

Facteurs explicatifs de diabète au Burundi

Servat NYANDWI* et François NDAYIRAGIJE

Faculté des Sciences, Département de Mathématiques, Université du Burundi, BP 2700 Bujumbura, Burundi

* Correspondance, courriel : nservat@yahoo.fr

Résumé

Notre étude a pour but de déterminer les facteurs associés au diabète. Elle a été réalisée sur un échantillon de 253 individus diagnostiqués au cours des années (2010 - 2014) à l'Hôpital Universitaire Roi Khaled de Kamenge (CHUK) au Burundi. Au seuil de 5 %, les résultats de cette étude montrent que l'âge, la glycémie et l'urée du patient ont un effet significatif sur le diabète. Ce n'est pas le cas pour le sexe. Cette même étude a permis d'estimer la probabilité à 0,99 d'être diabétique sachant que le sujet est une femme âgée de 43 ans et qu'elle ait une urée de 1,77 Mmol / L et une glycémie de 16 Mmol / L. De même, un homme ayant 61 ans, 5,10 Mmol / L de glycémie et 6,50 Mmol / L d'urée a beaucoup de chance d'être diabétique. Globalement, nous avons constaté que les individus âgés de plus 45 ans avaient 1,54 fois de chance d'être diabétique et que cette même chance pour la glycémie était de l'ordre de 42. Pour l'urée, elle est de l'ordre de 1,22. Le modèle univarié montre qu'un individu dont sa glycémie dépasse 6,9 Mmol / L est supposé malade (7 Mmol / L correspond à 1,26 gr / L). Notre étude pourrait servir de référence aux décideurs de santé publique lors de la sensibilisation contre le diabète.

Mots-clés : *facteurs du diabète, régression logistique, logiciel R.*

Abstract

Explanatory factors of the diabetes in Burundi

Our study aims is to determine the factors associated to the diabetes. It was realized on a sample of 253 individuals diagnosed during the years (2010 - 2014) at the King Khaled University Hospital of Kamenge (CHUK) in Burundi. At the threshold of 5 %, the results of this study show that the age, the glycemia and the urea of the patient have a significant effect on the diabetes. It is not the case for the sex. The same study allowed to estimate the probability at 0,99 to be diabetic knowing that the subject is a 43-year-old woman and that it has an urea of 1,77 Mmol / L and a glycemia of 16 Mmol / L. Also, a man having 61 years old, 5,10 Mmol / L of glycemia and 6,50 Mmol / L of urea is very lucky to be a diabetic. Globally, we noticed that the more 45 -years -old individuals had 1,54 times of luck to be a diabetic and that the same luck for the glycemia was of the order of 42. For the urea, it is of the order of 1,22. The univariate model shows that an individual of whom his glycemia overtakes 6,9 Mmol / L is supposed sick person (7 Mmol / L corresponds to 1,26 gr / L). Our study could serve as reference to the decision-makers of public health during the raising awareness against the diabetes.

Keywords : *factors of the diabetes, logistic regression, R software.*

1. Introduction

Au Burundi comme ailleurs dans le monde, le diabète est l'un des principaux facteurs de la mortalité infantile et adulte, l'une des pertes économiques et c'est une cause majeure de cécité, d'insuffisance rénale, d'accidents cardiaques, d'accidents vasculaires cérébraux et d'amputation des membres inférieurs, d'après une étude réalisée en France en 2013 [1]. Selon les différents rapports de l'organisation mondiale de la santé (OMS) et ceux de la fédération internationale du diabète [2], cette mortalité due au diabète était estimée en 2015 à 1,6 million de décès. Plusieurs investigateurs [2 - 5] qui ont travaillé sur le diabète ont montré que le nombre de personnes atteintes du diabète augmente annuellement. Cette augmentation entraîne des dépenses inutiles en argent, ce qui freine le développement des pays et provoque l'appauvrissement des populations [6]. Le diabète présente des inconvénients non seulement pour la personne atteinte de la maladie mais également pour leurs progénitures. En effet, une étude réalisée en 2003 qui a utilisé les données des enquêtes démographiques et de santé (EDS) a montré que le diabète était héréditaire chez un certain groupe d'individus diabétiques [7, 8]. Le Burundi est l'un des pays les plus pauvres du monde et donc les maladies chroniques et les maladies diarrhéiques constituent des problèmes de santé majeurs. Parmi ces maladies, il y a le diabète. Par exemple une Enquête Démographique et de Santé (EDS) réalisée en 2014 au Burundi a montré que le taux de mortalité due à cette maladie est de 1 % [9]. Malgré les conséquences néfastes du diabète, le budget alloué à cette maladie, par le gouvernement burundais n'est pas significatif [9].

De ce fait, le diabète n'est pas considéré comme une menace prioritaire de la santé mais elle reste classée parmi les maladies qui occasionnent beaucoup de dépenses surtout chez les personnes âgées [6]. Au Burundi, comme dans la plupart des pays africains, les données épidémiologiques sont rares et souvent disparates. Ces discordances sont la conséquence de variations méthodologiques dans les diverses enquêtes mais sont aussi liées à des disparités ethniques et aux différences socioculturelles entre des régions très éloignées l'une de l'autre qui ont conservé leurs traditions, selon Claude Jaffiol, voir dans [10]. Une des contributions des autorités burundaises à la lutte contre le diabète est la conscientisation de ses ressortissants à faire régulièrement du sport et de manger d'une façon saine. Ces deux facteurs peuvent réduire la probabilité d'être diabétique, voir dans [11]. Malgré les efforts déployés par le gouvernement burundais pour lutter contre le diabète, la connaissance de cette maladie, faute du manque des données relatives au diabète, devient difficile. Par ces données, les chercheurs pourraient déterminer les causes de cette maladie, cela contribuerait à sa lutte d'une façon efficace et aiderait les décideurs de santé publique à la sensibilisation de la population du Burundi contre maladie. Dans cette optique de lutte contre le diabète, notre objectif est de déterminer ses facteurs explicatifs via les données fournies par le CHUK. Plus précisément, nous avons mis en évidence les facteurs qui augmentent ou diminuent la probabilité d'être diabétique.

