutrients* 10, 1183 (2018).
11. Khan, A. I. et al. Effects of prenatal food and micronutrient supplementation on child growth from birth to 54 months of age: a randomized trial in Bangladesh. *Nutr J* 10, 134 (2011).
12. GHO | By category | Prevalence of anaemia in pregnant women - Estimates by country. WHO Available at: <http://apps.who.int/gho/data/node.main.ANEMIA1?lang=en>. (Accessed: 29th June 2019)
13. Lander, R. et al. Pregnant Women in Four Low-Middle Income Countries Have a High Prevalence of Inadequate Dietary Intakes That Are Improved by Dietary Diversity. *Nutrients* 11, 1560 (2019).
14. Prado, E. L. & Dewey, K. G. Nutrition and brain development in early life. *Nutr Rev* 72, 267–284 (2014).
15. Hoddinott, J., Maluccio, J. A., Behrman, J. R., Flores, R. & Martorell, R. Effect of a nutrition intervention during early childhood on economic productivity in Guatemalan adults. *The Lancet* 371, 411–416 (2008).
16. Cetin, I., Berti, C. & Calabrese, S. Role of micronutrients in the periconceptional period. *Human Reproduction Update* 16, 80–95 (2010).

17. Blencowe, H. et al. Born Too Soon: The global epidemiology of 15 million preterm births. *Reproductive Health* 10, S2 (2013).
18. Ramakrishnan, U., Grant, F., Goldenberg, T., Zongrone, A. & Martorell, R. Effect of Women's Nutrition before and during Early Pregnancy on Maternal and Infant Outcomes: A Systematic Review. *Paediatric and Perinatal Epidemiology* 26, 285–301 (2012).
19. Dean, S. V., Lassi, Z. S., Imam, A. M. & Bhutta, Z. A. Preconception care: nutritional risks and interventions. *Reproductive Health* 11, S3 (2014).
20. Keats, E. et al. The Dietary Intake and Practices of Adolescent Girls in Low- and Middle-Income Countries: A Systematic Review. *Nutrients* 10, 1978 (2018).
21. De-Regil, L. M., Harding, K. B. & Roche, M. L. Preconceptional Nutrition Interventions for Adolescent Girls and Adult Women: Global Guidelines and Gaps in Evidence and Policy with Emphasis on Micronutrients. *The Journal of Nutrition* 146, 1461S-1470S (2016).
22. Goossens, J., Beeckman, D., Van Hecke, A., Delbaere, I. & Verhaeghe, S. Preconception lifestyle changes in women with planned pregnancies. *Midwifery* 56, 112–120 (2018).
23. Fungo, R. et al. Contribution of forest foods to dietary intake and their association with household food insecurity: a cross-sectional study in women from rural Cameroon. *Public Health Nutrition* 19, 3185–3196 (2016).
24. Ghosh-Jerath, S. et al. Estimates of Indigenous Food Consumption and Their Contribution to Nutrient Intake in Oraon Tribal Women of Jharkhand, India. *Food and Nutrition Bulletin* 39, 581–594 (2018).

25. Accrombessi, M. et al. Cohort profile: effect of malaria in early pregnancy on fetal growth in Benin (RECIPAL preconceptional cohort). *BMJ Open* 8, e019014 (2018).
26. Djossinou, D. et al. Women's dietary diversity before and during pregnancy from a cohort study in southern Benin: Change in score and associated factors. (2019).
27. Gibson, R. S. & Ferguson, E. L. Conducting the interactive 24-hour recall. in *An interactive 24-hour recall for assessing the adequacy of iron and zinc intakes in developing countries* 8, 160 (2008).
28. Gibson, R. S., Charrondiere, U. R. & Bell, W. Measurement Errors in Dietary Assessment Using Self-Reported 24-Hour Recalls in Low-Income Countries and Strategies for Their Prevention. *Adv. Nutr.* 8, 980–991 (2017).
29. Stadlmayr, B. et al. West African food composition table = Table de composition des aliments d'Afrique de l'Ouest. (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2012).
30. Nordeide, M. B. Table de composition d'aliments du Mali. (1998).
31. Hotz, C., Lubowa, A., Sison, C., Moursi, M. & Loechl, C. A Food Composition Table for Central and Eastern Uganda. 31
32. Korkalo, L., Hauta-alus, H. & Mutanen, M. Food composition database for Mozambique. (2011).
33. Lukmanji, Z. et al. Tanzania Food Composition Tables. (2008).

34. Ministère de la santé du Burkina-Faso. Table de composition des aliments du Burkina Faso. (2005).
35. Trumbo, P., Schlicker, S., Yates, A. A. & Poos, M. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein and Amino Acids. *Journal of the American Dietetic Association* 102, 1621–1630 (2002).
36. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Dietary Reference Intakes for Sodium and Potassium. (National Academies Press, 2019). doi:10.17226/25353
37. Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes: Applications in Dietary Assessment. (National Academies Press, 2000). doi:10.17226/9956
38. Mean Adequacy Ratio (MAR). 4
39. Lauritsen JM & Bruus M. EpiData version 3.1. A Comprehensive Tool for Validated Entry and Documentation of Data. (2004).
40. Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc. (National Academies Press, 2001). doi:10.17226/10026
41. Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B6, Folate, Vitamin B12, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline. (National Academies Press, 1998). doi:10.17226/6015
42. Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids. (National Academies Press, 2000). doi:10.17226/9810

43. Cheng, Y., Dibley, M. J., Zhang, X., Zeng, L. & Yan, H. Assessment of dietary intake among pregnant women in a rural area of western China. *BMC Public Health* 9, (2009).
44. Agrahar-Murugkar, D. & Pal, P. P. Intake of nutrients and food sources of nutrients among the Khasi tribal women of India. *Nutrition* 20, 268–273 (2004).
45. Lee, A. et al. What do pregnant women eat, and are they meeting the recommended dietary requirements for pregnancy? *Midwifery* 67, 70–76 (2018).
46. Hallberg, L. Iron balance in pregnancy. *Nestlé Nutrition Institute Workshop Series* 16, 13 (1988).
47. Lee, S. E., Talegawkar, S. A., Merialdi, M. & Caulfield, L. E. Dietary intakes of women during pregnancy in low- and middle-income countries. *Public Health Nutr.* 16, 1340–1353 (2013).



