

Spatialisation de la maigreur et de l'obésité chez les femmes âgées de 15 à 49 ans au Burundi : vers la compréhension des facteurs associés

Emmanuel BARANKANIRA^{1*}, Scaire MBONIMPA^{2,3} et Soter NDAHAKUWENAYO³

¹ *École Normale Supérieure, Département des Sciences Naturelles, BP 6983 Bujumbura, Burundi*

² *Institut de Mathématiques et de Sciences Physiques, BP 613 Porto-Novo, Bénin*

³ *Institut Supérieur des Cadres Militaires, Faculté des Sciences Fondamentales, BP 20 Bujumbura, Burundi*

* Correspondance, courriel : baremma2002@yahoo.fr

Résumé

Cette étude s'intéresse à la distribution spatiale de la prévalence de la maigreur et de l'obésité chez les femmes âgées de 15 à 49 ans au Burundi et à l'analyse des facteurs associés à ces deux états nutritionnels. Elle porte sur un échantillon de 4015 femmes obtenu de l'Enquête Démographique et de Santé (EDS) réalisée en 2010. La distribution spatiale de la prévalence de la maigreur et de l'obésité, et l'analyse des facteurs associés ont été réalisées à l'aide de l'interpolation à noyau gaussien et de la régression logistique mixte. Les résultats de cette étude montrent une hétérogénéité spatiale intra-provinciale de la prévalence de la maigreur et de l'obésité. L'âge, le milieu rural, le quintile du bien-être économique le plus bas et le nombre élevé d'enfants vivant dans le ménage sont associés à la maigreur. Le milieu urbain et le quintile du bien-être économique le plus élevé sont associés à l'obésité.

Mots-clés : *maigreur, obésité, interpolation spatiale, régression logistique.*

Abstract

Spatial analysis of underweight and obesity among women aged 15 - 49 in Burundi : towards understanding associated factors

This study aims at understanding the spatial distribution of underweight and obesity prevalence among women aged 15-49 in Burundi and analysing factors associated with these two nutritional states. It is based on a sample of 4015 women obtained from the Demographic and Health Survey (DHS) conducted in 2010. The spatial distribution of underweight and obesity prevalence and the analysis of associated factors were performed using Gaussian kernel interpolation and mixed logistic regression. Results show intra-provincial spatial heterogeneity in the prevalence of underweight and obesity. Age, rural setting, the lowest socioeconomic status and the high number of children living in the household were found to be associated with underweight while urban setting and the highest socioeconomic status were found to be associated with obesity.

Keywords : *underweight, obesity, spatial interpolation, logistic regression.*

1. Introduction

La consommation des aliments pauvres en nutriments par les adultes conduit à la maigreur. Les carences nutritionnelles sont à l'origine des décès observés dans les pays à revenu faible. La consommation excessive des aliments riches en calories, couplée à un manque d'activités sportives régulières, est la principale cause du surpoids et de l'obésité. Un indicateur permettant d'évaluer la maigreur et l'obésité est l'Indice de Masse Corporelle (IMC). Cet indice est donné par le rapport entre le poids (en kilogrammes) et le carré de la taille (en mètres). Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et l'International Obesity Task Force de 1998, l'IMC est utilisé pour classer les adultes en 4 états nutritionnels : maigre ($IMC < 18,5 \text{ kg/m}^2$), normal ($18,5 \leq IMC < 25 \text{ kg/m}^2$), surpoids ($25 \leq IMC < 30 \text{ kg/m}^2$) et obèse ($IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$) [1, 2]. Il existe une autre catégorie moins fréquente de l'IMC : l'obésité extrême ($IMC \geq 40 \text{ kg/m}^2$). La maigreur (ou dénutrition, insuffisance pondérale, sous-poids) caractérise la perte de la masse due à des maladies ou à un apport insuffisant en nutriments et en micronutriments et peut augmenter les chances de mettre au monde un enfant maigre pour les femmes. Quant à l'obésité ou surcharge pondérale, elle est une maladie provoquée par un déséquilibre énergétique entre les calories consommées et les calories dépensées [3]. La maigreur et l'obésité constituent de graves problèmes de santé publique à travers le monde. En effet, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) estimait à plus de 1,9 milliards (soit 39 % de la population mondiale) le nombre d'adultes en surpoids en 2016 parmi lesquels 650 (13 %) étaient obèses [4]. Selon les mêmes estimations, 2,8 million de personnes au moins décèdent chaque année suite aux conséquences liées au surpoids ou à l'obésité. Une étude réalisée aux États-Unis d'Amérique sur des adultes âgés de 20 ans et plus de 1960 à 2010 a montré que les femmes ont un risque plus élevé d'être maigres par rapport aux hommes [5].

L'obésité concerne aussi bien les pays riches et les pays à ressources limitées [6]. En effet, une revue systématique de 10 études réalisées de 2000 à 2010 en Afrique sur des adultes âgés de 17 ans et plus a montré que la prévalence de l'obésité était plus élevée en milieux urbains qu'en milieu rural et plus élevée chez les femmes que chez les hommes [7]. De même, une revue systématique et une méta-analyse ont été réalisées sur 29 études et ont montré que l'obésité maternelle est un problème majeur de santé publique en Afrique dans la mesure où elle a des effets adverses tels que l'hémorragie et la pré-éclampsie qui sont des causes de la mortalité maternelle en Afrique subsaharienne [8]. L'état nutritionnel est souvent évalué chez les enfants de moins de 5 ans et leurs mères. Il existe une littérature abondante sur l'analyse des facteurs associés à la maigreur et à l'obésité chez les adultes [9, 10]. Au Burundi, selon l'enquête EFSA (Emergency Food Security Assessment) réalisée en 2017, presque la moitié des ménages (46 % représentant 4,7 millions de personnes) vivait en insécurité alimentaire dont 5,9 % (123500 ménages) en insécurité alimentaire sévère et 40,1 % (839000 ménages) en insécurité alimentaire modérée [11]. En termes du nombre de personnes, ce taux d'insécurité alimentaire est de 45,5 % dont 8,5 % (soit 982414 personnes) sont en situation d'insécurité alimentaire sévère en 2017. Dans l'optique de lutte contre la malnutrition, notre objectif est d'étudier la distribution spatiale de la prévalence de la maigreur et de l'obésité chez les femmes âgées de 15 à 49 ans et d'examiner les facteurs associés à ces deux états nutritionnels. La connaissance de ces facteurs pourrait aider les décideurs de santé publique ayant la lutte contre la malnutrition dans leurs attributions à mieux planifier leurs interventions nutritionnelles.

2. Méthodologie

Les données utilisées ont été obtenues de la deuxième Enquête Démographique et de Santé (EDS) réalisée en 2010 au Burundi. En plus de la région et de la province, nous nous sommes intéressés aux variables socio-démo-économiques à savoir l'âge, le milieu de résidence (urbain/rural), le niveau d'instruction, le quintile du

bien-être économique (BE), la religion, le nombre d'enfants vivant dans le ménage et le statut marital de la femme. Les variables dépendantes étaient la maigreur et l'obésité. Nous avons mené notre étude sur un échantillon de 4015 femmes âgées de 15 à 49 ans regroupées en 376 grappes. Nous avons considéré l'échantillon total de 4015 femmes afin de conserver la prévalence de la maigreur et celle de l'obésité calculées en tenant compte des poids d'échantillonnage de l'EDS 2010. Cette EDS avait obtenu le certificat d'éthique auprès du comité national d'éthique. D'abord, nous avons créé la couche de la province de Rumonge et celle du Lac Tanganyika et avons fusionné les provinces grâce au logiciel QGIS, version 1.8.0 [12]. Toutes les couches ont ensuite été importées sous le logiciel R, version 3.2.5 [13]. La **Figure 1** met en évidence la façon dont les grappes sont distribuées au niveau national selon le type de résidence. Les points en couleur rouge sont des grappes se trouvant en zone urbaine et celles en couleur verte des grappes du milieu rural.

