

Université de Montréal

# **Vagues de chaleur et santé des enfants à Ouagadougou**

par Émilie Bégin-Galarneau

Département de démographie, Université de Montréal  
Faculté des arts et des sciences

Mémoire présentée à la Faculté des études supérieures et postdoctorales  
en vue de l'obtention du grade  
de Maîtrise ès sciences (M. Sc.) en Démographie

Janvier, 2021

© Émilie Bégin-Galarneau, 2021

Université de Montréal  
Faculté des études supérieures et postdoctorales

Ce mémoire intitulé :  
**Vagues de chaleur et santé des enfants à Ouagadougou**

Présenté par :  
**Émilie Bégin-Galarneau**

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Solène Lardoux  
(Directrice de recherche)

Stéphanie Dos Santos  
(Co-directrice de recherche)

Barthelemy Kuate Defo  
(Président – Rapporteur)

Alain Gagnon  
(Membre du jury)

# Résumé

Il est généralement reconnu, par la communauté scientifique, que le risque de morbidité augmente lors des vagues de chaleur. On retrouve néanmoins des différences importantes en ce qui a trait à la vulnérabilité des populations au stress thermique. L'effet de la température sur la morbidité diffère selon plusieurs facteurs, dont l'âge. Pour des raisons physiologiques et comportementales, les enfants sont l'un des groupes les plus vulnérables aux vagues de chaleur (Hutter et al., 2007; Thompson et al., 2012). La présente étude vise à analyser l'influence de la vulnérabilité différentielle face aux problèmes de santé chez les enfants lors des vagues de chaleur à Ouagadougou. L'analyse de la vulnérabilité aux risques environnementaux rend compte des conditions de fragilité des individus pouvant mener à des expériences de souffrance et de dépendance à autrui. Ceci influence conséquemment la capacité à faire face aux catastrophes et à se rétablir (Becerra, 2012; Muttarak et al., 2015).

Les données utilisées ont été recueillies par l'Observatoire de Population de Ouagadougou (OPO) de mars à mai 2017 lors d'une enquête sur la vulnérabilité et la capacité d'adaptation de la population de l'OPO aux vagues de chaleur. Ces données transversales regroupent un sous-échantillon aléatoire de 332 enfants de cinq ans et moins, habitant dans cinq quartiers de la périphérie nord de Ouagadougou. Nous les analysons tout d'abord à l'aide de tableaux croisés, de tests de chi-2 et d'une analyse factorielle. Des régressions logistiques ordinales permettent ensuite d'étudier la force et la significativité des associations entre la prévalence des symptômes lors des vagues de chaleur et les variables associées à la vulnérabilité climatique.

L'analyse permet de relever des associations inattendues entre la prévalence de certains symptômes chez l'enfant lors des vagues de chaleur et plusieurs variables indépendantes. Par exemple, lorsque nous étudions les effets bruts des variables indépendantes sur la variable dépendante, nous constatons que les enfants dont la mère n'a pas tendance à apporter de l'aide supplémentaire aux très jeunes enfants lors des périodes de très forte chaleur sont plus susceptibles de ne pas présenter de symptôme(s) que de présenter des symptômes (OR = 0,60\* (0,36 ; 1,01), à la limite du significatif de 10%), comparativement aux enfants ayant une mère apportant de l'aide supplémentaire. Nous notons également que les enfants dont le toit de chambre est isolé ou construit avec du ciment / béton (dalle) sont plus susceptibles de manifester des symptômes lors des vagues de chaleur que de ne pas en manifester (OR = 1,68\* (0,97 ; 2,91), à la limite du significatif de 10%), en comparaison aux enfants dont le toit de chambre est fait de tôle galvanisée / métal / fer-blanc / zinc. Néanmoins, ces résultats sont très faiblement significatifs (seuil de 10%) à partir d'un échantillon de petite taille. Ainsi, le fait que les résultats sont à la limite du significatif à 10% nous amène à interpréter de manière prudente l'existence des liens entre ces variables. Dans l'explication de ces résultats, nous soupçonnons la présence de biais dans l'auto-déclaration des symptômes.

Les limites des données incluent l'auto-déclaration des symptômes, la petite taille de l'échantillon, la nature transversale des données ainsi que la présence de biais de rappel liée aux problèmes de mémoire. Compte tenu de ces limites méthodologiques, il serait nécessaire de confirmer les résultats obtenus dans de futures recherches. Néanmoins, ces résultats pourront contribuer à orienter de futures recherches sur l'effet des vagues de chaleur chez les enfants au Sahel.