2. Méthodologie

2-1. Méthode descriptive

Cette méthode est la plus courante en Statistique [12 - 14] et consiste à décrire brièvement nos variables explicatives. Elle résume les données sous forme numérique (table de contingence des données) ou graphique. Pour cette étude, les quatre variables sont décrites par leurs modalités et leurs effectifs en pourcentage ou par leurs graphiques rectangulaires. Les données ont été cueillies par la documentation en consultant les fiches des individus qui avaient consultés le médecin pendant la période de 2010 à 2014. Les fiches consultées étaient au nombre de 253. Malheureusement, certaines variables qui étaient, au départ au nombre de 12, n'ont pas été retenues à cause des données manquantes.

2-2. Méthode analytique

C'est une méthode qui permet de modéliser les relations entre les variables [12 - 14]. On l'utilise également pour estimer les paramètres, faire les tests d'hypothèses et pour construire les intervalles de confiance. Pour étudier la liaison entre les facteurs explicatifs et le facteur diabète, nous avons utilisé plusieurs méthodes : le test du Chi-deux de Pearson, le test du maximum de vraisemblance, l'analyse des rapports de cote et la régression logistique [15]. Avec le test du Chi-deux de Pearson, nous constatons qu'il y a une relation entre les variables âge, glycémie, urée et le diabète. Au seuil de 5 %, l'analyse de la régression logistique univariée, **Tableau 2**, montre de même que les trois facteurs précédents influencent le facteur diabète. Cela est justifié par les intervalles de confiances et les p-values fournies par le logiciel « R » [16]. L'estimation des paramètres est faite par la méthode du maximum de vraisemblance, **Tableaux 2, 3, 4**. L'analyse multivariée [16] montre que l'âge et la glycémie et l'urée sont les facteurs les plus influents de la maladie du diabète.

2-3. Logiciel utilisé

Les résultats présentés dans ce document sont fournis par le logiciel « R », un des outils utilisés en statistique. Ce logiciel, grâce aux commandes appropriées, construit les graphiques statistiques comme les histogrammes, les tableaux de fréquences, etc. En outre, on l'utilise pour étudier la liaison entre deux ou plusieurs variables statistiques, pour construire les intervalles de confiance, les tests d'hypothèses. C'est un outil de grande importance en statistique à cause de sa simplicité et de sa gratuité.

3. Résultats

3-1. Caractéristiques des variables explicatives

Les variables explicatives (sexe, glycémie, urée, âge) sont résumées en termes de fréquences des modalités dans le **Tableau 1**. Ce **Tableau** indique, pour une variable exogène dichotomique, le nombre en pourcentage de sujets enquêtés selon les modalités de cette variable et le statut diabétique.

Tableau 1 : Fréquence en % de différentes modalités

Caractéristiques	diabète		Total
	Malade	Non malade	
Sexe			
Masculin	31,2	17,7	49,0
Féminin	30,8	20,3	51,0
Glycémie			
Moins de 7 Mmol	3,0	37,0	40,0
Plus de 7 Mmol	59,0	1,0	60,0
Urée			
Moins de 9 Mmol	54,0	35,4	89,4
Plus de 9 Mmol	8,0	2,6	10,6
Age			
Moins de 45 ans	5,0	21,0	26,0
Plus de 45 ans	57,0	17,0	74,0
Ensemble	62,0	38,0	100,00

Ces résultats mettent en évidence que l'âge et la glycémie sont des facteurs déterminants du diabète. Le **Tableau 1** montre également que, dans l'échantillon, il y avait plus de femmes (51,0 %) que d'hommes (49,0 %) et que l'état de santé n'était pas très influencé par le sexe (31,2 % contre 30,8 %). Quant à l'âge, la majorité d'individus dépassaient 45 ans (74,0 % contre 26,0 %). Dans notre échantillon, il y avait plus de gens de glycémie dépassant 7 Mmol / L (60 % contre 40 %). Pour l'urée, beaucoup de personnes avaient l'urée de moins de 9 Mmol / L (89,4 % contre 10,6 %). Le pourcentage des diabétiques dans notre échantillon est estimé à 62,0 %. Cette prévalence permet de calculer la cote (ou odds) d'être diabétique à travers la relation :

$$\text{odds} = \frac{p}{1-p}$$
 où p désigne la probabilité d'être diabétique. Dans notre échantillon, la cote d'être diabétique est de 1.63. La **Figure 1** visualise en partie les résultats du **Tableau 1**.

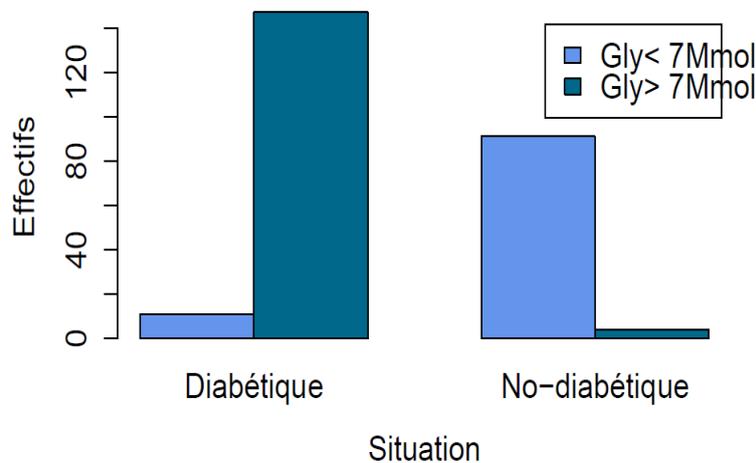


Figure 1 : Diagramme en barre pour la glycémie

Le graphique précédent montre, en utilisant la variable glycémie, que dans dans notre échantillon, il y avait plus de diabétiques que les individus sains. La même conclusion reste la même pour la variable « urée », voir la **Figure 2**.