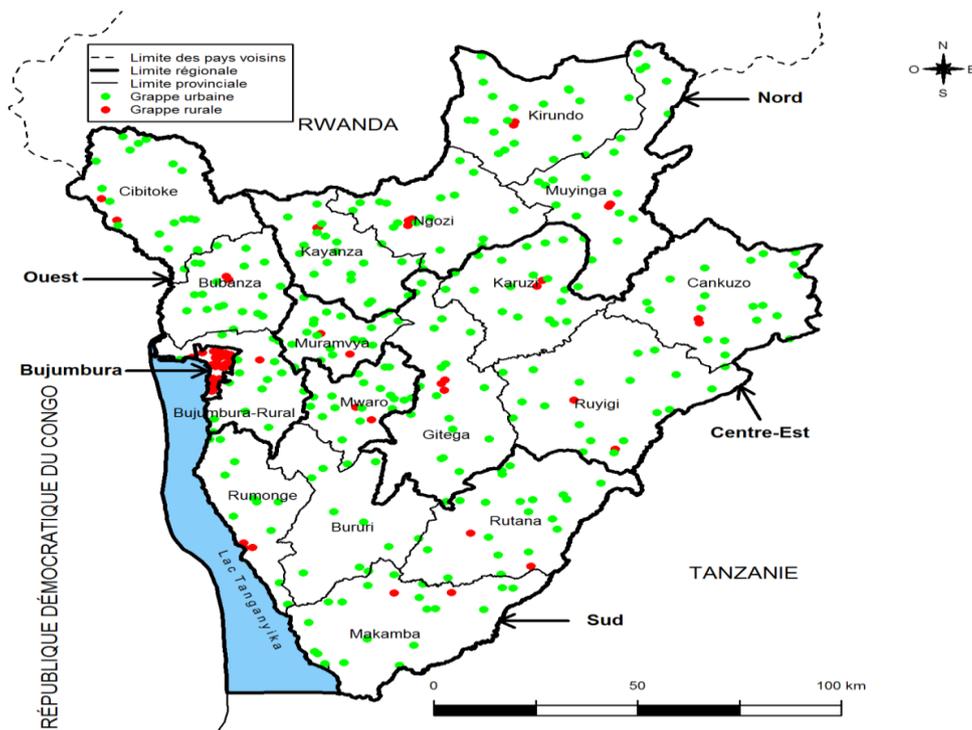


Figure 1 : Répartition spatiale des grappes

Nous avons ensuite calculé la prévalence de la maigreur et de l'obésité par province, par grappe, et selon d'autres caractéristiques (milieu de résidence, quintile du bien-être économique du ménage, groupes d'âge, niveau d'instruction, religion, nombre d'enfants, statut marital) et le nombre des femmes maigres ou obèses. Cette étape a été suivie de la cartographie des prévalences par province. Nous avons évalué la présence de l'autocorrélation spatiale de la prévalence calculée par grappe à l'aide de l'indice global de Moran donné par :

$$I_M = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \tag{1}$$

w_{ij} étant un élément de la matrice W d'interaction spatiale (ici, matrice des distances), n le nombre de grappes, X_i la valeur de la variable dans la grappe i , X_j la valeur de la variable dans la grappe j et \bar{X} sa moyenne.

L'hypothèse nulle testée est l'absence d'autocorrélation spatiale. La présence de l'autocorrélation spatiale dans les données permet de faire l'interpolation spatiale à des points non échantillonnés. Les prévalences de la maigreur et de l'obésité par grappe ont été interpolées aux points non échantillonnés à l'aide de la méthode des noyaux [14 - 16]. Nous avons utilisé une fenêtre adaptative à noyau gaussien. Pour cela, nous avons créé une grille régulière d'interpolation (1000 × 1000) couvrant tout le pays, ce qui conduit à 85600 points d'interpolation. Le nombre d'individus dans la fenêtre de recherche a été calculé comme suit [17] :

$$N_0 = 2,688 \times n^{0,419} \times p^{-0,361} \times g^{0,037} - 91,081 \quad (2)$$

n étant le nombre d'observations, *p* la prévalence de la maigreur (ou de l'obésité) et *g* le nombre de grappes. Dans cette étude, nous avons utilisé *n* = 4015, *p* = 1,6 % et *g* = 376. Les nombres *N*₀ d'individus dans la fenêtre de recherche pour la maigreur et l'obésité étaient respectivement de 119 et 392.

Enfin, l'analyse spatiale a été complétée par l'analyse des facteurs associés à la maigreur ou à l'obésité à l'aide de la régression logistique non spatiale mixte tenant compte des poids d'échantillonnage. La grappe a été utilisée comme effet aléatoire. Les variables réponses étaient Maigre (Oui/Non) et Obèse (Oui/Non). Les variables explicatives étaient l'âge (nommé Age), le milieu de résidence (Résidence), le quintile du bien-être économique (BE), le niveau d'éducation de la femme (Éducation), la religion (Religion), le nombre d'enfants en vie (NbEnfants) et le statut marital de la femme (Marital). La variable « Religion » a été codée en trois catégories (1 = catholique, 2 = Protestant, 3 = Musulman ou autre). La variable « NbEnfants » a été codée en trois catégories (1 = sans enfant, 2 = de 1 à 3 enfants, 3 = plus de 3 enfants). La variable « Marital » a été codée 1 = Jamais en union, 2 = Cohabitante (pour dire « mariée ou vivant avec un partenaire »), 3 = Autre (pour dire « veuve, divorcée ou séparée »). La variable « Éducation » a été codée 1 = Sans instruction, 2 = Primaire, 3 = Secondaire ou plus. Nous avons considéré qu'une variable est significativement associée à la maigreur ou à l'obésité en univarié lorsque sa probabilité critique (p-value) est inférieure au coefficient de risque (5 %). Seules les variables significatives en univarié ont été retenues dans le modèle complet pour l'analyse multivariable. Nous avons utilisé la méthode manuelle pas-à-pas descendante pour sélectionner les variables associées à la maigreur ou à l'obésité afin d'obtenir le modèle final. Nous avons utilisés des modèles mixtes avec la grappe comme effet aléatoire. Les modèles logistiques univariés s'écrivent alors :

$$M_1 : \text{logit}(p) = \beta_0 + \beta \times \text{Age} \quad (3)$$

$$M_2 : \text{logit}(p) = \beta_0 + \beta \times \text{Résidence} \quad (4)$$

$$M_3 : \text{logit}(p) = \beta_0 + \beta \times \text{BE} \quad (5)$$

$$M_4 : \text{logit}(p) = \beta_0 + \beta \times \text{Instruction} \quad (6)$$

$$M_5 : \text{logit}(p) = \beta_0 + \beta \times \text{Religion} \quad (7)$$

$$M_6 : \text{logit}(p) = \beta_0 + \beta \times \text{NbEnfants} \quad (8)$$

$$M_7 : \text{logit}(p) = \beta_0 + \beta \times \text{Marital} \quad (9)$$

où, $p = P(\text{Maigre} = 1)$ ou $p = P(\text{Obèse} = 1)$.