**Mots-clés** : Vulnérabilité climatique, températures, vagues de chaleur, santé des enfants, symptômes de maladie, morbidité, Sahel, Burkina Faso, Ouagadougou

# Abstract

It is generally recognized by the scientific community that the risk of morbidity increases during heatwaves. However, there are important differences in regard to the vulnerability of populations to increased temperatures. The effect of temperature on morbidity differs depending on several factors, including age. Children are one of the most vulnerable groups when it comes to heatwaves due to physiological and behavioral reasons (Hutter et al., 2007; Thompson et al., 2012). This study aims to analyze the influence of differential vulnerability on children's health during heatwaves in Ouagadougou. The analysis of vulnerability on environmental risks takes into account the fragile conditions of individuals that can lead to experiences of suffering and dependence on others. Consequently, it influences the capacity to cope with and recover from disasters (Becerra, 2012; Muttarak et al., 2015).

The data used were collected by the Ouagadougou Population Observatory (OPO) from March to May 2017 during a survey on the vulnerability and adaptability of the OPO population to heatwaves. The cross-sectional data brings together a random subsample of 332 children aged five and under, living in five neighborhoods in the northern outskirts of Ouagadougou. We first analyze them using crosstabs, chi-2 tests and factor analysis. Ordinal logistic regressions are then performed to study the strength and significance of the associations between the prevalence of symptoms during heatwaves and the variables associated with climatic vulnerability.

Descriptive analysis reveals unexpected associations between the prevalence of certain symptoms in children during heatwaves and several independent variables. An in-depth analysis carried out with the use of ordinal logistic regressions shows that the results do not support our initial hypotheses. For example, when we study the gross effects of the independent variables on the dependent variable, we found that children with mothers who do not tend to provide extra help to very young children during intense periods of heat are more likely to be symptom-free than to have symptoms (OR = 0.60 \* (0,36 ; 1,01), at the significant limit of 10%), compared to children with mothers who provide extra help. We also note that children whose room roof is insulated or built with cement / concrete (slab) are more likely to show symptoms during heat waves than to not show symptoms (OR = 1.68 \* (0,97 ; 2,91), at the significant limit of 10%), compared to children whose room roof is made of galvanized sheet metal / metal / tinsplate / zinc. Nevertheless, these results are very weakly significant (10% threshold) from a small sample size. Thus, the fact that the results are at the limit of significance at 10% leads us to interpret the existence of links between these variables cautiously. In an attempt to explain these results, we suspect that there is a bias in the self-reported symptoms.

Data limitations include self-reporting of symptoms, small sample size, the cross-sectional nature of the data, and the presence of recall bias related to memory problems. Given these methodological limitations, it would be necessary to confirm our results with those obtained in future research. However, the results obtained may help guide future research about the effect of heatwaves on children's health in Sahel.

**Keywords:** Climate vulnerability, temperatures, heat waves, children's health, disease symptoms, morbidity, Sahel, Burkina Faso, Ouagadougou

# Table des matières

|  |      |
|--|------|
| Résumé.....  | ii   |
| Abstract.....  | iii  |
| Liste des tableaux.....  | vi   |
| Liste des figures et des graphiques .....  | vii  |
| Liste des abréviations.....  | viii |
| Dédicace.....  | ix   |
| Remerciements.....   | x    |
| Introduction.....  | 1    |
| Chapitre 1 : Revue de la littérature, cadre conceptuel et hypothèses.....              | 4    |
| 1.1 Revue de la littérature .....  | 4    |
| 1.1.1 Caractéristiques de l'enfant et de la mère .....                                 | 4    |
| 1.1.2 Caractéristiques environnementales.....  | 7    |
| 1.1.3 Problèmes de santé liés aux vagues de chaleur.....                               | 10   |
| 1.1.4 Définition des vagues de chaleur .....   | 12   |
| 1.2 Cadre conceptuel.....  | 12   |
| 1.2.1 Définition générale de la vulnérabilité.....                                     | 12   |
| 1.2.2 Paradoxe existant entre pauvreté et vulnérabilité .....                          | 14   |
| 1.2.3 L'apport de l'étude de la vulnérabilité et de la démographie dans l'analyse..... | 14   |
| 1.2.4 Le modèle de vulnérabilité environnementale de Turner et al. ....                | 15   |
| 1.2.5 Mise en application du cadre conceptuel .....                                    | 18   |
| 1.3 Schématisation des variables .....   | 21   |
| 1.4 Questions et hypothèses .....  | 22   |
| Chapitre 2 : Contexte de l'étude .....   | 24   |
| Chapitre 3 : Données, variables et méthodes .....                                      | 26   |
| 3.1 Source de données.....   | 26   |
| 3.1.1 Limites des données.....   | 27   |
| 3.2 Spécification des variables.....   | 29   |
| 3.2.1 Variable dépendante.....   | 29   |
| 3.2.2 Variables indépendantes .....  | 30   |