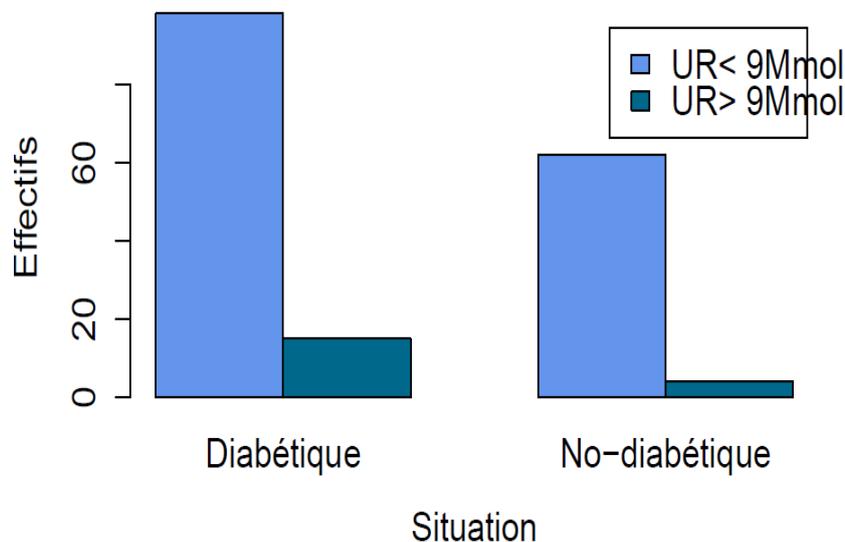


Figure 2 : Diagramme en barre pour l'urée

Comme pour les variables glycémie et urée, nous déduisons respectivement, du **Tableau 1**, les **Figures 3 et 4** qui illustrent les modalités de la variable sexe et les valeurs de la variable âge.

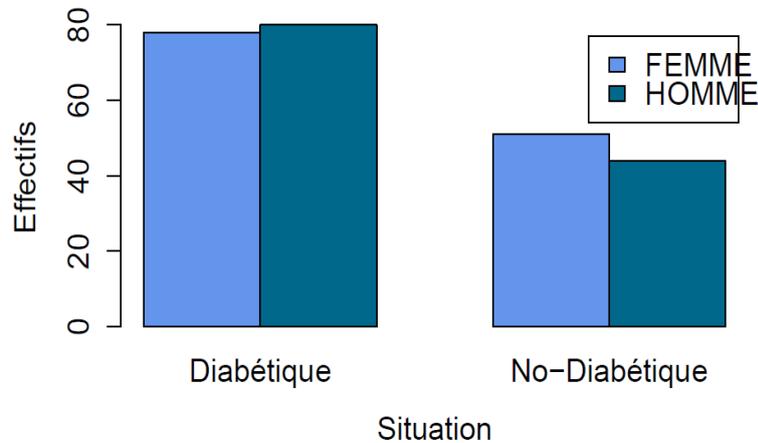


Figure 3 : *Diagramme en barre pour le sexe*

Le graphique précédent montre que le fait d'être diabétique ou non est indépendant de la variable sexe. Ce n'est pas le cas pour l'âge où les **Figures** montrent une différence selon que l'individu est âgé de moins de 45 ans ou non.

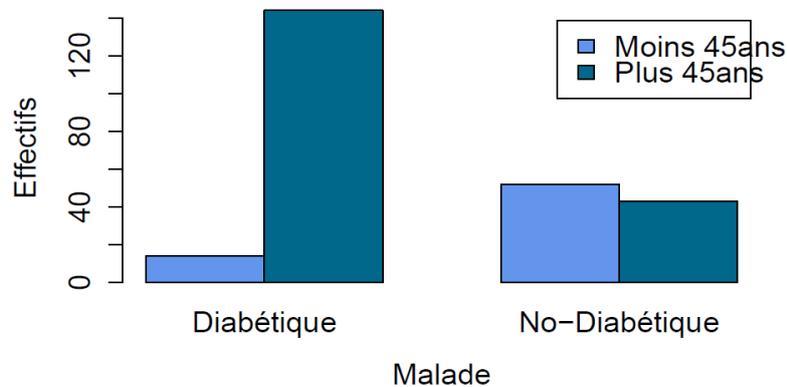


Figure 4 : *Diagramme en barre pour l'âge*

Les résultats présentés dans les paragraphes précédents sont fournis par la méthode descriptive, une des méthodes la plus utilisée en statistique. Le point faible de cette méthode est qu'elle ne fait pas appel aux lois de probabilité. Il est donc important d'utiliser d'autres méthodes pour vérifier la véracité de ces résultats. D'où la nécessité de recourir aux méthodes analytiques.

3-2. Résultats obtenus par la statistique analytique

Nous reproduisons dans le **Tableau 2**, les intervalles de confiance des paramètres ainsi que les probabilités d'accepter ou de rejeter l'influence des facteurs étudiés du diabète.