Pour chaque modèle, les rapports de cotes ou odds ratios (OR), leurs intervalles de confiance à 95 % et la probabilité critique (p-value) pour la statistique de test, sous l'hypothèse nulle, de dépasser la valeur estimée sont rapportés.

3. Résultats

3-1. Caractéristiques sociodémographiques

Le **Tableau 1** montre la répartition du nombre de femmes âgées de 15 à 49 ans, du nombre de femmes souffrant de la maigreur ou de l'obésité, de la prévalence de la maigreur ou de l'obésité ainsi que l'intervalle de confiance à 95 % de la prévalence selon les provinces.

Tableau 1 : Répartition de la prévalence de la maigreur et de l'obésité par province au Burundi, 2010

Province	N*	Maigreur			Obésité		
		N+*	%	IC à 95 %	N+*	%	IC à 95 %
Bubanza	186	30	16,9	[9,9; 21,9]	3	1,4	[0,0; 3,2]
Bujumbura-Rural	217	38	17,4	[12,6; 22,3]	2	1,0	[0,0; 2,5]
Bururi	186	29	15,8	[11,1; 20,5]	3	1,5	[0,0; 4,2]
Cankuzo	100	17	16,9	[11,7; 22,2]	1	0,8	[0,0; 2,0]
Cibitoke	232	31	13,2	[6,6; 19,8]	1	0,4	[0,0; 1,2]
Gitega	316	51	16,1	[8,5; 23,7]	3	1,0	[0,0; 2,4]
Karuzi	221	36	16,5	[11,5; 21,5]	1	0,1	[0,0; 0,2]
Kayanza	302	65	21,6	[14,8; 28,5]	1	0,2	[0,0; 0,5]
Kirundo	248	41	16,4	[11,7; 21,1]	2	0,7	[0,0; 2,0]
Makamba	239	18	7,4	[4,3; 10,6]	9	3,7	[0,0; 7,8]
Muramvya	175	42	24,0	[18,3; 29,7]	0	0,1	[0,0; 0,3]
Muyinga	309	45	14,6	[8,9; 20,2]	0	0,0	[0,0; 0,1]
Mwaro	161	34	21,0	[16,4; 25,7]	0	0,0	[0,0; 0,1]
Ngozi	326	52	16,0	[10,6; 21,4]	3	0,9	[0,0; 2,1]
Rutana	168	29	17,5	[12,2; 22,9]	1	0,8	[0,0; 1,8]
Ruyigi	173	30	17,2	[11,6; 22,8]	2	1,3	[0,0; 3,0]
Bujumbura-Mairie	292	28	9,4	[6,9; 12,0]	32	11,0	[8,4; 16,0]
Rumonge	167	29	17,2	[11,3; 23,1]	1	0,6	[0,0; 1,6]
Ensemble	4015	644	16,0	[14,6; 17,5]	64	1,6	[1,1; 2,1]

% : Prévalence, IC : Intervalle de confiance, * : Les effectifs sont arrondis

L'examen de ce **Tableau** montre que la prévalence de la maigreur chez les femmes âgées de 15 ans à 49 ans est faible en mairie de Bujumbura et à Makamba (9,4 % et 7,4 % respectivement). Il montre également que cette prévalence est plus élevée dans les provinces de Muramvya, Kayanza et Mwaro (24,0 %, 22,0 % et 21,0 %) par rapport aux provinces de Bujumbura et de Makamba. En outre, c'est la mairie de Bujumbura qui est la plus touchée par l'obésité avec une prévalence de 11 % par rapport aux provinces de Mwaro, Muramvya et Muyinga où la prévalence de l'obésité est presque nulle. Les résultats montrent également que la prévalence d'obésité est plus faible dans les autres provinces par rapport Bujumbura-Mairie. Le **Tableau 2** montre la répartition du nombre de femmes âgées de 15 à 49 ans, du nombre de femmes souffrant de la maigreur ou de l'obésité, de la prévalence de la maigreur ou de l'obésité ainsi que l'intervalle de confiance à 95 % de la prévalence selon les caractéristiques socio-démo-économiques.

Tableau 2 : Répartition de la prévalence de la maigreur et de l'obésité selon les caractéristiques socio-démo-économiques

Caractéristiques	N°	Maigreur			Obésité		
		N+*	%	IC à 95 %	N+*	%	IC à 95 %
Âge (années)							
15-19	1112	238	21,4	[18,6; 24,3]	6	0,5	[0,0; 1,0]
20-29	1354	134	9,9	[8,2; 11,6]	23	1,7	[1,0; 2,4]
30-39	858	123	14,3	[11,5; 17,1]	19	2,2	[1,2; 3,2]
40-49	691	149	21,5	[18,0; 25,1]	17	2,4	[1,2; 3,6]
Place de résidence							
Urbain	427	42	9,9	[7,7; 12,1]	39	9,0	[6,9; 11,2]
Rural	3588	602	16,8	[15,2; 18,3]	25	0,7	[0,3; 1,1]
Niveau d'instruction							
Aucun	1796	297	16,5	[14,4; 18,6]	20	1,1	[0,5; 1,8]
Primaire	1685	283	16,8	[14,6; 19]	18	1,0	[0,6; 1,5]
Secondaire ou plus	534	64	11,9	[9,2; 14,7]	26	4,9	[3,2; 6,6]
Quintile du BE							
Plus pauvre	799	179	22,4	[19,0; 25,7]	2	0,2	[0,0; 0,6]
Pauvre	805	118	14,6	[11,8; 17,4]	1	0,2	[0,0; 0,5]
Moyen	780	130	16,7	[13,2; 20,1]	9	1,2	[0,0; 2,5]
Riche	804	123	15,2	[12,0; 18,5]	4	0,4	[0,0; 1,1]
Plus riche	827	95	11,5	[9,2; 13,8]	48	5,8	[4,3; 7,3]
Religion							
Catholique	2477	436	17,6	[15,7; 19,5]	28	1,1	[0,7; 1,5]
Protestant	1252	172	14,8	[11,16; 15,9]	26	2,0	[1,2; 2,9]
Musulman ou autre	286	36	12,5	[8,6; 16,4]	10	3,6	[1,6; 5,5]
Nombre d'enfants							
0	1564	286	18,3	[16,0; 20,5]	15	0,9	[0,5; 1,5]
1-3	1322	170	12,8	[10,8; 14,9]	18	1,4	[0,8; 1,9]
>3	1129	188	16,7	[14,1; 19,2]	31	2,8	[1,7; 3,8]
Statut marital							
Jamais en union	1503	293	19,5	[17,0; 22]	13	0,8	[0,3; 1,3]
Cohabitante	2129	268	12,6	[10,6; 14,6]	45	2,1	[1,5; 2,8]
Autre	383	83	21,8	[17,3; 26,2]	6	1,5	[0,4; 2,6]
Ensemble	4015	644	16,0	[14,6; 17,5]	64	1,6	[1,1; 2,1]

% : Prévalence de la maigreur, IC : Intervalle de confiance, BE : Bien-être économique, * : Les effectifs sont arrondis.