|  |    |
|--|----|
| 3.3 Méthodes descriptives et explicatives..... | 38 |
| 3.3.1 Test de multicolinéarité.....            | 38 |
| 3.3.2 Analyse bivariée.....                    | 43 |
| 3.3.3 Analyse factorielle .....                | 43 |
| 3.3.4 Régression logistique ordinale.....      | 46 |
| Chapitre 4 : Résultats .....                   | 51 |
| 4.1 Analyse bivariée.....                      | 54 |
| 4.2 Analyse factorielle .....                  | 59 |
| 4.2.1 Interprétation des axes factoriels ..... | 59 |
| 4.2.2 Interprétation des quadrants.....        | 59 |
| 4.3 Régression logistique ordinale .....       | 63 |
| Chapitre 5 : Discussion .....                  | 68 |
| Conclusion .....                               | 77 |
| Bibliographie.....                             | 80 |
| Annexe .....                                   | 89 |

## Liste des tableaux

|               |  |    |
|---------------|--|----|
| Tableau I.    | Statistiques descriptives de la variable dépendante et des variables indépendantes .....   | 31 |
| Tableau II.   | Facteurs d'inflation de la variance (VIF) selon différentes variables étudiées, test de multicolinéarité sur les variables indépendantes.....  | 39 |
| Tableau III.  | Matrice de corrélation entre les variables indépendantes .....   | 40 |
| Tableau IV.   | Facteurs d'inflation de la variance (VIF) selon différentes variables étudiées, test de multicolinéarité sur les symptômes chez l'enfant de cinq ans et moins lors des vagues de chaleur à Ouagadougou.....  | 41 |
| Tableau V.    | Matrice de corrélation entre les symptômes chez l'enfant de cinq ans et moins lors des vagues de chaleur à Ouagadougou .....   | 42 |
| Tableau VI.   | Modèles et variables indépendantes comprises .....   | 49 |
| Tableau VII.  | Test de rapport de vraisemblance et test de Brant selon les modèles de régression logistique ordinaire .....   | 51 |
| Tableau VIII. | Pourcentage d'enfants selon les variables indépendantes et la prévalence des symptômes chez les enfants de cinq ans et moins lors des périodes de très forte chaleur à Ouagadougou.....  | 58 |
| Tableau IX.   | Rapports de cotes de présenter des problèmes de santé chez l'enfant de cinq ans et moins lors des périodes de très forte chaleur à Ouagadougou, avec intervalles de confiance .....  | 64 |
| Tableau A.I.  | Rapports de cotes de présenter des symptômes chez l'enfant de cinq ans et moins lors des périodes de très forte chaleur à Ouagadougou, avec intervalles de confiance (la diminution du nombre de variables indépendantes considérées dans les modèles 2,3 et 4)..... | 89 |
| Tableau A.II. | Rapports de cotes de présenter des symptômes chez l'enfant de cinq ans et moins lors des périodes de très forte chaleur à Ouagadougou, avec intervalles de confiance (variable dépendante dichotomique).....   | 90 |

## Liste des figures et des graphiques

|   |    |
|---|----|
| Figure I. Modèle de vulnérabilité de Turner et al. ....   | 17 |
| Figure II. Cadre conceptuel de l'analyse de la vulnérabilité différentielle sur la prévalence des symptômes chez l'enfant de cinq ans et moins lors des vagues de chaleur à Ouagadougou.... | 21 |
| Figure III. Sites de l'Observatoire de Population de Ouagadougou (OPO) .....  | 27 |
| Graphique I. Corrélations entre les variables et les dimensions de l'analyse factorielle.....   | 45 |
| Graphique II. Pourcentage d'enfants selon l'apparition de symptômes lors des périodes de très forte chaleur .....   | 52 |
| Graphique III. Pourcentage d'enfants affectés selon le nombre de symptômes apparus lors des périodes de très forte chaleur .....  | 53 |
| Graphique IV. Pourcentage des mères selon le type de quartier et le niveau d'éducation .....  | 54 |
| Graphique V. Pourcentage des mères selon le type de quartier et l'âge de la mère .....  | 55 |
| Graphique VI. Premier plan factoriel d'une analyse des correspondances multiples sur 8 variables, 22 modalités et 318 enfants .....   | 62 |