Tableau 2 : Estimation des paramètres de la régression logistique univariée

Variable	Paramètre	Estimation	IC à 95 %	P-value
Âge	Ordonnée à l'origine	-5,29	[-6,89; -3,69]	< 5 %
	Âge	0,11	[0,08; 0,14]	< 5 %
Glycémie	Ordonnée à l'origine	-7,05	[-8,92; -5,18]	< 5 %
	Glycémie	1,02	[0,75; 1,29]	< 5 %

Du **Tableau** précédent et au seuil de 5 %, nous déduisons les équations des modèles logistiques univariés, à savoir :

$$\text{Log} \left(\frac{\hat{p}(x)}{1 - \hat{p}(x)} \right) = -5,29 + 0,11 \times \text{âge} \quad \text{Log} \left(\frac{\hat{p}(x)}{1 - \hat{p}(x)} \right) = -7,05 + 1,02 \times \text{glycémie}$$

où x désigne l'une des valeurs des variables explicatives du diabète (l'âge ou la glycémie selon le cas traité) et $\hat{p}(x)$ la probabilité correspondante. Le résultat obtenu avec la régression logistique univariée est en accord aux résultats fournis par l'analyse descriptive, voir le **Tableau 1** et les graphiques correspondants.

Les variables sexe et urée ont été exclues des modèles univariés car leurs p-values dépassaient 5 %. Ainsi, la sélection des variables pour les modèles univariés concernaient les variables dont leurs p-values ne dépassent pas 5 %. Pour la variable "sexe", nos résultats concordent à ceux de R. Allani et al. dans une étude réalisée à la Faculté de Médecine de Tunis en 2005 [18]. Pour mieux identifier les facteurs du diabète, nous avons calculé également les rapports de cotes ou odds -ratios (OR) de chacune des variables endogènes. Ces rapports sont consignés dans le **Tableau 3**. Dans ce **Tableau**, nous n'avons pas mentionné les rapports des cotes des modalités de référence car ils correspondent à un.

Tableau 3 : Estimation des rapports de chances (OR) d'être diabétique

Variable	Modalité	OR
Sexe	Femme	1,15
Urée	Plus de 9 Mmol	1,70
Glycémie	Plus de 7 Mmol	513,5
Age	Plus de 45 ans	15,31

Du **Tableau 3**, nous constatons que les variables glycémie et âge augmentent sensiblement le risque d'être diabétique car leurs rapports de cotes dépassent beaucoup un. Par contre, bien que les rapports de cote d'être de sexe féminin et d'avoir d'urée (> 9 Mmol / L) dépassent un, le risque d'être diabétique n'est pas concluant car ces rapports de cotes ne s'éloignent pas beaucoup de un. Du **Tableau** précédent, nous déduisons qu'un groupe d'individus interrogés et âgés de plus de 45 ans (respectivement ayant une glycémie supérieure à 7 Mmol / L) a 15 fois de chance (respectivement 513 de chance) d'être diabétique par rapport à un groupe d'individus ne possédant pas les mêmes caractéristiques que le premier groupe. Les graphiques suivantes servent à classer les malades ou non, selon l'âge ou le taux de glycémie.

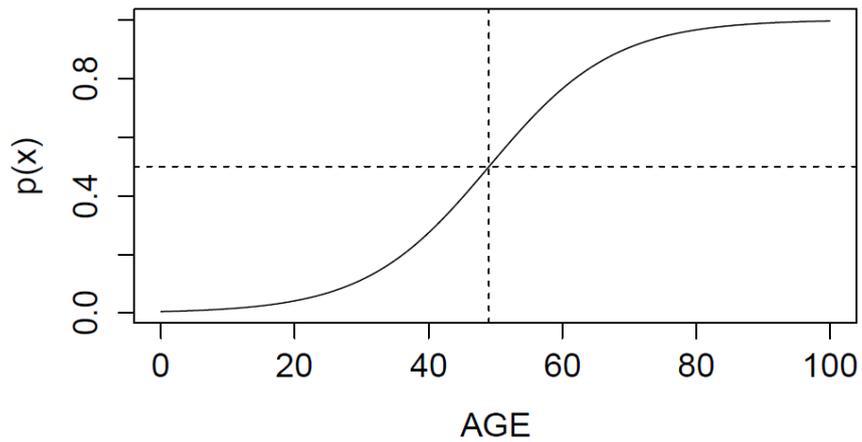


Figure 5 : Valeurs estimées de $p(x)$ par rapport à l'âge

La **Figure 5** montre la dépendance entre l'âge et le diabète lorsque l'âge de l'individu dépasse ou non 49 ans. Selon ce graphique, un individu âgé de plus de 49 ans est plus exposé au diabète que celui qui ne l'est pas. La même interprétation reste valable pour la glycémie à condition de remplacer 49 ans par 6,9 Mmol / L et l'âge par la glycémie, voir la **Figure 6**. Cette **Figure** montre que, pour les valeurs de X supérieures à 6.9, le modèle prédira donc la valeur. $Y = 1$ (le sujet est malade) tandis que pour les valeurs inférieures ou égales à 6.9, il prédira. $Y = 0$ (le sujet n'est pas malade). Cela est en adéquation avec la valeur proposée par l'OMS (7 Mmol / L).