En analysant ce tableau, nous constatons que 16,0 % des femmes présentent un état de maigreur. Les résultats obtenus mettent en évidence des variations selon certaines caractéristiques sociodémographiques et économiques. En effet, la prévalence est significativement plus élevée chez les femmes âgées de 15 à 19 ans et de 40 à 49 ans par rapport à celles âgées de 20 à 29 ans (21,0 % contre 10,0 %). De plus, environ 2,0 % des femmes présentent un état d'obésité. Les femmes du milieu urbain présentent un état d'obésité significativement plus élevé que celles du milieu rural (9,0 % contre 0,7 %).

3-2. Cartographie des prévalences de la maigreur et de l'obésité selon les provinces

La **Figure 2** montre la répartition de la prévalence de la maigreur selon les provinces du Burundi.

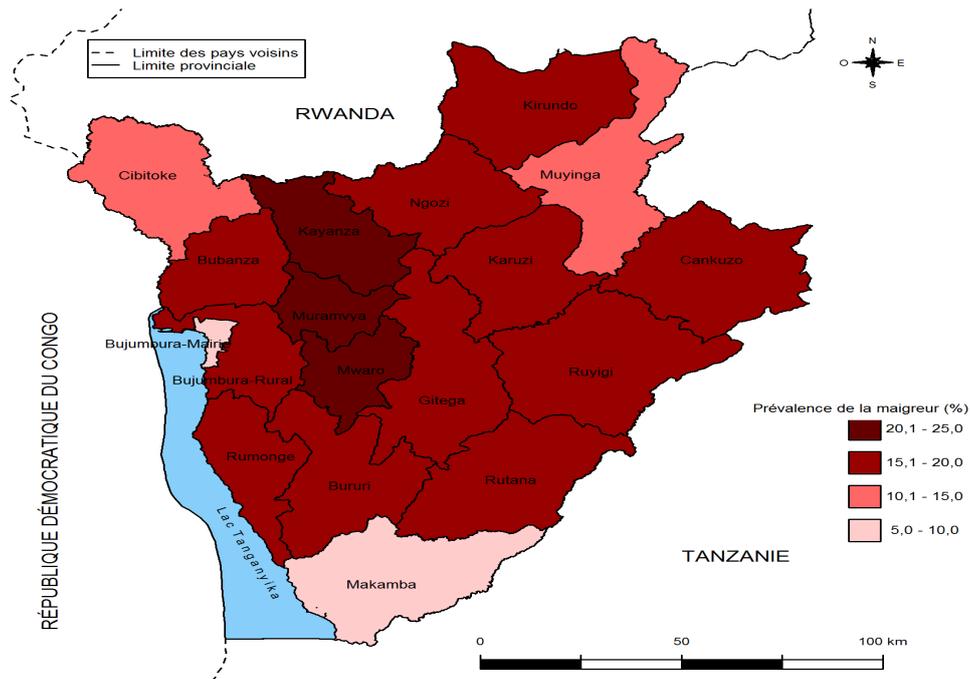


Figure 2 : Répartition de la prévalence de la maigreur selon les provinces, Burundi 2010

La prévalence de la maigreur varie de 5,0 % dans les provinces de Bujumbura-Mairie et de Makamba à moins de 25,0 % dans les provinces de Kayanza, Muramvya et Mwaro (21,0 %, 24,0 % et 21,6% respectivement). Cette prévalence est faible en mairie de Bujumbura et à Makamba et est plus élevée dans les provinces de Muramvya, Kayanza et Mwaro par rapport aux provinces de Bujumbura et de Makamba. Il y avait une autocorrélation spatiale de la prévalence de la maigreur ($I_M = 0,18; p = 0,003$). La **Figure 3** montre la répartition de la prévalence de l'obésité selon les provinces du Burundi.

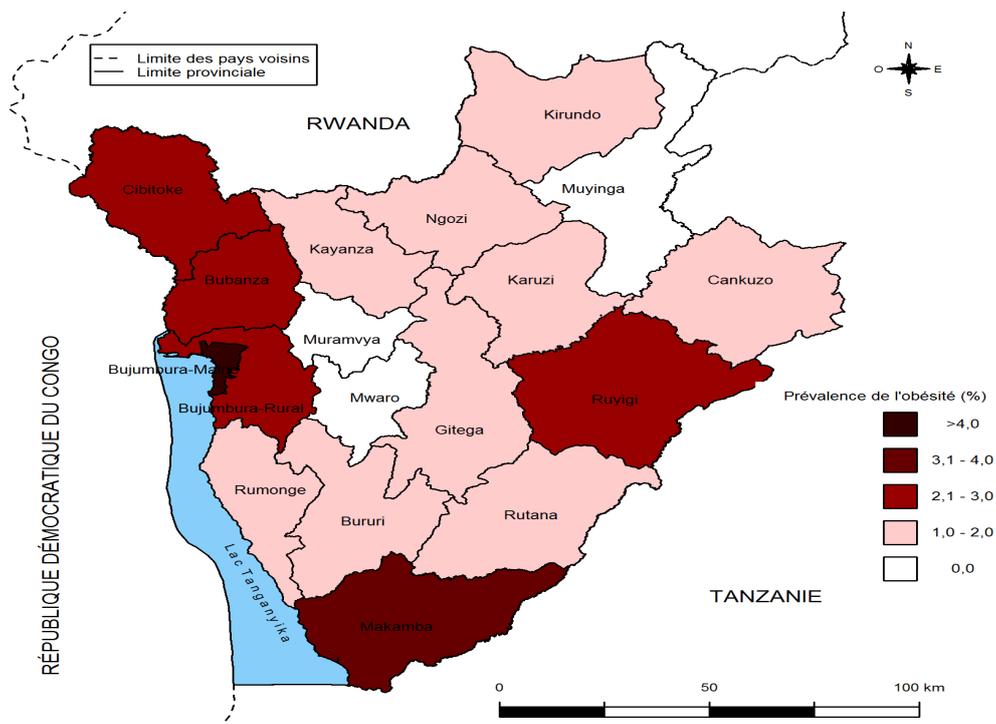


Figure 3 : Répartition de la prévalence de l'obésité selon les provinces, Burundi 2010

Il ressort de cette **Figure** que la prévalence l'obésité selon les provinces varie de 0,0 % dans les provinces de Muramvya, Mwaro et Muyinga à plus de 4,0 % dans la province de Bujumbura-Mairie. C'est la mairie de Bujumbura qui est la plus touchée par l'obésité par rapport aux provinces de Mwaro, Muramvya, et Muyinga où la prévalence de l'obésité est presque nulle. Les résultats montrent également que la prévalence d'obésité est significativement plus faible dans les autres provinces pays comparé à Bujumbura-Mairie. Il y avait une autocorrélation spatiale significative de la prévalence de l'obésité ($I_M = 0,26$; $p < 0,05$).

3-3. Prédiction spatiales des prévalences de la maigreur et de l'obésité

La **Figure 4** montre les prédictions spatiales des prévalences de la maigreur obtenues par la méthode du noyau Gaussien à fenêtre adaptative.