## Liste des abréviations

ACASIS : Alerte aux Canicules Au Sahel et à leurs Impacts sur la Santé

ACM : Analyse des Correspondances Multiples

IDH : Indice de développement humain

INSD : Institut National de la Statistique et de la Démographie

IRD : Institut de Recherche pour le Développement

ISD : Indice du Développement Humain

ISF : Indice Synthétique de Fécondité

ISSP : Institut Supérieur des Sciences de la Population

OPO : Observatoire de Population de Ouagadougou

OR : Odds Ratio ou rapport de chance

PNUD : Programme des Nations unies pour le développement

RGPH : Recensement Général de la Population et de l'Habitat

VIF : Variance Inflation Factor ou facteur d'inflation de la variance

# Dédicace

*À ma famille,  
à mes ami.e.s,  
à mes chats Queen B et Bikini.*

## Remerciements

Je tiens à remercier d'abord ma directrice de recherche Solène Lardoux et ma codirectrice Stéphanie Dos Santos pour avoir accepté de m'encadrer dans le cadre de ce travail de recherche. Je vous remercie pour votre temps, vos conseils judicieux et vos encouragements. Vos commentaires constructifs m'ont fait progresser et ont contribué à mieux orienter cette recherche. Merci infiniment.

De plus, mes remerciements s'adressent à l'Observatoire de Population de Ouagadougou (OPO) pour m'avoir accordé l'autorisation d'exploiter les données récoltées dans le cadre du projet ACASIS. La diversité des variables a grandement permis d'enrichir cette recherche.

J'exprime également ma gratitude à mes ami.e.s (vous vous connaissez) qui m'ont encouragé(e)s et apporté(e)s un support moral. Votre présence à mes côtés m'a stimulée dans la concrétisation de ce projet. Je remercie aussi Rodrigue Maré pour son temps, ses précieux conseils et sa gentillesse. Nos rencontres m'ont fortement aidée dans l'élaboration de ma méthodologie. Merci d'ailleurs aux membres de ma famille, spécialement ma mère, Micheline, pour son soutien moral et son aide dans la vérification de l'orthographe de ce travail.

## Introduction

L'Afrique subsaharienne serait actuellement davantage affectée par les changements climatiques (Shischaye, 2015). Malgré la faible participation de l'Afrique subsaharienne au changement climatique mondial, cette région du monde est considérée comme étant la plus touchée par le réchauffement de la planète. (Shischaye, 2015). Dans plusieurs pays de l'Afrique subsaharienne, les populations font face à une précarité économique, à une fragilité infrastructurelle et à une dépendance aux ressources naturelles. Ces populations vivent déjà une insécurité alimentaire et des difficultés en matière de production agricole en raison des changements de température (Shischaye, 2015). Par ailleurs, les pays subsahariens seront exposés de façon importante à des conditions climatiques mortelles, puisqu'on y retrouve déjà des températures plus chaudes toute l'année et une humidité plus élevée que dans les pays non tropicaux (Mora et al., 2017). Néanmoins, très peu d'études ont été réalisées afin d'analyser les effets du changement climatique sur la santé humaine en Afrique subsaharienne (Kofi Amegah et al., 2016).

Les sujets les plus abordés au sein des recherches sur les changements climatiques concernent les effets des températures extrêmes sur la morbidité et la mortalité ainsi que l'augmentation des températures maximales dans les dernières années en fonction des lieux géographiques. Il existe généralement un consensus selon lequel le risque de mortalité tend à augmenter lors des vagues de chaleur. Cependant, les populations à risque peuvent varier. Kynast-Wolf et al. (2010) ont constaté que la mortalité cardiovasculaire changeait selon les saisons. Les taux de mortalité étaient effectivement plus élevés au Burkina Faso pendant la saison chaude et sèche, durant la période 1999-2003. Cette tendance semble être cohérente avec d'autres études. Bai et al. (2014) confirment la présence d'une association positive entre les températures maximales et l'apparition de maladies. Ils ont constaté qu'en Chine, entre 2011 et 2013, plus d'hommes que de femmes développaient des problèmes de santé lors des périodes de très forte chaleur. Les hommes seraient plus exposés à la chaleur et connaîtraient des formes plus sévères de maladie. Son et al. (2011) ont eux aussi constaté que les vagues de chaleur étaient associées à un risque accru de mortalité quotidienne en Corée entre les années 2000 et 2007.