CHAPITRE 5 DISCUSSION ENERALE

L'un des défis majeur mondial reste la réduction de la malnutrition maternelle, néonatale et infantile en particulier dans les pays à revenu faible et intermédiaire. Le manque de connaissances approfondies sur l'alimentation des femmes, sur la composition nutritionnelle des aliments et recettes consommés et sur les motivations du comportement alimentaire des populations, contribue à rendre peu efficace les résultats des multiples interventions nutritionnelles. Le but de notre étude était d'examiner la qualité de l'alimentation des femmes avant et pendant la grossesse, grâce à un suivi longitudinal permettant d'explorer les changements de l'alimentation des femmes en préconception et à chaque trimestre de grossesse. Le choix de ce design rare en Afrique de l'Ouest, donne à cette étude toute sa spécificité et sa force.

Les résultats ont montré que le score de diversité alimentaire des femmes ne changeait pas de façon significative, que la femme soit enceinte ou non. Toutefois, des différences ont été observées dans les groupes d'aliments consommés selon le trimestre de grossesse, ce qui signifie que le choix des aliments dépend de l'état physiologique de la femme même si cela n'affecte pas le nombre de groupes auxquels appartiennent les aliments consommés. Nous avons également montré que la parité et le niveau socio-économique des femmes étaient des facteurs associés au score de diversité alimentaire. Pour ce qui est des apports alimentaires et taux de couverture des besoins, notre étude a montré que peu de femmes couvraient les apports nutritionnels recommandés pour les différents nutriments. Les apports moyens avant grossesse étaient par ailleurs supérieurs aux apports pendant grossesse. La situation inverse était attendue puisque que les besoins pendant grossesse sont les plus élevés. Les facteurs associés aux apports en nutriments de la préconception à l'accouchement

sont l'activité génératrice de revenu exercée par la femme et le statut matrimonial du ménage (monogamie ou polygamie). Les résultats ainsi obtenus et l'important travail méthodologique de compilation et d'élaboration d'une base de données sur la composition des aliments et recettes effectué, ont permis de mieux cerner certaines limites et atouts de l'étude, les perspectives et actions pouvant contribuer efficacement à l'amélioration de l'état nutritionnel des femmes, des nouveau nés et des enfants. Des propositions de recommandations qui pourraient permettre de compléter nos résultats ou de prendre des décisions nutritionnelles orientées vers la communauté.

- **Connaissance des rôles et importance des groupes d'aliments par les populations, une clé pour une meilleure diversité alimentaire**

La qualité du régime alimentaire est approchée par le score de diversité alimentaire qui est le compte des groupes d'aliments qu'une personne a consommés au cours des 24 heures précédant l'entretien. Dans le cadre de notre étude, les résultats ont montré que le fait d'être enceinte n'affecte pas de façon significative la diversité alimentaire des femmes. Bien que le nombre de groupes d'aliments consommés ait été identique avant ou pendant la grossesse, les résultats ont montré que les différents groupes d'aliments consommés à chaque étape (préconception, 1^{er}, 2^{ème} et 3^{ème} trimestre) n'étaient pas toujours les mêmes. Ce qui signifie que certains aliments étaient supprimés ou substitués par d'autres. Dans la littérature, les principales raisons souvent évoquées pour ce changement de comportement sont une meilleure santé du bébé, les aversions alimentaires, les nausées, les tabous ou interdits alimentaires et la peur de faire un gros bébé^{33,70,74,85}. Bien que ces raisons soient justifiées ou du moins compréhensibles, le choix des aliments à consommer fait par les femmes, n'est pas toujours optimal pour une meilleure santé de la mère et de l'enfant.

Orienter les stratégies de communication au niveau communautaire en utilisant les groupes d'aliments lors de sensibilisations, pourrait aider les populations à mieux choisir leurs aliments. Certains aliments jugés néfastes en temps de grossesses pourraient simplement être remplacés par des aliments à valeur nutritionnelle proche ou équivalente si les femmes avaient une meilleure connaissance des différents groupes d'aliments, de leurs rôles et importance, de la classification des aliments locaux dans chaque groupe. Toutefois, pour un meilleur impact des interventions visant l'amélioration de la qualité de l'alimentation, ne saurait se limiter aux femmes seules puisqu'elles ne prennent pas seules les décisions et font recours à plusieurs sources d'information quand elles sont enceintes. Une étude réalisée par Szwajcer et al, a montré que la principale source d'information relative aux comportements alimentaires pendant la grossesse chez les primipares est l'environnement social notamment la famille, les amies, les sages-femmes, les livres, l'internet ou leur intuition⁸⁶. Au Bénin, les autorités locales, les chefs religieux et traditionnels constituent également une source d'information et de respect des normes en matière d'alimentation. Lorsqu'on sait, ce que fait ou devient chaque aliment dans l'organisme, il est plus facile de choisir quoi manger. Il serait opportun que l'état, les structures et organisations intervenant dans le domaine de la nutrition orientent leurs interventions sur une meilleure connaissance des groupes d'aliments en vue d'une alimentation plus diversifiée des communautés. Autres facteurs du choix alimentaire peuvent aussi être des croyances/tabous mais aussi la disponibilité des ressources alimentaires, la qualité et l'accessibilité financière des femmes.

- **Caractéristiques de l'alimentation des femmes et implications**

Le principal paradoxe des résultats de notre étude est la diminution des apports nutritionnels pendant grossesse alors que c'est pendant cette période que les