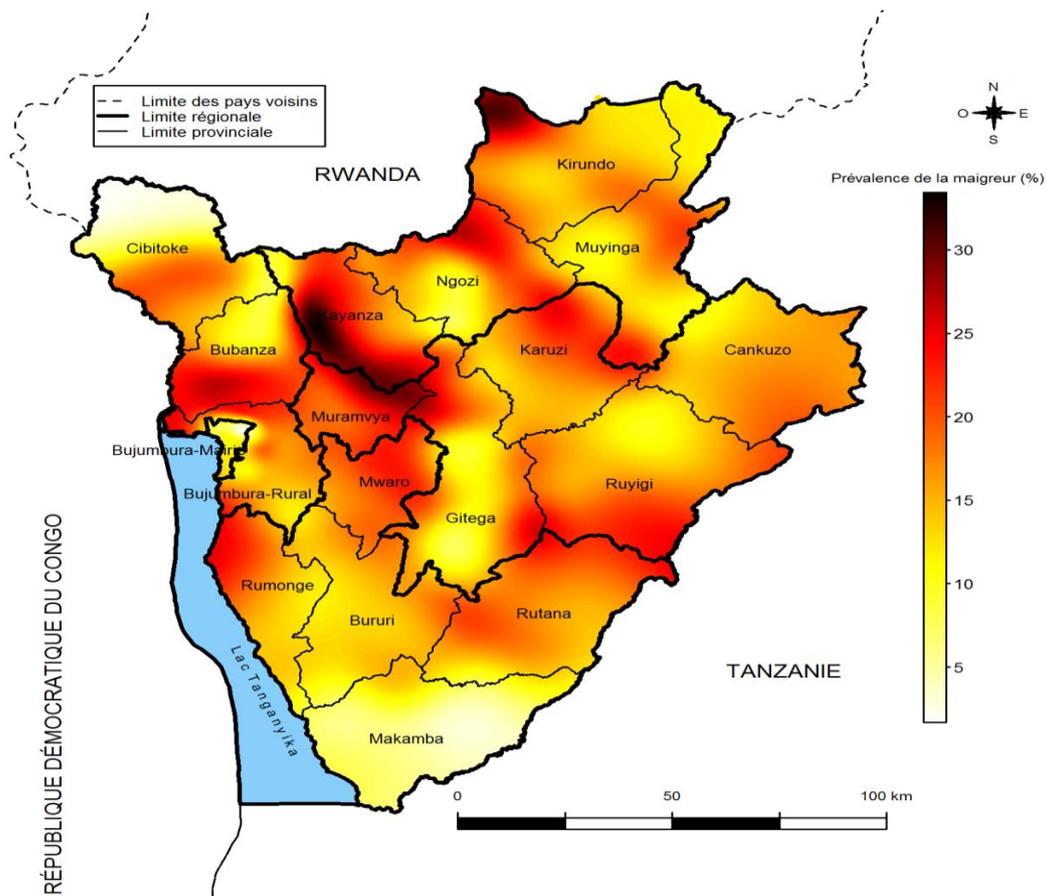


Figure 4 : *Prévalences prédites de la maigreur*

Les prévalences prédites de la maigreur dépassant 30 % ont été observées dans les provinces de Kayanza et de Muramvya alors que les prévalences de moins de 10 % ont été observées dans la province de Makamba. Une poche de prévalences est également remarquable dans la province de Kirundo. La prévalence prédite de la maigreur variait de 3,6 % à 31,7 % avec des disparités intra-régionales et intra-provinciales. La **Figure 5** montre les prédictions spatiales des prévalences de l'obésité obtenues par la méthode du noyau Gaussien à fenêtre adaptative.

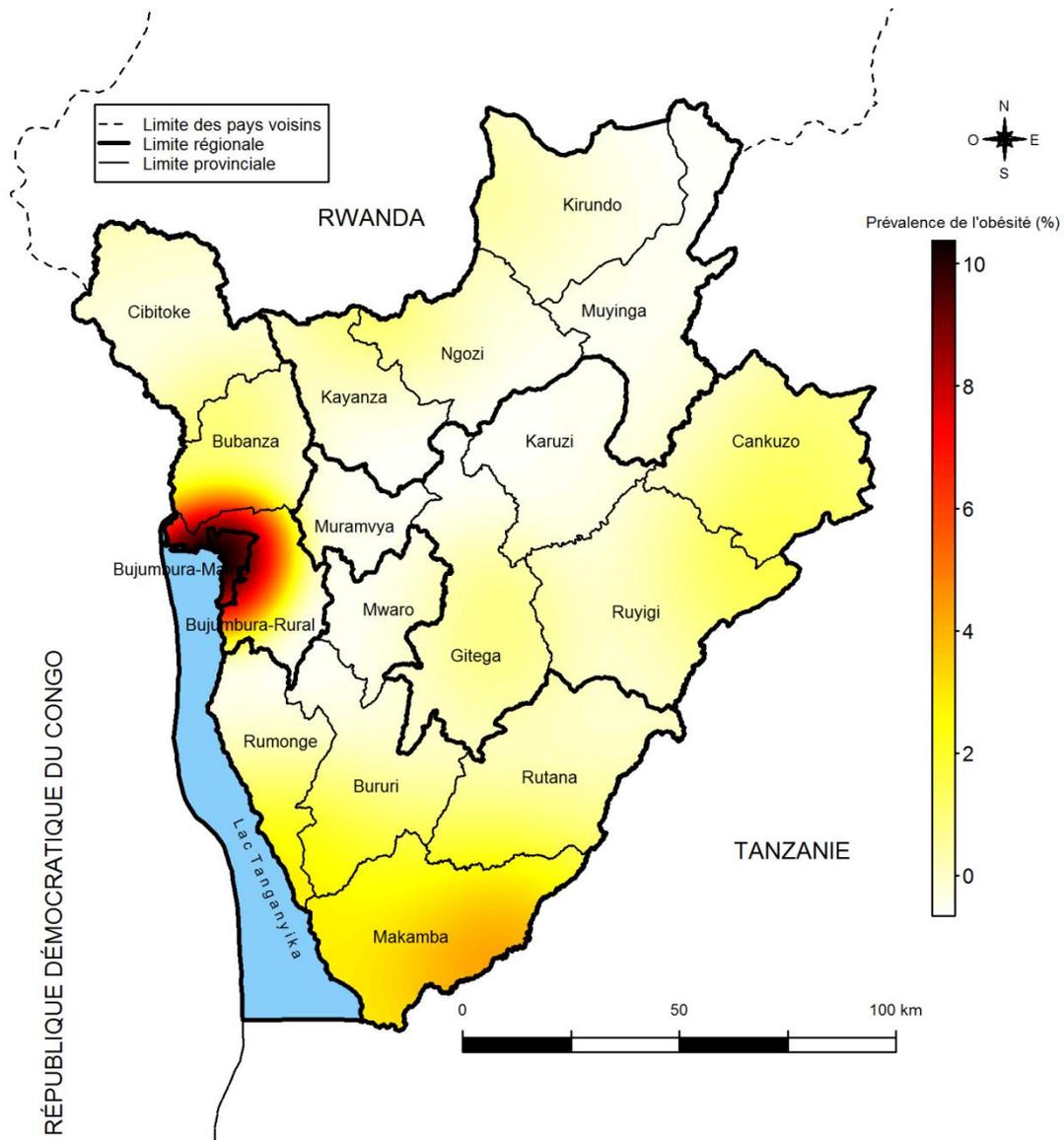


Figure 5 : Prévalences prédites de l'obésité

La prévalence prédite variait de 0,0 % à 9,8 % avec des disparités intra-régionales et intra-provinciales. Les prévalences prédites de l'obésité proches de 10 % ont été observées en Mairie de Bujumbura et dans ses environs. De faibles prévalences prédites de l'obésité (< 6 %) ont observées dans les provinces de Bubanza et Bujumbura-Rural et des prévalences élevées (> 3 %) dans les provinces de Bujumbura-Mairie, Bujumbura-Rural et Makamba. Les **Figures 4 et 5** montrent qu'il y a une hétérogénéité spatiale intra-provinciale de la prévalence de la maigreur et de l'obésité.