Cependant, pour cette dernière étude, les populations sensibles identifiées étaient différentes. Il s'agissait des femmes, des personnes âgées et des personnes faiblement scolarisées. Les individus ayant un faible niveau de scolarité et un faible statut socio-économique peuvent être également plus à risque de décéder en raison de mauvaises conditions de vie et d'un accès limité aux soins de santé. Malgré les différences dans les populations à risque identifiées parmi les études, les chercheurs s'entendent habituellement afin d'identifier les enfants et les personnes âgées comme les plus touchés par les vagues de chaleur (Bai et al., 2014; Diboulo et al., 2012; Thompson et al., 2012; Xu et al., 2012).

On retrouve des différences importantes en ce qui a trait à la vulnérabilité des populations au stress thermique. L'effet de la température sur la morbidité diffère selon les individus, les ménages, les groupes sociaux et les lieux géographiques. Les conséquences des aléas climatiques peuvent être aggravées par plusieurs facteurs de vulnérabilité. Zuo et al. (2015) expliquent, par exemple, que le risque d'exposition à la chaleur varie selon la qualité des habitations et que l'isolation du plafond diminue significativement les températures intérieures. De plus, Charasse (1999) constate que l'éducation de la mère a un impact positif sur la santé des enfants. Le milieu scolaire donne l'opportunité d'apprendre, entre autres, des connaissances en matière de santé. Les mères éduquées peuvent manifester davantage d'importance au fait d'améliorer l'hygiène, la salubrité et l'alimentation du ménage. Le quartier de résidence peut également influencer la santé et affecter les comportements, les attitudes et l'importance accordée aux soins de santé. Les réseaux de contacts, l'organisation sociale et les perceptions dans le quartier peuvent influencer la vision et la gestion de la santé (Bouba Djourdebbé et al., 2015). D'ailleurs, des études identifient un lien entre le sexe et la vulnérabilité des enfants lors des vagues de chaleur. Par exemple, durant les vagues de chaleur à Vienne entre 1998 et 2004, Hutter et al. (2007) explique que les nourrissons garçons de moins d'un an étaient plus à risque de décéder comparativement aux nourrissons filles du même âge. Finalement, l'âge de la mère pourrait avoir un effet sur les soins de santé administrés à l'enfant. Par exemple, à Bamako et à Bobo-Dioulasso, LeGrand et Mbacké (1993) expliquent que les mères de 24 ans et moins, particulièrement celles âgées de moins de 18 ans, ont moins tendance à demander des soins prénataux précoces et à vacciner leurs enfants.

Dans les dernières années, la vulnérabilité est devenue un concept important parmi les milieux de recherche sur le changement climatique. L'incorporation du concept dans la recherche scientifique marque une rupture avec la science environnementale traditionnelle, qui se concentre généralement davantage sur les phénomènes environnementaux et les impacts qui en découlent (Luers et al., 2003). Au cours des deux dernières décennies, des chercheurs et professionnels de diverses disciplines se sont associés pour mener des analyses empiriques multidisciplinaires. Ceci permet une meilleure compréhension des facteurs de vulnérabilité des populations (Kofi Amegah et al., 2016; Antwi-Agyei et al., 2012; Bunyavanich et al., 2003; Ouedrago et al., 2015). La collaboration entre les chercheurs et les populations touchées permettent également d'aiguiller et d'appuyer les responsables politiques dans leurs processus décisionnels. Une culture de résilience face aux aléas climatiques passe par la connaissance des dangers et des vulnérabilités physiques, sociales, économiques et environnementales (Birkmann et Wisner, 2006; Cutter et al., 2009). Dans une tentative de réduction des vulnérabilités, il devient pertinent d'étudier les populations à risque puisque ceci permet de cibler des interventions de santé et des stratégies d'adaptation.