besoins sont plus élevés. Cela voudrait dire qu'il existe des facteurs qui entraînent une réduction des quantités d'aliments ingérées ou qui ne favorisent pas une meilleure alimentation pendant la grossesse. Cela rejoint les résultats d'une étude réalisée en 2016 par le Conseil de l'Alimentation et de la Nutrition (CAN) sur les rôles et normes de genre dans la production, la consommation et la santé au Bénin⁸⁷, qui révèlent que sur le plan nutritionnelle, femmes et hommes s'accordent à dire qu'il n'existe pas de régime spécifique pour les femmes enceintes ou allaitantes. Seule une prescription médicale peut constituer une exception à cette règle contrairement à d'autres sociétés où la grossesse constitue un moment de privilège alimentaire pour la femme. Bien que l'alimentation de la famille soit une affaire de femmes au Bénin, lors de la répartition des repas, elles donnent la priorité aux hommes, aux membres de la belle-famille présents et aux enfants en s'oubliant elles-mêmes. Cette habitude qui se transmet d'une génération à l'autre et semble normal aux yeux de la société n'est pas sans conséquences sur la nutrition de la jeune femme et de la femme enceinte. Non seulement son alimentation est affectée en quantité mais aussi en qualité car au cas où elle se retrouve sans repas après avoir satisfaire le père et les autres membres de la famille, elle se contente souvent juste de gari ou de pâte délayée dans le meilleur des cas. La même étude conclue que la confiance en la tradition qui se traduit par le recours fréquent aux « *pratiques traditionnelles de soin* », expliquerait leur relative indifférence concernant la nutrition des femmes enceintes ou allaitantes. Ces pratiques traditionnelles héritées de la communauté pourraient expliquer pourquoi seulement 40% des femmes ont une alimentation diversifiée dans une zone péri-urbaine où on note une disponibilité alimentaire assez élevée.

Nos résultats montrent également que les principaux groupes d'aliments identifiés dans la consommation des femmes sont majoritairement les céréales, racines et tubercules (100%), les légumes non riches en vitamines A (98%), le poisson (96%), les huiles et graisses (97%), les sucres et boissons sucrées (40%). Une enquête de référence initiée par le programme mondial Sécurité alimentaire et renforcement de la résilience de la GIZ, sur la nutrition dans le département de l'Atacora au Nord-Ouest du Bénin, a montré que les mêmes tendances avec un taux de consommation de céréales, racines et tubercules de 96.6% et 37.9% de sucres et boissons sucrées. Ce régime alimentaire pauvre en fruits et légumes, associé à une appétence au sucré et au gras et un mode de vie sédentaire (femmes majoritairement commerçantes), pourrait justifier la prévalence élevée (37%) du surpoids et de l'obésité, alors que la plupart des besoins en nutriments ne sont pas couverts.

Face à un tel tableau, il urge d'instaurer de façon systématique, de sérieuses séances d'éducation nutritionnelle ciblant les femmes en âge de procréer, les femmes enceintes et allaitantes sur les groupes d'aliments et leur importance afin d'offrir aux femmes et aux enfants, un environnement alimentaire plus sain pour une meilleure santé.

- **Connaissance de la valeur nutritionnelle des aliments et recettes, un pas vers la réduction de la malnutrition au Bénin**

Le monde regorge d'une multitude de ressources alimentaires variant d'un continent à un autre, d'un pays à un autre et parfois d'une région à une autre au sein d'un même pays. Les choix alimentaires sont souvent fonction de cette richesse et de sa disponibilité. En Afrique, il existe de nombreuses cultures, fruits et légumes entrant dans la consommation alimentaire et dont les effets sur les apports nutritionnels sont démontrés. Par exemple l'évaluation de la

contribution des aliments d'origine forestière aux apports alimentaires au Cameroun a montré que les personnes qui consommaient des aliments sauvages traditionnels avaient une meilleure couverture en calcium, fer, zinc, magnésium, potassium, sodium et vitamine A, C et E que ceux ayant déclaré n'avoir pas consommé ces produits⁸⁸. Une autre étude réalisée en Inde sur l'estimation de la consommation des espèces indigènes a révélé que les consommateurs de ces espèces avaient des apports plus élevés en calcium que les non consommateurs⁸⁹. Remarquons que la cuisine béninoise utilise pour ses recettes une combinaison de produits locaux/sauvages tels que les fruits, céréales et légumes, ainsi que le lait et la viande. La valeur nutritionnelle de ces recettes n'est pas toujours connue ce qui rend difficile l'estimation des ingrédients alimentaires. L'analyse des apports alimentaires et nutritionnels des populations nécessite l'utilisation de table de composition spécifique incluant ces aliments.

L'inexistence de table de composition des aliments et recettes pour le Bénin a été l'un des principaux défis relevés dans le cadre de ce travail. Comme l'a montré récemment une revue systématique réalisée sur la façon dont les apports alimentaires sont obtenus dans les pays africains⁹⁰, il n'existe pas de méthodologie nationale standardisée utilisant une approche et des outils harmonisés selon les réalités de chaque pays. La compilation d'une table de composition des aliments et l'élaboration d'une table de recette était indispensable pour l'atteinte des objectifs de l'étude. Ce travail minutieux et de longue haleine a été réalisé pendant la majeure partie du temps de thèse et a révélé que la majorité des aliments (206 sur 589 aliments) consommés par les femmes n'étaient pas présents dans les tables de composition des aliments de l'Afrique de l'Ouest utilisées comme référence. Afin de pallier ce manque, nous avons dû faire des rapprochements avec d'autres aliments, ou calculer en fonction de la teneur en eau la proportion de certains nutriments. Parfois, des données ont été

écartées pour non disponibilité d'informations. Malgré les efforts faits par la FAO pour compiler un maximum de données de bonne qualité sur les aliments et recettes consommés en Afrique de l'Ouest, des données sur des recettes traditionnelles manquent cruellement. Très souvent, chacun élabore ou compile une portion de table selon les besoins de son étude, mais il serait opportun de disposer d'une table de composition des aliments de référence nationale unique permettant une meilleure appréciation de apports nutritionnels et une valorisation de la biodiversité locale.

- **Forces et retombées de la thèse**

Notre étude, en plus d'être l'une des rares études longitudinales prenant en compte l'alimentation des femmes de la préconception jusqu'à l'accouchement, a des retombées et perspectives se situant à différents niveaux. Tout d'abord, la première étape de travail a été le développement des différents outils nécessaires à l'évaluation quantitative de la consommation alimentaire des femmes sur le terrain. Ces outils, encore inexistant au Bénin, représentent le premier résultat, méthodologique, nécessaire au recueil, à la gestion et à l'analyse des données de consommation alimentaire fournies par les femmes. Ils seront utiles à de futures études sur la consommation alimentaire au Bénin. Ensuite, les résultats de la consommation des femmes ont permis de documenter la qualité du régime alimentaire des femmes avant et pendant grossesse à travers sa diversité et le niveau d'atteinte des apports recommandés pour l'énergie, les protéines, les glucides, les lipides et dix-huit (18) micronutriments. De plus les analyses ont permis de comprendre les facteurs d'influences de l'alimentation avant et durant la la grossesse, un ajustement qu'il est très rarement possible de faire car la plupart des études sur

la grossesse ne recrute des femmes enceintes qu'au second trimestre de grossesse vu la faible couverture prénatale en début de grossesse. Dans le cadre d'une enquête par questionnaire au Bénin, il est rare que les femmes souhaitent répondre quand on leur demande si elles sont enceintes.