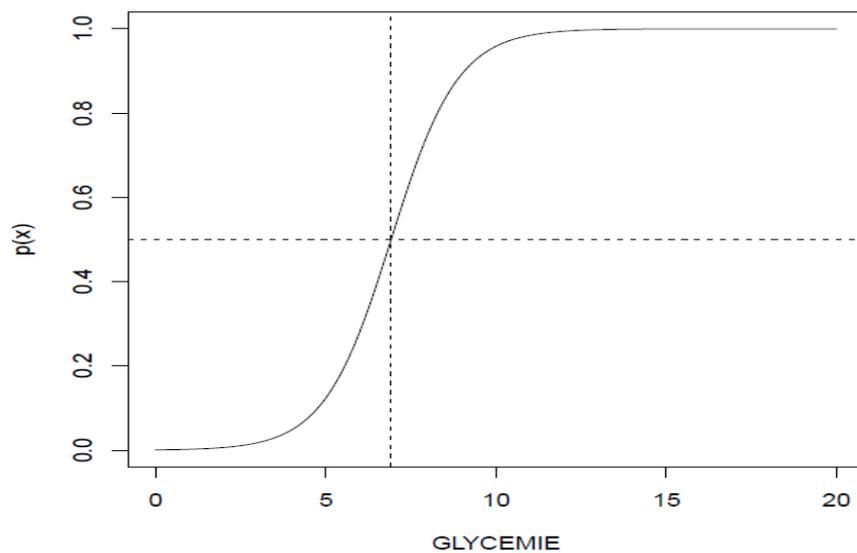


Figure 6 : Valeurs estimées de $p(x)$ pour le modèle glycémie

Le graphique de la **Figure 6** est modélisé par la relation suivante :

$$p(x) = P(Y = 1 / X = x) = \begin{cases} \leq 0.5 & \text{si } x \leq 6.9 \\ > 0.5 & \text{si } x > 6.9. \end{cases}$$

Après avoir étudié la contribution individuelle des facteurs dans l'explication du « diabète », nous avons voulu savoir l'influence globale sans interaction de ces facteurs explicatifs. Ainsi, nous avons réalisé une analyse logistique multivariable [19, 20]. Cette dernière a ressorti les facteurs : âge, glycémie et urée comme facteurs les plus explicatifs du diabète, voir le **Tableau 4**.

Tableau 4 : Modèle de régression logistique multivariable final sans interaction

Variable	Paramètre	Estimation	IC à 95 %	P-value
	Ordonnée à l'origine	-12,65	[-17,15; -9,03]	< 5 %
Age	Age	0,09	[0,05; 0,15]	< 5 %
Glycémie	Glycémie	0,97	[0,68; 1,33]	< 5 %
Urée	Urée	0,17	[0,03; 0,35]	< 5 %

De ce **Tableau**, nous déduisons le modèle final suivant

$$\text{Log} \left(\frac{\hat{p}(x)}{1 - \hat{p}(x)} \right) = -12,65 + 0,09 \times \text{âge} + 0,97 \times \text{glycémie} + 0,17 \times \text{urée}$$

où x est une valeur de la variable « diabète » conditionnée au vecteur de l'espace ayant pour composante âge, glycémie et urée. Les estimations des coefficients de ces variables sont toutes positives. Cela montre que la contribution de ces facteurs accroît la probabilité d'être diabétique. La relation précédente est obtenue par la méthode progressiste, méthode qui englobe la méthode ascendante et la méthode descendante. La première consiste à ajouter une variable dans le modèle alors que la seconde élimine une variable. Le choix d'un modèle dépend de la valeur obtenue d'AIC (Akaike Information Criterion) [21]. Le modèle final est le résultat de la comparaison des modèles fournis par les trois méthodes. Comme la différence n'était pas significative, nous avons préféré le modèle issu de la méthode progressiste, méthode la plus utilisée dans le choix des modèles mathématiques en statistique. Puisque le diabète est expliqué en partie par l'âge, la glycémie et l'urée, il se peut que les interactions soient significatives. Ainsi, nous avons effectué une autre analyse logistique multivariable avec interaction. Cette dernière analyse a ressorti les facteurs : âge, glycémie, urée et l'interaction (âge : glycémie), voir le **Tableau 5**.

Tableau 5 : Modèle de régression logistique multivariable final avec interaction

Variable	Paramètre	Estimation	AIC = 96,49
	Ordonnée à l'origine	-32,59	
Age	Age	0,44	
Glycémie	Glycémie	3,74	
	Urée	0,20	
	Age : Gly	-0,05	

Du tableau précédent, nous déduisons le modèle final avec interaction suivant :

$$\text{Log} \left(\frac{\hat{p}(x)}{1 - \hat{p}(x)} \right) = -32,59 + 0,44 \times \text{âge} + 3,74 \times \text{glycémie} + 0,20 \times \text{urée} - 0,05 \times \text{âge} : \text{Gly}$$

où x est une valeur de la variable « diabète » conditionnée au vecteur ayant pour composante âge, glycémie, urée et âge : glycémie. Parmi les différents modèles obtenus avec interaction, nous avons gardé le dernier modèle car il a la plus petite valeur d'AKAI par rapport aux autres. Puisque, les différentes méthodes utilisées dans cette étude propose deux modèles : Un avec interaction et l'autre non, nous choisissons parmi ces modèles celui qui minimise les résidus. Les résultats liés à ces résidus sont groupés dans le **Tableau 6**.

Tableau 6 : Comparaison des modèles

Modèle	Résidu	AIC	Probabilité
1	97,07	106,48	< 5 %
2	86,49	96,49	< 5 %

Du **Tableau 6**, nous gardons la modèle avec interaction car celui qui minimise les résidus. Du dernier modèle, nous déduisons que les interactions ont un effet de diminuer la probabilité d'être diabétique. En effet, lorsque les variables sont groupées, il y a une compensation mutuelle. L'intérêt des coefficients des variables dans un modèle est qu'ils permettent d'estimer la chance d'être malade ou non. Par exemple, du dernier modèle, nous déduisons les résultats des estimations des odds-ratio et de leurs intervalles de confiance de niveau à 95 %, voir **Tableau 7**.