Ce mémoire se propose d'enrichir la littérature des effets des changements climatiques sur la santé humaine en Afrique subsaharienne. Il se penche plus spécifiquement sur l'influence de la vulnérabilité différentielle face à la prévalence des symptômes chez les enfants de cinq ans et moins lors des vagues de chaleur à Ouagadougou, au Burkina Faso. Pour ce faire, nous travaillons avec les données de l'Observatoire de Population de Ouagadougou (OPO), contenant une diversité de variables liées à l'environnement, aux ménages et aux individus.

À partir de ces données, nous tentons de répondre à plusieurs questions. Au moment des vagues de chaleur, en quoi l'isolation et la qualité du toit sont-elles associées à une diminution de la prévalence des symptômes chez l'enfant? Est-ce que l'éducation de la mère est associée à une diminution de l'occurrence des symptômes chez l'enfant? Quel est le lien entre le type de quartier et la prévalence des symptômes chez l'enfant? Est-ce que les garçons plus jeunes sont plus à risque de vivre des problèmes de santé? Une mère plus jeune aurait-elle tendance à

négliger davantage les risques associés aux vagues de chaleur sur la santé de l'enfant, ou à sur-déclarer l'apparition de symptômes chez l'enfant?

Le premier chapitre concerne la revue de littérature portant sur les définitions des vagues de chaleur et de la vulnérabilité ainsi que sur l'effet des différentes caractéristiques de l'enfant, de la mère et de l'environnement sur les problèmes de santé lors des périodes de très forte chaleur. Nous présentons dans le deuxième chapitre le contexte du Burkina Faso. Le troisième chapitre introduit les données, les variables sélectionnées puis les méthodes statistiques utilisées. Au chapitre quatre, nous présentons les résultats des analyses descriptives et des régressions logistiques ordinales. Finalement, dans le cinquième chapitre, nous discutons des principaux résultats obtenus.

# **Chapitre 1 : Revue de la littérature, cadre conceptuel et hypothèses**

## **1.1 Revue de la littérature**

### **1.1.1 Caractéristiques de l'enfant et de la mère**

Il est habituellement reconnu par la communauté scientifique que les filles sont plus résistantes que les garçons à la naissance (Waldron, 1983). Effectivement, les nourrissons garçons se présentent physiquement moins mûrs; ainsi, leurs poumons étant moins développés, ils se retrouvent plus exposés aux maladies respiratoires (Waldron, 1983). Brothwood et al. (1986) expliquent similairement que les garçons sont plus nombreux à souffrir du syndrome de détresse respiratoire ou de blessures et d'incapacités liées aux poumons. Ils sont aussi généralement moins stables que les filles à la naissance. Dans la même lignée, Hutter et al. (2007) étudient l'effet des vagues de chaleur sur la mortalité entre 1998 et 2004 à Vienne et montrent que les nourrissons mâles de moins d'un an ont un risque de mortalité plus élevé pendant les jours de canicule en comparaison aux nourrissons femelles. Fouillet et al. (2006) constatent une surmortalité significative chez les nourrissons mâles de moins d'un an en France, lors de la vague de chaleur en août 2003, tandis qu'aucune surmortalité n'est constatée chez les sujets féminins. De plus, dans le cadre d'une étude en Afrique du Sud, entre 1990 et 2010, réalisée à partir de dossiers médicaux d'enfants âgés de moins de 13 ans, Thompson et al. (2012) constatent que les garçons représentent plus de moitié des enfants souffrant de maladies liées au changement climatique. Ils sont particulièrement nombreux à avoir de la diarrhée, des infections respiratoires et le paludisme. Les enfants de sexe masculin peuvent se montrer plus sensibles aux maladies liées au changement climatique comparativement à leurs homologues féminines en raison d'une plus forte exposition aux aléas climatiques. Les auteurs suggèrent en effet qu'ils passent plus de temps à l'extérieur à partir de l'âge de trois ans. Cependant, en Catalogne, Basagaña et al. (2011) observent que les filles de moins d'un an seraient 25% plus à risque de décéder lors des journées particulièrement chaudes. Cette surmortalité ne serait pas observée chez les garçons du même âge. Au Sahel, selon plusieurs recherches sur la santé des enfants, la