Par ailleurs, du fait que cette étude ait été menée sur les femmes incluses dans le projet RECIPAL, il sera possible dans les recherches à venir de répondre à la question sur l'ajustement ou l'interaction à prendre en compte concernant l'effet conjoint de l'état nutritionnel de la mère et des infections palustres précoces en début de grossesse sur le retard de croissance intra-utérin et le faible poids de naissance. En recrutant les femmes dès la préconception et jusqu'à l'accouchement, les résultats de notre étude, pourraient aussi permettre de mieux faire ressortir l'influence de l'alimentation de la mère sur la croissance fœtale et pourront donc aider à la conception d'interventions intégrées aux étapes-clés identifiées avant et pendant la grossesse pour une meilleure santé des femmes, de l'embryon, du fœtus et de l'enfant.

- **Limites de l'étude**

- Un double rappel de 24h par trimestre aurait permis de mieux cerner les habitudes alimentaires des femmes pendant la grossesse pour les analyses plus solides
- Un volet qualitatif de l'étude sur les déterminants des choix alimentaires avant et pendant grossesse aurait permis de mieux expliquer les résultats obtenus et de mieux comprendre l'alimentation des femmes pendant ces périodes de leur vie ;

- L'absence de validation des outils de collecte mis en place dans le cadre de l'étude. Initialement il avait été prévu dans le protocole de départ une validation des outils de collecte (catalogue photo, questionnaires, ustensiles...) afin de réduire les biais potentiels liés à leur utilisation.

- Il n'y a pas eu d'analyses biochimiques ou de laboratoire pour déterminer la valeur nutritionnelle de certains aliments dont la composition n'était pas renseignée au niveau des tables de composition. Les calculs ou les rapprochements d'aliments peuvent entraîner des biais dans l'estimation des apports par une sous-estimation ou une surestimation ;



CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Des régimes alimentaires adaptés et équilibrés avant et durant la grossesse sont essentiels à la couverture des besoins nutritionnels et sont positivement associés à la santé de la mère, du fœtus et de l'enfant. Au Sud-Bénin, la diversité alimentaire des femmes ne changeait pas avant et pendant grossesse mais les groupes d'aliments entrant dans la consommation diffèrent parfois entre la préconception et le premier trimestre de grossesse d'une part et d'un trimestre à un autre d'autre part. Cette diversité est influencée par la parité de la femme et son niveau socio-économique. Bien que les apports en nutriments ne permettent pas pour la plupart, de répondre aux apports recommandés, ils sont plus élevés avant grossesse que durant grossesse. Ceci révèle qu'en tenant compte des facteurs déterminant le choix des aliments au sein de la population, une communication basée sur le rôle et la composition des différents groupes pourraient contribuer à une meilleure diversité alimentaire des femmes et ainsi à un meilleur impact des interventions nutritionnelles. Pour appuyer et rendre efficace cette communication, il est nécessaire d'avoir une table de composition nationale et des outils de collecte standardisés et validés.

Suggestions pour les interventions et recherches ultérieures

Notre étude a permis de collecter des données sur l'alimentation des femmes mais ses implications, les utilisations possibles des données, les recherches qu'elle pourrait susciter et les recommandations qui en ressortent sont multiples et variées.

Les outils de collecte et d'analyse développés dans le cadre de cette étude ont besoin d'être validés et standardiser pour permettre une utilisation sur le plan national. Cela permettrait non seulement de réduire les biais dans l'estimation des quantités d'aliments déclarées par les femmes lors des enquêtes alimentaire mais aussi une meilleure harmonisation.

Le précieux travail d'élaboration d'une base de données sur la composition des aliments et des recettes, amorcé mérite d'être poursuivi en prenant en compte les aliments consommés dans les autres régions du pays. Ceci dans le but d'élaborer une table de composition nutritionnelle des aliments les plus consommés au Bénin en combinant différentes méthodes d'analyse. L'existence d'une table de composition des aliments faciliterait l'estimation des ingérés alimentaires de même que les prises de décision dans le choix des cultures à promouvoir, ou encore les axes de développement économique à prendre en compte. Vu que les aliments cuisinés sont très consommés au Bénin, il serait opportun de compléter la table de composition des recettes élaborée dans le cadre de ce travail afin d'avoir une table nationale de composition des recettes à partir de données d'observation prenant en compte toutes les régions avec leurs spécificités culinaires, pour une optimisation de l'appréciation des ingérés alimentaires.

Sur le plan de la recherche, il est important que des travaux originaux soient menés sur certains thèmes en vue d'approfondir ou de compléter nos résultats pour une meilleure compréhension de l'alimentation de la fille adolescente, la femme en âge de procréer et la de la femme enceinte. Nos données collectées pourront permettre de :

- Analyser la relation entre les ingérés alimentaires et l'état nutritionnel des femmes et le gain de poids durant la grossesse. Depuis quelques années, plusieurs études ont montré l'existence du le double fardeau nutritionnel au Bénin et il serait avantageux de voir la part de l'alimentation pour de meilleures prises de décision
- Analyser la relation entre l'alimentation de la femme pendant la grossesse et la croissance fœtale. Il est évident que la croissance et le

développement du fœtus est dépendant de plusieurs facteurs mais l'alimentation de la mère pendant la grossesse reste un déterminant majeur. Une étude du genre serait innovante en Afrique de l'Ouest et les résultats pourraient orienter les structures intervenant dans l'amélioration de la santé maternelle et infantile.

- Analyser la composition corporelle des femmes en relation avec leur état nutritionnel et leurs mesures anthropométriques.
- Faire la relation entre le taux d'hémoglobine dans le sang des femmes avant et pendant grossesse et les apports alimentaires en fer qui restent très faibles par rapport aux recommandations quelle que soit la période considérée.