3-4. Analyse des facteurs associés

Le **Tableau 3** donne les rapports de cotes, les intervalles de confiance à 95 % ainsi que les P-values associées aux variables explicatives lorsque les variables « Maigreur » et « Obésité » sont prises comme variables réponses.

Tableau 3 : Facteurs associés à la maigreur et à l'obésité, cas univarié

Caractéristiques	Maigreur			Obésité		
	OR	IC à 95 %	P	OR	IC à 95 %	P
Âge (années)			<0,001			0,004
15 - 19	1,00			1,00		
20 - 29	0,39	[0,30; 0,51]	<0,001	3,56	[1,27; 9,93]	0,016
30 - 39	0,59	[0,44; 0,78]	0,001	5,64	[1,86; 17,11]	0,002
40 - 49	1,00	[0,78; 1,29]	0,978	6,34	[2,23; 17,99]	0,001
Place de résidence			<0,001			<0,001
Urbain	1,00			1,00		
Rural	1,86	[1,41; 2,46]	<0,001	0,06	[0,03; 0,11]	<0,001
Quintile du BE			<0,001			<0,001
Plus pauvre	1,00			1,00		
Pauvre	0,59	[0,44; 0,78]	<0,001	0,81	[0,05; 13,57]	0,882
Moyen	0,69	[0,50; 0,96]	0,027	5,29	[0,60; 46,67]	0,133
Riche	0,62	[0,46; 0,84]	0,002	2,24	[0,18; 28,10]	0,532
Plus riche	0,44	[0,33; 0,60]	<0,001	29,21	[4,02; 215,98]	0,002
Niveau d'instruction			0,029			0,012
Aucun	1,00			1,00		
Primaire	1,01	[0,81; 1,26]	0,892	0,84	[0,43; 1,63]	0,600
Secondaire ou plus	0,69	[0,51; 0,92]	0,012	2,56	[1,02; 6,41]	<0,044
Religion			0,014			0,016
Catholique	1,00			1,00		
Protestant	0,76	[0,60; 0,95]	0,016	1,47	[0,84; 2,56]	0,178
Musulman ou autre	0,68	[0,47; 0,99]	0,049	3,02	[1,40; 6,50]	0,005
Nombre d'enfants			0,001			<0,001
0	1,00			1,00		
1-3	0,65	[0,51; 0,82]	<0,001	1,84	[0,85; 3,98]	0,120
>3	0,88	[0,69; 1,12]	0,294	4,89	[2,30; 10,39]	<0,001
Statut marital			<0,001			0,001
Jamais en union	1,00			1,00		
Cohabitante	0,58	[0,46; 0,72]	<0,001	4,13	[2,00; 8,52]	0,002
Autre	1,15	[0,85; 1,56]	0,362	2,98	[1,03; 8,64]	0,232

Toutes les variables sont significativement associées à la maigreur et à l'obésité en analyse univariée. L'analyse des facteurs associés à la maigreur montrent, entre autres résultats, que les femmes du milieu rural ont 1,86 fois plus de chances d'être maigres par rapport aux femmes du milieu urbain et que les femmes se trouvant dans les ménages classés dans le quintile « riche » (« plus riche ») ont 0,62 (0,44) fois plus de chances d'être maigres que les femmes placées dans le quintile « plus pauvre ». De même, les femmes ayant 1 à 3 enfants ont 0,65 fois de chances d'être maigres par rapport aux femmes sans enfants. S'agissant de l'obésité, les femmes du milieu urbain ont 16,67 (1/0,06) fois plus de chances d'être obèses par rapport aux femmes du milieu rural et les femmes se trouvant dans les ménages classés dans le quintile « plus riche » ont 29,21 fois plus de chances d'être obèses que les femmes placées dans le quintile « plus pauvre ».

Le modèle logistique multivariable comprenant toutes les variables explicatives s'écrit :

$$M_{15} : \text{logit}(p) = \beta_0 + \beta_1 \times \text{Age} + \beta_2 \times \text{Résidence} + \beta_3 \times \text{BE} + \beta_4 \times \text{Instruction} + \beta_5 \times \text{Religion} + \beta_6 \times \text{NbEnfants} + \beta_7 \times \text{Marital} \quad (10)$$

Pour la variable réponse « Maigreur », les variables qui sont exclues du modèle sont le niveau d'instruction ($P = 0,287$) et la religion ($P = 0,111$).

Le modèle logistique final pour cette variable est donc :

$$M_{16} : \text{logit}(p) = \beta_0 + \beta_1 \times \text{Age} + \beta_2 \times \text{Résidence} + \beta_3 \times \text{BE} + \beta_4 \times \text{NbEnfants} + \beta_5 \times \text{Marital} \quad (11)$$

Pour la variable réponse « Obésité », les variables qui sont exclues du modèle sont l'âge ($P = 0,420$), la religion ($P = 0,132$) et le niveau d'instruction ($P = 0,261$).

Le modèle logistique final pour cette variable est donc :

$$M_{17} : \text{logit}(p) = \beta_0 + \beta_1 \times \text{Résidence} + \beta_2 \times \text{BE} + \beta_3 \times \text{NbEnfants} + \beta_4 \times \text{Marital} \quad (12)$$

Le **Tableau 4** donne les rapports de cotes, les intervalles de confiance à 95 % ainsi que les P-values associées aux variables explicatives lorsque les variables « Maigreux » et « Obésité » sont prises comme variables réponses.

Tableau 4 : Facteurs associés à la maigreur et à l'obésité, cas multivarié

Variables	Maigreux			Obésité		
	OR	IC 95 %	P	OR	IC 95 %	P
Âge (années)			<0,001			
15 - 19	1,00					
20 - 29	0,48	[0,35; 0,66]	<0,001			
30 - 39	0,76	[0,50; 1,15]	0,195			
40 - 49	1,28	[0,82; 1,99]	0,275			
Place de résidence			0,041			<0,001
Urbain	1,00			1,00		
Rural	1,50	[1,02; 2,22]	0,041	0,14	[0,06; 0,31]	<0,001
Quintile du BE			<0,001			0,007
Plus pauvre	1,00			1,00		
Pauvre	0,58	[0,43; 0,79]	0,001	0,76	[0,04; 13,11]	0,849
Moyen	0,68	[0,48; 0,94]	0,022	4,83	[0,52; 45,25]	0,167
Riche	0,62	[0,45; 0,84]	0,002	2,06	[0,15; 27,65]	0,585
Plus riche	0,51	[0,35; 0,73]	<0,001	12,64	[1,43; 111,39]	0,022
Nombre d'enfants			0,035			0,007
0	1,00			1,00		
1-3	1,81	[1,15; 2,83]	0,010	0,62	[0,22; 1,74]	0,363
>3	1,76	[1,02; 3,04]	0,043	1,66	[0,61; 4,52]	0,320
Statut marital			<0,001			0,022
Jamais en union	1,00			1,00		
Cohabitante	0,37	[0,24; 0,58]	<0,001	4,61	[1,56; 13,61]	0,006
Autre	0,59	[0,35; 0,97]	0,039	3,27	[0,95; 11,28]	0,600