Tableau 7 : Estimation et intervalles de confiance pour les odds-ratio

Variable	Paramètre	OR	IC à 95 %
	Ordonnée à l'origine	6.9875×10^{-15}	$[9,24 \times 10^{-21}, 5,32 \times 10^{-9}]$
Âge	Âge	1.54	[1.25; 1.89]
Glycémie	Glycémie	42,18	[7.32; 237.4]
Urée	Urée	1,22	[1.03; 1.44]
Age : Gly	Age : Gly	0,95	[0.92; 0.98]

Ce **Tableau** montre que pour l'âge, les individus ont 1,54 fois plus de chances de développer le diabète. Pour la glycémie, ils ont 42 fois de chances d'attraper la maladie. Quant à l'urée, la chance d'avoir le diabète est de 1,22 fois par rapport à la référence. Ce qui n'est pas énorme. Le même **Tableau** montre qu'aucun intervalle de confiance, d'odds-ratio ne couvre pas la valeur 1, donc il y a une relation significative entre les variables âge, glycémie, urée et l'interaction âge : glycémie avec le diabète. Les différentes méthodes utilisées pour étudier l'effet de l'âge, de la glycémie, de l'urée et du sexe ont mis en évidence un modèle avec interaction reliant les trois premières variables et le diabète. Néanmoins, pour que ce modèle soit valable, il faut qu'il vérifie certains postulats comme la normalité et l'homogénéité des résidus. Cela est matérialisé par les **Graphiques 7, 8 et 9**.

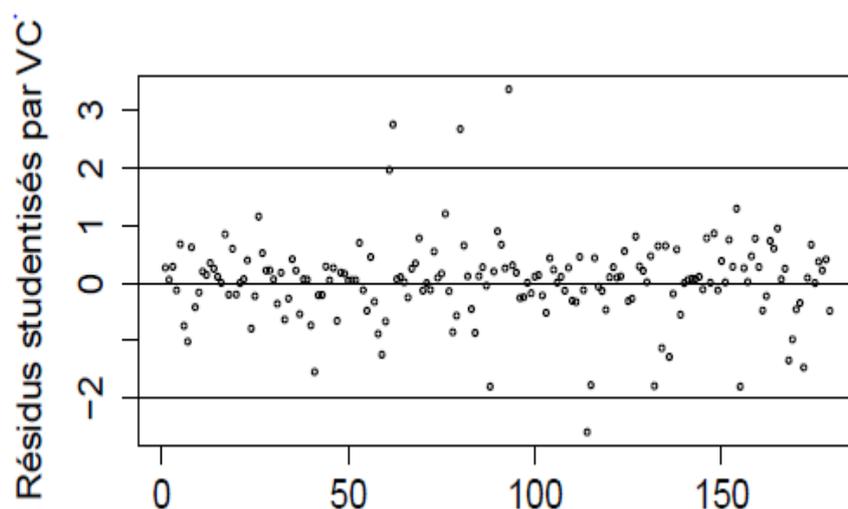


Figure 7 : Graphique des résidus de déviance studentisés

Le graphique des résidus studentisés montre que 99 % des données sont concentrées dans une bande horizontale dans l'intervalle $[-2,2]$. Cela est conforme à la théorie car cette dernière propose au moins 95 % des données. Nous pouvons donc affirmer qu'il y a l'homogénéité de la variance et les résidus ne sont pas corrélés. Le graphique de la normalité est le suivant.

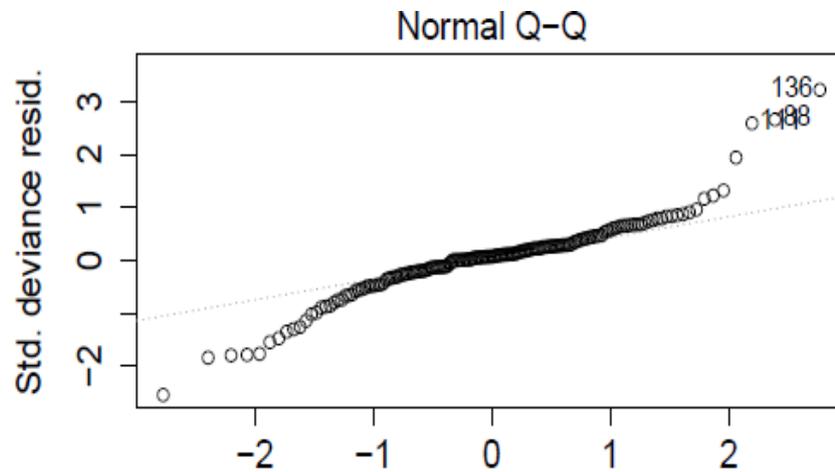


Figure 8 : Diagramme quantile-quantile

Pour la vérification de la normalité, nous avons utilisé le graphique des quantiles des résidus appelé « Q-Q plot (Figure 8) ». Ce graphique montre que les points sont presque alignés sauf quelques-uns qui sont négligeables. Cela conforte davantage nos résultats.