Une étude plus approfondie sur les déterminants de l'alimentation des femmes avant et pendant la grossesse ainsi que les perceptions des communautés sur certains comportements liés à la grossesse

Publications

1- Djossinou D.A., Savy M., Fanou-Fogny N., Landais E., Accrombessi M., Briand V., Yovo E., Hounhouigan D.J, Gartner A., Martin-Prevel Y., 2019. Women's dietary diversity before and during pregnancy from a cohort study in Southern Benin: Change in score and associated factors. *Maternal and Child nutrition*.

2- Djossinou D.A., Landais E. Savy M., Fanou-Fogny N., Agnès Gartner, Martin-Prevel Y., Hounhouigan D.J, 2019. Maternal nutrient intakes and nutritional needs coverage before and during pregnancy: a cohort study in Southern Benin. (en cours)

3- Accrombessi M, Yovo E, Cottrell G, Agbota G, Gartner A, Martin-Prevel Y, Fanou-Fogny N, Djossinou D, Zeitlin J, Tuikue-Ndam N, Bodeau-Livinec F, Houzé S, Jackson N, Ayemonna P, Massougbodji A, Cot M, Fievet N, Briand V. 2018. Cohort profile: effect of malaria in early pregnancy on fetal growth in Benin (RECIPAL preconceptional cohort). *BMJ Open* 2018;8:e019014. doi:10.1136/bmjopen-2017-019014.

4- Djossinou Monkotan DRA, Fanou Fogny NL, Nonvide HP, Yétongnon KI, Accrombessi MMK, Amoussa-Hounkpatin WB, Madode YE, Briand V, Hounhouigan DJ, Gartner A, Martin-Prevel Y. 2017. Document technique d'information: diet characteristic of women of reproductive age in southern Benin. Dépôt légal N°9773 du 22/11/2017. Bibliothèque Nationale du Bénin, 4ème trimestre. ISBN 978-99919-82-60-1 2.

5- Djossinou Monkotan DRA, Fanou Fogny NL, Nonvide HP, Yétongnon KI, Accrombessi MMK, Amoussa-Hounkpatin WB, Madode YE, Briand V, Hounhouigan DJ, Gartner A, Martin-Prevel Y. 2017. Document technique d'information: Nutritional value of foods consumed by of women of reproductive age in southern Benin. Dépôt légal N° 9774 du 22/11/2017. Bibliothèque Nationale du Bénin, 4ème trimestre. ISBN 978-99919-82-61-8

6- Accrombessi M., Yovo E.,2 Fievet N., Cottrell G., Agbota G., Gartner A., Martin-Prevel Y., Fanou-Fogny N., Djossinou D., Massougbojji A., Michel Cot M., Briand V., 2019. Effects of Malaria Infection during the First Trimester of Pregnancy on Poor Maternal and Birth Outcomes in Benin (article soumis)

Participation à des séminaires et conférences

1- Participation à “The 2nd International Congress Hidden Hunger” à Stuttgart en Allemagne du 3 au 6 Mars 2015

2- Participation au 7th Africa Nutritional Epidemiology Conference (ANEC) Marrakesh, Maroc du 9 au 14 Octobre 2016 (poster)

3- Participation au séminaire d'évaluation du projet RECIPAL à Paris (France), le 02 Décembre 2016

4- Participation au séminaire MIAM (Méthodes d'Investigation de l'Alimentation et des Mangeurs) du CIRAD sur le thème “Mesure de la consommation alimentaire (outils, collecte et traitement de données): cas pratique du Bénin” à Montpellier (France) le 12 juin 2018

5- Participation à la 2ème série de débats informés pour le renforcement de capacités des acteurs locaux sur les pratiques alimentaires et nutritionnelles

dans les communes de Boukoubé, Coby, Matéri et Tanguéta au Bénin. Organisateur, Enabel à travers le projet AMSANA, du 16 au 19 Avril 2019.

Formations et renforcements de capacité durant la thèse

1- Diplôme Universitaire (DU) en Méthodes statistiques de régression en épidémiologie à l'ISPED, année académique 2016-2017, Université de Bordeaux (France)

2- Cours de perfectionnement sur le leadership et le management, du 12 au 17 Novembre 2018 par African Women in Agricultural and Research and Development (AWARD) – Cotonou, Bénin

3- Cours sur la rédaction de protocoles de recherche et d'articles scientifiques, du 15 au 21 Juillet 2018 par African Women in Agricultural and Research and Development (AWARD) – Saly, Sénégal

4- Atelier d'orientation sur mentorat, du 19 au 23 Février 2018 par African Women in Agricultural and Research and Development (AWARD) – Naïrobie, Kenya

5- Formation à l'éthique de la recherche et à l'intégrité scientifique le 12 Mai 2017 par l'université de Montpellier, France

6- Prise de parole en public pédagogie interactive niveau 2, 11 mai 2017 par l'université de Montpellier, France

7- Garantir son employabilité : outils et Conseils 09 mai 2017, par l'université de Montpellier, France

8- Mieux s'organiser pour réussir son doctorat, 16 Novembre 2016, par l'Université de Montpellier, France.

9- Recherche et gestion de l'information scientifique : méthodes, outils, ressources en Santé/Sciences, 16 mars 2016 par Université de Montpellier – FRANCE

10- Méthodes d'enquête qualitative en Sciences Sociales, du 29 Janvier au 05 Février 2016 par Nutripass, IRD – Montpellier France

11- Cours d'été sur "Food Security and the Post-2015 Agenda" du 02 au 13 Mars 2015, Par Food Security Center (FSC) à l'Université de Hohenheim – Allemagne

12- Formation sur "Suivi-évaluation des programmes de sécurité alimentaire et nutritionnelle : paramètres et indicateurs à divers niveaux (individuel, communautaire, local, national, régional, international), Décembre 2014 Par Food Security Center et FSA, sous financement DAAD – Abomey-Calavi, Bénin

Cours dispensés

- ✓ Collecte et exploitation des données d'enquêtes alimentaires et nutritionnelles (Master 2 de nutrition et science alimentaire à la Faculté des Sciences Agronomiques de l'UAC)
- ✓ Nutrition appliquée (Master 1, nutrition et science alimentaire à la Faculté des Sciences Agronomiques de l'UAC)