Nous constatons que l'âge, l'indice du bien-être économique, le milieu de résidence, le nombre d'enfants vivant sous le toit et le statut marital de la femme sont significativement associés à la maigreur et sont donc des facteurs de risque de la maigreur. La prévalence de la maigreur est beaucoup plus élevée en milieu rural qu'en milieu urbain, même après ajustement sur les autres variables ($OR = 1,50$; $P = 0,041$). La qualité d'ajustement du modèle est bonne ($P < 0,001$). Quant à l'obésité, le milieu de résidence, le quintile du bien-être économique, le nombre d'enfants vivant dans le ménage et le statut marital de la femme sont les seules qui sont significativement associées à l'obésité au seuil de 5 %, c'est-à-dire que ce sont des facteurs de risque de l'obésité. La prévalence de l'obésité est beaucoup plus faible en milieu rural qu'en milieu urbain, même après ajustement sur les autres variables ($OR = 0,14$; $P < 0,001$). De même, les femmes vivant dans les ménages plus riches ont un risque accru d'être obèse par rapport aux femmes des ménages les plus pauvres, en tenant compte des autres covariables ($OR = 12,64$; $P = 0,022$). Cependant, il y a une diminution du risque d'être maigre pour ces femmes des ménages plus riches par rapport à celles des ménages plus pauvres ($OR = 0,51$; $P < 0,001$).

4. Discussion

Notre étude s'est intéressée à l'analyse spatiale de la prévalence de la maigreur et de l'obésité chez les femmes âgées de 15 à 49 ans et à celle des facteurs associés au Burundi. La maigreur est souvent un signe de dénutrition et l'obésité un signe de surnutrition. Notre étude a montré que 16 % des femmes âgées de 15 à 49 ans sont maigres et 1,6 % de ces femmes sont obèses. La prévalence de la maigreur trouvée dans notre étude est la plus élevée dans les pays de la sous-région (Rwanda, Tanzanie, République Démocratique du Congo, Ouganda et Kenya) mais la prévalence de l'obésité est la plus faible [18, 19]. Notre étude a montré que la distribution spatiale de la prévalence de la maigreur et de l'obésité n'est pas la même. De même, les facteurs associés à la maigreur et à l'obésité sont différents, ce qui montre que les femmes souffrant de la maigreur ou de l'obésité se différencient en termes de caractéristiques sociodémographiques et socio-économiques [20]. Les résultats de cette étude montrent que les femmes urbaines sont plus touchées par l'obésité que les femmes rurales et que ces dernières sont plus touchées par la maigreur que les femmes urbaines. Ces résultats sont en accord avec ceux trouvés dans d'autres études qui ont montré que les populations urbaines ont un risque plus élevé d'être en surpoids et obèses que les populations rurales [21, 22]. De même, femmes vivant dans les ménages les plus pauvres ont un risque accru d'être maigre par rapport à leurs homologues vivant dans les ménages les plus riches.

Par contre, les femmes urbaines ont risque élevé d'être obèse que les femmes rurales et les femmes vivant dans les ménages les plus riches ont risque élevé d'être obèse que les femmes vivant dans les ménages les plus pauvres. Ces résultats corroborent les disparités dans la prévalence de la maigreur et de l'obésité chez les femmes selon l'âge, le niveau d'instruction, le milieu de résidence et le statut socioéconomique observées en Chine [23]. Il est à remarquer que le risque de décès de la maigreur augmente selon que le risque des décéder d'autres maladies augmente. Quant à l'obésité, sa présence augmente la susceptibilité de manifestation du diabète, des maladies cardiovasculaires, de l'arthrose et de l'insuffisance veineuse. La maigreur et l'obésité chez femmes constituent donc un double fardeau important dans les zones rurales et dans les zones urbaines respectivement d'une part, et dans les ménages les plus pauvres et les plus riches d'autre part. Ces résultats sont bien en accord avec ceux trouvés dans d'autres études réalisées dans des pays en développement [10, 24 - 26]. La connaissance des facteurs associés à la maigreur est importante dans la mesure où elle permet d'éviter les complications maternelles lors de l'accouchement et de prévenir le décès de l'enfant et la mortalité maternelle elle-même [24]. Quant à la connaissance de la distribution spatiale de la prévalence de la maigreur et de l'obésité, elle permet d'identifier les zones les plus touchées par la maigreur ou l'obésité afin d'y affecter plus de ressources.

Les femmes des ménages ruraux ou du quintile économique le plus bas (plus pauvre) ont un accès limité à l'eau potable, à une nourriture pauvre en nutriments et en micronutriments. La population burundaise vit à 90 % de l'agriculture [27]. Cette agriculture dont la main-d'œuvre est constituée en grande partie des femmes n'est pas modernisée et est une agriculture d'autosubsistance. La connaissance de la distribution spatiale de la prévalence de la maigreur et de l'obésité et celle des facteurs associés pourraient aider les décideurs de santé publique qui s'intéressent à la lutte contre la malnutrition à localiser les endroits où des efforts en matière d'intervention nutritionnelle doivent être déployés et à identifier les moyens à mettre en œuvre pour diminuer le risque de décéder des causes liées à la malnutrition chez les femmes. Une étude beaucoup plus fine pourrait s'intéresser aux habitudes alimentaires, aux modes d'alimentation et à l'activité sportive des femmes tout en tenant compte d'autres facteurs sociodémographiques et socioéconomiques. Les facteurs sont associés à la maigreur sont l'âge, le milieu rural, le quintile du bien-être économique le plus bas, le nombre d'enfants habitant le ménage et le statut marital des femmes. Quant aux facteurs liés à l'obésité, il s'agit du milieu urbain, du niveau de vie plus élevé et de l'état marital. Des résultats similaires ont été trouvés ailleurs [20, 44]. Comme limite, nous avons utilisé la régression logistique non spatiale dans la modélisation de

la maigreur et de l'obésité comme une analyse supplémentaire à l'analyse spatiale. Une étude supplémentaire pourrait permettre de détecter des agrégats spatiaux de haute et de basse prévalence de la maigreur et de l'obésité. Comme point fort, notre étude a combiné l'analyse spatiale et le modèle logistique. Cela conforte la pertinence de nos résultats. L'intérêt de notre étude est que la connaissance de la distribution spatiale de la prévalence de la maigreur et de l'obésité et celle des facteurs associés à ces deux états nutritionnels extrêmes permettra d'estimer la probabilité d'être maigre ou obèse en contrôlant sur les autres covariables. Nos résultats sont généralisables à toute la population burundaise. En effet, les données utilisées dans cette étude proviennent de l'Enquête Démographique et de Santé (EDS) réalisée en 2010 du Burundi. Cette EDS a utilisé un échantillon aléatoire, stratifié et tiré à deux degrés.