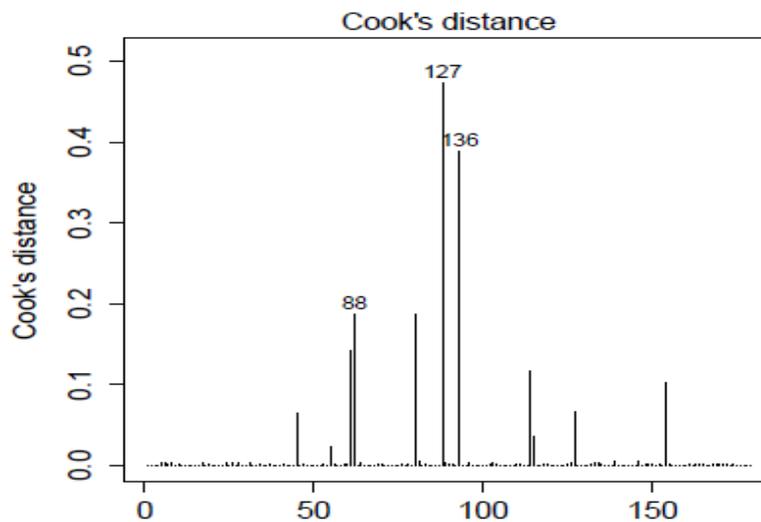


Figure 9 : Distance de Cook

Enfin, nous avons vérifié s'il y a des points aberrants qui pourraient influencer nos résultats. Pour déterminer ces points, nous avons utilisé la distance de Cook. Deux points (numéros 127 et 137) se démarquent des autres, la Figure 9. Comme la suppression de ces points n'a pas changé l'expression du modèle, nous avons préféré les garder car leur influence n'est pas significative. Puisque les postulats sont vérifiés, nous avons gardé le modèle mathématique qui modélise la maladie du diabète en fonction de l'âge, de la glycémie, de l'urée et de l'interaction âge : glycémie. Ce modèle permet également de prédire certains risques du diabète. Il suffit de connaître l'âge de l'individu, sa glycémie, son urée et son sexe; comme le Tableau 8 l'illustre dans le cas de quatre individus.

Tableau 8 : Données et résultats pour la prévision

Age	Glycémie	Urée	Sexe	Prob
43	16,00	1,77	0	0,99
46	18,59	2,14	0	0,99
61	5,10	6,50	1	0,39
21	8,77	3,40	0	0,78

Les résultats de la cinquième colonne du **Tableau 8** montrent que seul le troisième individu (un homme) n'est pas malade car la probabilité correspondante est inférieure à 0.5. Cela est dû peut-être de sa glycémie qui est inférieure à 6,9 Mmol / L.

4. Discussion

Le diabète est l'une des causes de mortalité. De l'invalidité et de plusieurs maladies [10, 22]. Les facteurs liés au diabète sont multiples. Ils sont d'ordre socio-économique et quelque fois d'état de santé du patient. Dans cette étude, nous nous sommes intéressés surtout à quelques-uns d'entre eux facilement accessibles par notre recherche documentaire réalisée à l'Hopital Universitaire de Kamenge. L'âge, l'urée et la glycémie sont les trois facteurs les plus explicatifs du diabète, selon notre étude. Les trois facteurs croient le risque d'être diabétique mais l'interaction âge : glycémie diminue ce risque. L'effet du sexe n'est pas globalement trouvé après ajustement sur les autres covariables. Comme les variables âge et glycémie font partie des facteurs explicatifs du diabète en analyse univariée, ce sont des variables confondantes. Notre étude présente des points forts et des points faibles. La valeur limite trouvée du diabète (6,9 Mmol / L) dans notre étude est en accord avec celle proposée par l'OMS (7 Mmol / L) et d'autres chercheurs, voir par exemple dans [23]. En outre, notre étude montre que les individus âgés de plus de 45 ans sont plus exposés au diabète que ceux qui sont moins âgés qu'eux. Cela corrobore à la prévalence du diabète obtenue dans une étude réalisée en France en 2000, voir dans [24]. Cette tranche d'âge est exposée à la maladie du diabète à cause du vieillissement de certains organes du corps humain et de l'accumulation de certaines substances nocives dans le corps humain. Il entraîne également la non-écoute des informations radiodiffusées en matière de lutte contre le diabète alors que les médias sont l'un des outils qui permettent de faire la sensibilisation à la lutte contre le diabète.

Il ressort donc de cette étude des facteurs du diabète que la probabilité d'être diabétique est influencée par l'âge, la glycémie et l'urée d'un individu. Pour les deux premiers facteurs, nos résultats sont confortés par ceux obtenus par la plupart des chercheurs sur le diabète [7, 10]. La plupart des études antérieures sur le diabète se sont intéressées à la statistique descriptive. Pour notre étude, nous avons combiné plusieurs méthodes statistiques à savoir le test du Chi-deux de Pearson, celui de Wald, la méthode du maximum de vraisemblance, l'analyse de la variance et la régression logistique. Cela conforte la pertinence de nos résultats. L'intérêt de notre étude est que la connaissance de l'âge, de sa glycémie et de son urée permettra d'estimer la probabilité d'être diabétique. Notre étude a, par contre, montré que le sexe n'influence pas le diabète. Cela pourrait être dû à presque l'égalité des hommes et des femmes dans notre étude. La plupart des études réalisées sur le diabète ressortissent d'autres facteurs explicatifs autres que les nôtres [6]. Cela dépend des données utilisées. Par exemple, les résultats de notre étude seraient peut-être différents si on avait considéré les variables âge, glycémie, urée, sexe, poids, température comme variables explicatives. Malheureusement, nous n'avons pas trouvé assez des données pour étudier ces variables. Notre étude a été réalisée uniquement sur les données fournies par le CHUK, les résultats ne pourraient pas donc être généralisés sur toute la population et pourraient également être biaisés. Au cours de la rédaction de cet article,

nous n'avons pas trouvé des documents fiables qui traitent la maladie du diabète au Burundi, nous nous excusons de ce manquement qui ne dépend pas de nous. Bien que le contenu de cet article décrit certaines caractéristiques du diabète, il pourra servir dans d'autres études au Burundi, dans le cas de la tuberculose ou du paludisme par exemple. Nos résultats pourraient aussi aider les autorités burundaises à lutter efficacement contre le diabète. Pour cela, les décideurs de santé publique en général et ceux dont la lutte anti-diabète en particulier est dans leurs attributions pourraient utiliser nos résultats pour conscientiser les personnes âgées et celles dont leur glycémie est très élevée de contrôler leur alimentation et faire du sport régulièrement par exemple. Dans le but de contribuer à la lutte contre le diabète, les pouvoirs publics pourraient augmenter les taxes aux vendeurs des produits contenant beaucoup de sucre, comme les boissons alcoolisées par exemple. Pour mieux connaître l'ampleur de la maladie du diabète au Burundi, une étude d'envergure nationale est conseillée et pourrait permettre d'estimer la prévalence nationale de cette maladie et ses causes.