- ✓ Elaboration et utilisation d'une Table de Composition des Aliments ou d'une Base de Données sur la Composition des Aliments (Master 1, nutrition et science alimentaire à la Faculté des Sciences Agronomiques de l'UAC)

Références bibliographiques

1. FAO & WHO. Déclaration de Rome sur la nutrition. <http://www.fao.org/3/a-ml542f.pdf> (2014). Available at: <http://www.fao.org/3/a-ml542f.pdf>. (Accessed: 11th March 2018)
2. WHO. Proposed global targets for maternal, infant and young child nutrition. *WHO* (2012). Available at: https://www.who.int/nutrition/events/2012_proposed_globaltargets_backgroundpaper.pdf. (Accessed: 19th July 2019)
3. WHO/UNICEF. The extension of the 2025 Maternal, Infant and Young Child nutrition targets to 2030.
4. Malnutrition | Define Malnutrition at Dictionary.com. Available at: <http://dictionary.reference.com/browse/malnutrition>. (Accessed: 26th February 2016)
5. Solomons, N. W. La dénutrition dans les pays en voie de développement – des aspects évolutifs. *Ann. Nestlé Ed Fr.* **67**, 74–86 (2009).
6. Larousse, É. Définitions : malnutrition - Dictionnaire de français Larousse. Available at: <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/malnutrition/48936>. (Accessed: 26th February 2016)
7. Ramakrishnan, U., Grant, F., Goldenberg, T., Zongrone, A. & Martorell, R. Effect of Women's Nutrition before and during Early Pregnancy on Maternal and Infant Outcomes: A Systematic Review. *Paediatr. Perinat. Epidemiol.* **26**, 285–301 (2012).
8. Weber, M., Ayoubi, J.-M. & Picone, O. Nutrition de la femme enceinte : conséquences sur la croissance fœtale et le développement de maladies à l'âge adulte. *Arch. Pédiatrie* **22**, 116–118 (2015).
9. Han, Z. *et al.* Low gestational weight gain and the risk of preterm birth and low birthweight: a systematic review and meta-analyses. *Acta Obstet. Gynecol. Scand.* **90**, 935–954 (2011).
10. Han, Z., Mulla, S., Beyene, J., Liao, G. & McDonald, S. D. Maternal underweight and the risk of preterm birth and low birth weight: a systematic review and meta-analyses. *Int. J. Epidemiol.* **40**, 65–101 (2011).

11. Razak, F., Finlay, J. E. & Subramanian, S. Maternal underweight and child growth and development. *The Lancet* **381**, 626–627 (2013).
12. *Low birthweight: country, regional and global estimates.* (2004).
13. Yun Jen. Les Naissances de faible poids. *IPDCD* (2011). Available at: http://www.ipcdc.qc.ca/sites/default/files/files/F001_Naissances_de_faible_poids.pdf. (Accessed: 24th February 2016)
14. Bucher H. U. Comment définir un faible poids pour l'âge gestationnel? [PDF] *Comment définir un faible poids pour l'âge gestationnel?* (2010). Available at: <http://www.swiss-paediatrics.org/sites/default/files/paediatrica/vol21/n5/pdf/45-47.pdf>. (Accessed: 14th January 2016)
15. JIHEN, J. *et al.* LE RETARD DE CROISSANCE INTRA UTERIN: DEFINITION, EPIDEMIOLOGIE ET FACTEURS DE RISQUE: PARTICULARITES DU GOUVERNORAT DE SFAX. *J. L'Information Médicale Sfax* 20
16. Villar, J. *et al.* International standards for newborn weight, length, and head circumference by gestational age and sex: the Newborn Cross-Sectional Study of the INTERGROWTH-21st Project. *The Lancet* **384**, 857–868 (2014).
17. Padonou, G. *et al.* Prematurity, intrauterine growth retardation and low birth weight: risk factors in a malaria-endemic area in southern Benin. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* **108**, 77–83 (2014).
18. INSAE. *Enquête Démographique et de Santé du Bénin.* 675 (Institut National de le Statistique et de l'Analyse Economique, 2019).
19. Ouédraogo, S. *et al.* Maternal Anemia in Pregnancy: Assessing the Effect of Routine Preventive Measures in a Malaria-Endemic Area. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* **88**, 292–300 (2013).
20. Haddad, L. *et al.* The Global Nutrition Report 2014: Actions and Accountability to Accelerate the World's Progress on Nutrition. *J. Nutr.* **145**, 663–671 (2015).
21. Fischer, C. G. & Garnett, T. Assiettes, pyramides et planète Recommandations alimentaires nationales pour des régimes alimentaires sains et des modes d'alimentation durables: état des lieux. (2018).
22. CAN. Guide alimentaire du Bénin. (2015).

23. Donnars, C. *et al.* *Dietary behaviours and practices: determinants, action, outcomes*. 66 (INRA, 2010).
24. Trumbo, P., Schlicker, S., Yates, A. A. & Poos, M. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein and Amino Acids. *J. Am. Diet. Assoc.* **102**, 1621–1630 (2002).
25. Kennedy, P. G. & Ballard, T. Guide pour mesurer la diversité alimentaire au niveau du ménage et de l'individu. 56
26. Swindale, Anne et Paula Bilinsky, 2006. *Score de Diversité alimentaire des Ménages (SDAM) pour la mesure de l'accès alimentaire des Ménages : Guide d'indicateurs*. Washington, D.C.:FHI 360/FANTA.
27. Mason, J. B. *et al.* The first 500 days of life: policies to support maternal nutrition. *Glob. Health Action* **7**, (2014).
28. FAO & FHI 360. Minimum Dietary Diversity for Women: A Guide for Measurement. (2016).
29. Martin-Prevel, Y. *et al.* Development of a Dichotomous Indicator for Population-Level Assessment of Dietary Diversity in Women of Reproductive Age. *Curr. Dev. Nutr.* **1**, cdn.117.001701 (2017).
30. Gibson, R. S. & Ferguson, E. L. Conducting the interactive 24-hour recall. in *An interactive 24-hour recall for assessing the adequacy of iron and zinc intakes in developing countries* **8**, 160 (2008).
31. *Indicators for monitoring the Millennium Development Goals: definitions, rationale, concepts and sources*. (United Nations, 2003).
32. SDSN. Indicators and a Monitoring Framework for the Sustainable Development Goals. (2015).
33. Forbes, L., Graham, J., Berglund, C. & Bell, R. Dietary Change during Pregnancy and Women's Reasons for Change. *Nutrients* **10**, 1032 (2018).
34. Doyle, I.-M., Borrmann, B., Grosser, A., Razum, O. & Spallek, J. Determinants of dietary patterns and diet quality during pregnancy: a systematic review with narrative synthesis. *Public Health Nutr.* **20**, 1009–1028 (2017).