mortalité serait plus haute chez les filles durant la période postnatale autant en milieu urbain qu'en milieu rural (Barbieri, 1989; Fargues et Nassour, 1988; LeGrand et Mbacké, 1991; LeGrand et Mbacké, 1992). Toutefois, les explications trouvées par ces auteurs demeurent hypothétiques puisque le lien existant entre la surmortalité féminine observée et la discrimination potentielle envers les filles reste ambigu. Une étude de Fargues et Nassour (1988) réalisée à Bamako révèle que les filles ont des risques de décès plus élevés entre les âges de 4 mois à 4 ans entre 1974 et 1985. Similairement, les données de l'Enquête sur la mortalité infantile à Bamako entre 1982 et 1983 montrent une surmortalité chez les filles âgées de 6 mois à 15 mois (LeGrand et Mbacké, 1991). Les explications sociales de la surmortalité chez les filles impliquent l'existence de comportements parentaux discriminatoires envers les filles en matière d'alimentation et de soins administrés. Au Togo, Locoh (1986) explique que les parents accordent une préférence aux enfants du sexe masculin chez les premiers-nés, et on peut supposer que c'est également le cas dans plusieurs autres sociétés africaines. L'auteure constate que les parents apportent moins leurs filles malades à l'hôpital comparativement à leurs fils. Barbieri (1989) remarque similairement au Sénégal que les filles ont moins de chances que les garçons de recevoir un traitement quelconque lorsqu'elles souffrent de diarrhée ou du paludisme. Ceci manifeste le traitement parfois préférentiel des garçons.

Par ailleurs, l'âge, autre caractéristique fréquemment analysée, constitue rarement un facteur semant l'ambiguïté dans la littérature scientifique. Les chercheurs s'entendent généralement pour désigner les enfants comme l'un des groupes les plus touchés par les vagues de chaleur. Les enfants diffèrent des adultes pour des raisons physiologiques et comportementales liées à une augmentation de leur sensibilité aux températures extrêmes (Xu et al., 2012). Ceci inclut une plus grande sensibilité à la déshydratation, un système thermorégulateur moins développé, une plus faible capacité de se soigner soi-même et un volume sanguin plus faible (Basagaña et al., 2011). L'enfant possède également un rapport surface/masse corporelle supérieur permettant un plus grand transfert de température entre l'environnement et le corps, ainsi qu'un taux métabolique de base plus élevé puisqu'il dépense plus d'énergie au quotidien afin de maintenir l'organisme en vie (Basagaña et al., 2011). Les nouveau-nés se présentent particulièrement vulnérables aux températures extrêmes puisque

leurs mécanismes de thermorégulation ne sont pas encore matures. La première semaine de vie représente la fenêtre de temps la plus critique (Basagaña et al., 2011). Thompson et al. (2012) ont également constaté que les enfants de zéro à deux ans sont plus susceptibles d'avoir des problèmes de santé lors des vagues de chaleur. Ce groupe d'âge est considéré comme plus à risque de contracter certaines maladies liées au changement climatique telles que la diarrhée, les infections respiratoires, la malaria et la méningite. Cependant, les enfants plus âgés peuvent être plus exposés aux aléas climatiques puisqu'ils passent plus de temps à l'extérieur, dans la rue ou dans le quartier, afin de participer à des activités récréatives (Thompson et al., 2012).

Certaines études sur les déterminants sociaux de la santé se sont d'ailleurs intéressées à l'influence de l'âge de la mère sur la santé de l'enfant (LeGrand et Mbacké, 1993; Mascie-Taylor et Kaplan, 1993). Les jeunes mères ont généralement, par définition, moins d'expérience que les mères plus âgées. LeGrand et Mbacké constatent à Bamako et à Bobo-Dioulasso que les mères de 24 ans et moins, en particulier celles de moins de 18 ans, sont moins nombreuses à demander des soins prénataux précoces et à vacciner leurs enfants (LeGrand et Mbacké, 1993). Similairement, Mascie-Taylor et Kapla constatent que l'effet de l'âge de la mère sur la fréquentation des cliniques est significatif pour les enfants d'un à trois ans. Les mères de 25 ans et plus sont plus susceptibles de se rendre à la clinique pour leurs enfants de 12 à 36 mois que les mères de 24 ans et moins (Mascie-Taylor et Kaplan, 1993).