5. Conclusion

Notre étude a montré une forte prévalence de la maigreur dans les provinces de Mwaro, Muramvya et Kayanza et une forte prévalence de l'obésité dans la province de Bujumbura-Mairie. En outre, elle a montré que l'âge, le milieu rural, le quintile du bien-être économique le plus bas et le nombre élevé d'enfants vivant dans le ménage sont associés à la maigreur. Les variables associées à l'obésité sont le milieu urbain et le quintile du bien-être économique le plus élevé. Notre étude pourrait servir de base à l'analyse spatio-temporelle de la prévalence de la maigreur et de l'obésité chez les femmes au Burundi et de référence pour les décideurs de santé publique lors des interventions nutritionnelles. Une approche bayésienne basée sur les simulations de Monte Carlo pourrait permettre d'obtenir une bonne précision sur l'estimation des paramètres.

Références

- [1] - OMS et International Obesity Task Force, « Classification de l'état nutritionnel chez l'adulte en fonction de l'indice de masse corporelle (IMC) », (1998), http://www.aly-abbara.com/utilitaires/calcul%20imc/IMC_fr_classification.html, (Mai 2018)
- [2] - WHO, "Global Database on Body Mass Index : BMI classification", http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html, (Mai 2018)
- [3] - S. NEUPANE, P. K. C. and D. T. DOKU, "Overweight and obesity among women: analysis of demographic and health survey data from 32 Sub-Saharan African Countries". *BMC Public Health*, 16 (1) (2015), <http://www.biomedcentral.com/1471-2458/16/30>, (Mars 2018)
- [4] - OMS, « Obésité et surpoids », <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/fr/>, (Mai 2017)
- [5] - D. F. CHERYL and L. O. CYNTHIA, Division of Health and Nutrition Examination Surveys. "Prevalence of Underweight Among Adults Aged 20 and Over: United States, 1960-1962 Through 2007-2010", https://www.cdc.gov/nchs/data/hestat/underweight_adult_07_10/underweight_adult_07_10.pdf, (Juin 2018)
- [6] - B. M. POPKIN, L. S. ADAIR LS and S. W. NG, "Global nutrition transition and the pandemic of obesity in developing countries". *Nutr Rev.*, 70 (1) (2012) 3 - 21
- [7] - B. ADEBOYE, G. BERMANO and C. ROLLAND, "Obesity and its health impact in Africa : a systematic review", *Cardiovasc J Afr.*, 23 (9) (2012) 512 - 21
- [8] - O. J. ONUBI, D. MARAIS, L. AUCOTT L et al., "Maternal obesity in Africa: a systematic review and meta-analysis", *J Public Health.*, 38 (3) (2016) e218 - 31
- [9] - M. SHAHI, L. RAI, R. D. ADHIKARI et al., "Prevalence and factors associated with obesity among adult women of Nepal", *Glob J Med Public*, 2 (4) (2013) 1 - 9

- [10] - K. TURI, M. CHRISTOPH and D. GRIGSBY-TOUSSAINT, "Spatial Distribution of Underweight, Overweight and Obesity among Women and Children : Results from the 2011 Uganda Demographic and Health Survey", *Int J Environ Res Public Health*, 10 (10) (2013) 4967 - 81
- [11] - PROGRAMME ALIMENTAIRE MONDIAL DES NATIONS UNIES (PAM), « Analyse de la Sécurité Alimentaire d'urgence au Burundi », (2017), <http://www.wfp.org/content/burundi-analyse-de-la-s%C3%A9curit%C3%A9-alimentaire-en-situation-durgence-au-burundi-mars-2017>, (Juillet 2018)
- [12] - QGIS DEVELOPMENT TEAM, "QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project", (2012), <https://www.qgis.org/downloads/>, (Mai 2018)
- [13] - R DEVELOPMENT CORE Team, "R : A language and environment for statistical computing", R Foundation for Statistical Computing (2016), Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, <https://cran.r-project.org/>, (Juillet 2018)
- [14] - P. J. RIBEIRO Jr and J. P. DIGGLE, "geoR : a package for geostatistical analysis", R-NEWS, 1 (2) (2001) 15 - 18
- [15] - M. P. WAND and M. C. JONES, "Kernel smoothing, 1st ed.", London; New York : Chapman & Hall, (1995) 212 p.
- [16] - P. DIGGLE and P. J. RIBEIRO, "Model Based Geostatistics", Springer, New York, (2007)
- [17] - J. LARMARANGE, R. VALLO R, S. YARO S et al., "Methods for mapping regional trends of HIV prevalence from Demographic and Health Surveys (DHS)", Cybergeog (2011) <http://cybergeog.revues.org/24606>, (Mai 2018)
- [18] - NATIONAL INSTITUTE OF STATISTICS OF RWANDA (NISR), MINISTRY OF HEALTH (MOH), and ICF, "Rwanda Demographic and Health Survey 2014-15", Rockville, Maryland, (2015)
- [19] - MINISTERE DU PLAN ET SUIVI DE LA MISE EN OEUVRE DE LA REVOLUTION DE LA MODERNITE (MPSMRM), MINISTERE DE LA SANTE PUBLIQUE (MSP) ET ICF INTERNATIONAL, « Enquête Démographique et de Santé en République Démocratique du Congo 2013-2014 », Rockville, Maryland, (2014), <https://dhsprogram.com/pubs/pdf/FR316/FR316.pdf>, (Juillet 2018)
- [20] - Y. TEBEKAW, C. TELLER, U. COLÓN-RAMOS, "The burden of underweight and overweight among women in Addis Ababa, Ethiopia", *BMC Public Health*, 14 (1) (2014) 1126
- [21] - C. AGYEMANG C, E. OWUSU-DABO, A. DE JONGE, et al., "Overweight and obesity among Ghanaian residents in The Netherlands: how do they weigh against their urban and rural counterparts in Ghana?", *Public Health Nutr.*, 12 (07) (2009) 909
- [22] - M. S. ZAHANGIR, M.M. HASAN, A. RICHARDSON A et al., "Malnutrition and non-communicable diseases among Bangladeshi women: an urban-rural comparison", *Nutr Diabetes.*, 7 (3) (2017) e250
- [23] - Y. HE, A. PAN, Y. YANG, et al., « Prevalence of Underweight, Overweight, and Obesity Among Reproductive-Age Women and Adolescent Girls in Rural China », *Am J Public Health*, 106 (2016) 2103 - 10
- [24] - A. MTUMWA, E. PAUL, S. VUAI, "Determinants of undernutrition among women of reproductive age in Tanzania mainland", *South Afr J Clin Nutr.*, 29 (2) (2016) 75 - 81
- [25] - L. M. JAACKS, M. M. SLINING, B. M. POPKIN, "Recent Underweight and Overweight Trends by Rural-Urban Residence among Women in Low- and Middle-Income Countries", *J Nutr.*, 145 (2) (2015) 352 - 7
- [26] - S. M. M. KAMAL, H. H. CHE, G.M. ALAM, "Dual Burden of Underweight and Overweight among Women in Bangladesh : Patterns, Prevalence, and Sociodemographic Correlates"; *J Health Pop Nutr*, 33 (1) (2015) 92 - 105
- [27] - P. S. PEDRO, « Investir dans l'agriculture au Burundi : Indispensable pour combattre l'insécurité alimentaire et améliorer les conditions de vie des femmes paysannes », (2011), https://www.oxfam.org/sites/www.oxfam.org/files/file_attachments/rr-investing-agriculture-burundi-051211-fr_3.pdf, (Août 2018)