35. Gitagia, M. W. *et al.* Determinants of dietary diversity among women of reproductive age in two different agro-ecological zones of Rongai Sub-County, Nakuru, Kenya. *Food Nutr. Res.* (2019). doi:10.29219/fnr.v63.1553
36. Ochieng, J., Afari-Sefa, V., Lukumay, P. J. & Dubois, T. Determinants of dietary diversity and the potential role of men in improving household nutrition in Tanzania. *PloS One* **12**, e0189022 (2017).
37. Azadbakht, L. & Esmailzadeh, A. Dietary energy density is favorably associated with dietary diversity score among female university students in Isfahan. *Nutrition* **28**, 991–995 (2012).
38. Gewa, C. A., Murphy, S. P., Weiss, R. E. & Neumann, C. G. Determining minimum food intake amounts for diet diversity scores to maximize associations with nutrient adequacy: an analysis of schoolchildren's diets in rural Kenya. *Public Health Nutr.* **17**, 2667–2673 (2014).
39. Murphy, M. M., Stettler, N., Smith, K. M. & Reiss, R. Associations of consumption of fruits and vegetables during pregnancy with infant birth weight or small for gestational age births: a systematic review of the literature. *Int. J. Womens Health* **6**, 899–912 (2014).
40. Lawn, J. E. *et al.* Every Newborn: progress, priorities, and potential beyond survival. *The Lancet* **384**, 189–205 (2014).
41. UNICEF. UNICEF - Progrès pour les enfants - Faible poids à la naissance. (2006). Available at: http://www.unicef.org/french/progressforchildren/2006n4/index_lowbirthweight.html. (Accessed: 24th February 2016)
42. UNICEF. La situation des enfants dans le monde. (1998). Available at: <http://www.unicef.org/french/sowc98/pdf/presume.pdf>. (Accessed: 2nd March 2016)
43. Guide de nutrition familiale. Available at: <http://www.fao.org/docrep/008/y5740f/y5740f08.htm>. (Accessed: 2nd March 2016)
44. Ramakrishnan, U., Imhoff-Kunsch, B. & Martorell, R. Maternal nutrition interventions to improve maternal, newborn, and child health outcomes. *Nestlé Nutr. Inst. Workshop Ser.* **78**, 71–80 (2014).

45. Uauy, R., Corvalan, C., Casanello, P. & Kuzanovic, J. Intervention Strategies for Preventing Low Birthweight in Developing Countries: Importance of Considering Multiple Interactive Factors. in *Nestlé Nutrition Institute Workshop Series* (eds. Bhatia, J., Bhutta, Z. A. & Kalhan, S. C.) **74**, 31–52 (S. KARGER AG, 2013).
46. Larousse, É. Définitions : sous-alimentation, sous-alimentations - Dictionnaire de français Larousse. Available at: http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/sous%2Dalimentation_sous%2Dalimentations/73759. (Accessed: 2nd March 2016)
47. Larousse, É. Encyclopédie Larousse en ligne - dénutrition. Available at: <http://www.larousse.fr/encyclopedie/medical/d%C3%A9nutrition/12438>. (Accessed: 2nd March 2016)
48. OMS | Malnutrition: les défis. *WHO* Available at: <http://www.who.int/nutrition/challenges/fr/>. (Accessed: 2nd March 2016)
49. Europe Aid. Améliorer la contribution de la CE à la lutte contre la malnutrition maternelle et infantile ainsi que ses causes. (2009). Available at: https://ec.europa.eu/europeaid/sites/devco/files/study-maternal-and-child-undernutrition-200901_fr_5.pdf. (Accessed: 26th February 2016)
50. Direction générale de la mondialisation, du développement et des partenariats. NUTRITION DANS LES PAYS EN DÉVELOPPEMENT. (2011).
51. Blumfield, M. Pregnancy: Dietary Guidance for Pregnancy. in *Encyclopedia of Food and Health* (eds. Caballero, B., Finglas, P. M. & Toldrá, F.) 472–483 (Academic Press, 2016).
52. Bhutta, Z. A. *et al.* Evidence-based interventions for improvement of maternal and child nutrition: what can be done and at what cost? *The Lancet* **382**, 452–477 (2013).
53. Recommandations nutritionnelles pour la Belgique (révision 2009) (CSS 8309). 114 (2009).
54. Bédard, B. & Dubois, L. Apports en énergie et macronutriments. *Inst. Rech. Sur Santé Popul. Univ. Ott.* 13 (2005).
55. *La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture*. (F.A.O, 2013).

56. OMS. Concentration en hémoglobine permettant de diagnostiquer l'anémie et d'en évaluer la sévérité. (2011).
57. OMS & FAO. Directives sur l'enrichissement des aliments en micronutriments. *Popul. Fr. Ed.* **5**, 764 (1950).
58. LA NUTRITION DANS LE PAYS EN DÉVELOPPEMENT. Available at: <http://www.fao.org/3/W0073F/w0073f40.htm>. (Accessed: 4th August 2019)
59. FAO, WHO & UNU. *Human energy requirements*. 96 (FAO, 2001).
60. Cetin, I., Berti, C. & Calabrese, S. Role of micronutrients in the periconceptional period. *Hum. Reprod. Update* **16**, 80–95 (2010).
61. Ramachandran, P. Maternal and child nutrition: The first 1,000 days. *Indian J. Med. Res.* **142**, 231–232 (2015).
62. Kumarasamy, V. *et al.* Effects of periconceptional undernutrition on the initiation of parturition in sheep. *Am. J. Physiol. - Regul. Integr. Comp. Physiol.* **288**, R67–R72 (2005).
63. Blumfield, M. L., Hure, A. J., Macdonald-Wicks, L., Smith, R. & Collins, C. E. Systematic review and meta-analysis of energy and macronutrient intakes during pregnancy in developed countries. *Nutr. Rev.* **70**, 322–336 (2012).
64. Rahman, M. M. *et al.* Maternal anemia and risk of adverse birth and health outcomes in low- and middle-income countries: systematic review and meta-analysis. *Am. J. Clin. Nutr.* ajcn107896 (2016). doi:10.3945/ajcn.115.107896
65. Hallberg, L. Iron balance in pregnancy. *Nestlé Nutr. Inst. Workshop Ser.* **16**, 13 (1988).
66. OMS. Plus sain, plus juste, plus sûr : l'itinéraire de la santé dans le monde, 2007-2017. *CC -NC-SA 30 IGO 76* (2017).
67. Arboix-Calas, F. Dis-moi ce que tu manges... *Éducation Social.* **20** (2014). doi:10.4000/edso.1002
68. Lenglet, F. Le processus de choix alimentaire et ses déterminants : vers une prise en compte des caractéristiques psychologiques du consommateur. (Savoie, 2006).