5. Conclusion

Notre étude a montré qu'il existe un lien entre le diabète et les variables âge, glycémie et urée à travers le modèle logistique. La variable qualitative sexe n'était pas indépendante du diabète au seuil de 5 %. A cause du manque des données, nous avons omis certains facteurs du diabète, comme l'obésité, l'alcool, le tabac, etc. Cette étude a permis d'estimer à 0,99 la probabilité d'être diabétique sachant que le sujet est une femme, âgée de 43 ans, ayant respectivement 16 Mmol / L et 1,7 Mmol / L de glycémie et d'urée. Elle est d'ordre de 0,78 pour une femme, âgée de 21 ans ayant respectivement 8,7 Mmol / L et 3,4 Mmol / L de glycémie et d'urée. Même si nos résultats sont issus d'un échantillon de 253 individus, on pourrait les utiliser dans l'avenir dans d'autres études en lien avec le diabète. Dans notre étude, la variable réponse (diabète) était codée en deux catégories (diabétique, non malade) et les variables qualitatives explicatives en deux catégories également. Cependant, plus le nombre de modalités d'une variable diminue, plus il y a une grande perte de l'information. Une étude ultérieure pourrait s'intéresser au diabète en tenant compte du type de diabète que le sujet possède, d'alcool, du niveau d'instruction, du revenu et d'autres caractéristiques du sujet en plusieurs modalités. Cela permettrait de construire un modèle de régression logistique polytomique pour évaluer l'effet de ces variables sur le diabète au Burundi. L'Analyse Factorielles des Correspondances Multiples, en tant que méthode d'analyse des données multidimensionnelles, pourrait permettre également d'étudier la proximité des modalités de toutes les variables qualitatives.

Références

- [1] - SANDRINE FOSSE-EDORH et al., « Le poids des complications liées au diabète en France en 2013 : synthèse et perspectives », France, (2015)
- [2] - NAM HAN CHO et al., « Atlas du diabète de la fédération internationale du diabète », Sixième édition, Belgique, (2013)
- [3] - A. FAGOT-CAMPAGNA et al. « Prévalence et incidence du diabète, et mortalité liée au diabète en France », Saint-Maurice, (2010)
- [4] - C. ROUDIER et al., « Caractéristiques, risque vasculaire et complications chez les personnes diabétiques en France métropolitaine », France, (2009)
- [5] - R. WAGNER et al., « Family history of diabetes is associated with higher risk for prediabetes », German, (2013)
- [6] - K. NIANG et al., « Aspects épidémiologiques du diabète au Sénégal : résultats d'une enquête sur les facteurs de risque cardiovasculaire dans la ville de Saint-Louis », Sénégal, (2011)

- [7] - WAYNE J. MILLAR et T. KUE YOUNG, « Évolution du diabète : prévalence, incidence et facteurs de risque », Rapport sur la santé, Canada, Vol. 14, N° 3 (2003)
- [8] - B. BALKAU et al., « Predicting diabetes : clinical, biological, and genetic approaches ; Diabetes Care », Allamagne, (2008)
- [9] - EDS, «Programme National Intégré de lutte contre les maladies chroniques non transmissibles», Burundi, (2014)
- [10] - CLAUDE JAFFIOL, «Le diabète sucré en Afrique : un enjeu de santé publique », *Bull. Acad. Natle Méd.*, France, 195, N° 6, (2011)
- [11] - A.-J. ROMAIN et al., « L'activité physique ciblée au LIPOX max : une méta-analyse intervention versus contrôle », Ceramm Hopital Hapeyronie, France, (2010)
- [12] - J. DROESBEKE et al., « Modèles statistiques pour données qualitatives », Belgique, (2005)
- [13] - M. M. TRIOLA et M. F. TRIOLA, «Biostatistique pour les sciences de la vie et de la santé», Édition revue et corrigée, Belgique, (2012)
- [14] - G. SAPORTA, «Probabilités, Analyse des données et Statistique», section 18, Technip, France, (2006)
- [15] - D. W. HOSMENS et S. LEMESHOW, « Applied Logistic Regression», Second Edition, Wiley, (2000)
- [16] - P. C. ANDRÉ et al, «Statistiques avec R», 2° édition augmentée, Canada, (2010)
- [17] - JEAN BOUYER, « La régression logistique en épidémiologie », HAL Id : cel-00124335, France, (2013)
- [18] - MANUEL DOLZ, « Prévalence du diabète et de l'obésité dans le monde et si le pire était à venir ? », Société francophone du diabète, France, (2016)
- [19] - WAYNE J. MILLAR et al., « Évolution du diabète : prévalence, incidence et facteurs de risque », Rapports sur la santé, France, Vol. 14, N° 3 (2003)
- [20] - R. RAKOTOMALALA, «Pratique de la Régression logistique, Régression Logistique Binaire et Polytomique», version 2, Université Lumière Lyon 2, France, (2017)
- [21] - R. ALLANI et al., « Le diabète type 2 : Prévalence et facteurs de risque en Tunisie », Laboratoire de Recherche : Faculté de Médecine de Tunis, Tunisie, (2005)
- [22] - PAULINE GUIMET et al., « Le diabète et les autres facteurs de risque cardiovasculaire », Handicap international, France, N° 6 (2012)
- [23] - I. AMINOT et al., « Régression logistique : Intérêt dans l'analyse de données Relatives aux pratiques médicales », *Revue Médicale de l'Assurance Maladie*, France, Vol. 33, N° 2, (2002)
- [24] - P. RICORDEAU et al., « L'epidemiologie du diabete en France métropolitaine », France, (2000)