69. Matos Feijó, F. de, Casaccia Bertoluci, M. & Reis, C. Serotonina e controle hipotalâmico da fome: uma revisão. *Rev. Assoc. Médica Bras.* **57**, 74–77 (2011).
70. Huybregts, L. F., Roberfroid, D. A., Kolsteren, P. W. & Van Camp, J. H. Dietary behaviour, food and nutrient intake of pregnant women in a rural community in Burkina Faso. *Matern. Child. Nutr.* **5**, 211–222 (2009).
71. Etiévant, P. *et al.* *Les comportements alimentaires. Quels en sont les déterminants ? Quelles actions, pour quels effets ?* 276 (INRA, 2010).
72. Birlouez, E. Les déterminants de la consommation alimentaire. (2011).
73. Darmon, N. Inégalités sociales de santé et nutrition. in *L'alimentation à découvert* (eds. Esnouf, C., Fioramonti, J. & Laurieux, B.) 140–141 (CNRS Éditions, 2015). doi:10.4000/books.editions-cnrs.10359
74. Rosen, J. G. *et al.* Determinants of dietary practices during pregnancy: A longitudinal qualitative study in Niger. *Matern. Child. Nutr.* **14**, e12629 (2018).
75. Ene-Obong, H. N., Enugu, G. I. & Uwaegbute, A. C. Determinants of Health and Nutritional Status of Rural Nigerian Women. *J. Health Popul. Nutr.* **11** (2001).
76. McCANCE, R. A. & WIDDOWSON, E. M. The chemical composition of foods. *Med. Res. Counc. Special Report Series*, 12 (1940).
77. Stadlmayr, B., Charrondièrre, U. R. & Burlingame, B. Development of a regional food composition table for West Africa | The views expressed in this information product are those of the author(s) and do not necessarily reflect the views of FAO.1. *Food Chem.* **140**, 443–446 (2013).
78. Aly, D., Dah-Dovonon, Z. J. & Dansi, A. *Rapport national sur l'état des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture au Bénin.* 57 (Ministère de l'Agriculture de l'Élevage et de la Pêche (MAEP), 2007).
79. Accrombessi, M. *et al.* Cohort profile: effect of malaria in early pregnancy on fetal growth in Benin (RECIPAL preconceptional cohort). *BMJ Open* **8**, e019014 (2018).

80. INSAE. *RGPH4 : Que retenir des effectifs de population en 2013?* 33 (Ministère du Développement, de l'Analyse Economique et de la Prospective (MDAEP), 2015).
81. INSAE. *Cahier des villages et quartiers de ville du département de l'Atlantique.* 42 (Ministère du Développement, de l'Analyse Economique et de la Prospective (MDAEP), 2016).
82. Chabi Felix, B. *MONOGRAPHIE DE LA COMMUNE DE ABOMEY CALAVI.* 72 (2006).
83. Greenfield, H., Southgate, D. A. T. & Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. *Donnees sur la composition des aliments: production, gestion et utilisation.* (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 2007).
84. Charrondiere, U. R. Facteurs de rendement et de rétention (2). 7
85. Kavle, J. A. & Landry, M. Addressing barriers to maternal nutrition in low- and middle-income countries: A review of the evidence and programme implications. *Matern. Child. Nutr.* **14**, e12508 (2018).
86. Sz wajcer, E. M., Hiddink, G. J., Koelen, M. A. & van Woerkum, C. M. J. Nutrition-related information-seeking behaviours before and throughout the course of pregnancy: consequences for nutrition communication. *Eur. J. Clin. Nutr.* **59**, S57–S65 (2005).
87. Ravaozanany, N., Ratsimatahotrarivo, A., Razafindrasoa, J., Fanou Fogny, N. & Mongbo, R. *Rôles et normes de genre dans la production, la consommation et la santé au Bénin : Cas des communes de Bonou, Boukoubé, Lalo, Ouèssè et Zé.* 109 (Conseil de l'Alimentation et de la Nutrition du Bénin (CAN), 2016).
88. Fungo, R. *et al.* Contribution of forest foods to dietary intake and their association with household food insecurity: a cross-sectional study in women from rural Cameroon. *Public Health Nutr.* **19**, 3185–3196 (2016).
89. Ghosh-Jerath, S. *et al.* Estimates of Indigenous Food Consumption and Their Contribution to Nutrient Intake in Oraon Tribal Women of Jharkhand, India. *Food Nutr. Bull.* **39**, 581–594 (2018).

90. Vila-Real, C., Pimenta-Martins, A., Gomes, A. M., Pinto, E. & Maina, N. H. How dietary intake has been assessed in African countries? A systematic review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* **58**, 1002–1022 (2018)

ANNEXES

Annexe 1 : Ustensiles « standards » de cuisine et vaisselle utilisés dans la zone d'étude



Annexe 2 : Portions du catalogue photo utilisé lors du rappel de 24 heures



Photos standardisées,
Ustensile local,
Présentation en taille réelle

Séries de photos “graduées” en « 2-4-6-8 »



Alimentation et nutrition des femmes avant et pendant la grossesse au Sud-Bénin: Qualité et facteurs d'influence
 par Diane Roselyne Akuèmahou DJOSSINO