De plus, selon Charasse (1999), l'éducation des parents a un impact positif sur la santé des enfants. Le milieu scolaire permet l'acquisition de connaissances en matière de santé et encourage la prise de décision et les initiatives en matière de soins, d'hygiène et de santé. Les femmes éduquées peuvent considérer plus important d'améliorer l'hygiène, la salubrité et l'alimentation du ménage. Elles ont davantage tendance à prendre des dispositions menant à cesser certaines traditions peu propices pour la santé du petit. Elles possèdent également souvent une plus grande autonomie et ont plus de chance de participer à la prise de décisions familiales. D'ailleurs, l'éducation permet l'amélioration des aptitudes en matière de lecture et du sens logique. Les instructions du personnel soignant peuvent être mieux comprises et appliquées.

L'éducation accroît également la probabilité d'obtenir un emploi ainsi que la rémunération et les ressources familiales. L'éducation des mères peut aussi influencer les choix pris en matière de fécondité. Les mères plus scolarisées peuvent décider d'avoir moins d'enfants afin de leur assurer plus de temps, d'énergie et d'investissements. Néanmoins, une meilleure éducation de la mère peut augmenter le temps passé à l'extérieur du ménage et donc diminuer le temps destiné aux enfants, à cause d'heures de travail plus longues. Considérant que la mère est la première responsable des soins de l'enfant au Sahel et que son éducation permet habituellement l'administration de meilleurs soins, il devient particulièrement pertinent de s'y intéresser (Charasse, 1999).

D'ailleurs, il est nécessaire de souligner que le Burkina Faso a connu une amélioration de sa couverture scolaire et que les jeunes burkinabés ont ainsi plus de chance d'être instruits. Pilon (2004) explique que le taux brut de scolarisation au primaire, selon l'annuaire des statistiques scolaires du Burkina Faso, était de 11 % en 1970, 15,8 % en 1980 et 30 % en 1990. Les ministères en charge de l'éducation et de la formation du Burkina Faso (2017) expliquent également qu'entre 2000 et 2014, les taux bruts de scolarisation sont passés de 44 % à 83 % pour l'éducation primaire et de 4,2 % à 10,9 % pour l'éducation secondaire. Ainsi, d'une part, les jeunes mères pourraient être moins matures par rapport à leurs réflexes de soins chez les jeunes enfants. D'autre part, elles auraient plus de chance d'être scolarisées ce qui devrait avoir un effet positif sur la santé de l'enfant. Par conséquent, le départage entre l'effet de l'âge et de l'éducation de la mère n'est pas évident.

### **1.1.2 Caractéristiques environnementales**

La qualité des habitations influence également le risque d'exposition à la chaleur lors des vagues de chaleur. La considération de la chaleur dans la construction des habitations contribue à diminuer l'exposition aux températures extrêmes. Les températures intérieures peuvent varier selon plusieurs facteurs, tels que l'ancienneté de l'habitation, les matériaux utilisés pour construire le toit, la qualité et le revêtement du sol, les matériaux constituant les murs, le nombre

d'ouvertures et le type d'isolation. Zuo et al. (2015) expliquent d'ailleurs que l'isolation du plafond contribue significativement à diminuer les températures internes.

D'autre part, le quartier de résidence peut avoir une influence sur la santé. Le type de quartier affecte, entre autres, les comportements, les attitudes et l'importance accordée aux soins de santé. Cette influence provient des réseaux de contacts, de l'organisation sociale et des perceptions dans le quartier. En outre, le quartier peut avoir un impact sur l'accessibilité des ressources (Bouba Djourdebbé et al., 2015).

La croissance démographique rapide à Ouagadougou entraîne une expansion de son espace urbain. Telle que plusieurs autres villes au sud du Sahara, cette urbanisation non planifiée se manifeste sous la forme de quartiers informels en périphérie de la ville (Soura et al., 2015). Ces quartiers ne sont pas sous le ressort de l'autorité municipale et les activités dominantes relèvent souvent de la débrouillardise (Dos Santos et al., 2015). Les enjeux dans ces zones incluent l'insuffisance d'infrastructures et des services urbains de base (accès à l'eau, électricité, service de santé et d'assainissement, etc.). À Ouagadougou, en 2009, seulement 1% des ménages des quartiers non lotis avait accès à l'électricité contrairement à 55% des ménages des quartiers lotis (Bouba Djourdebbé et al., 2015). Par ailleurs, les quartiers informels se retrouvent fréquemment exclus de la gestion des déchets, en raison de l'inaccessibilité des quartiers, de la distance importante des centres de collecte et des problèmes économiques des résidents. Le statut juridique des quartiers informels explique l'inaccessibilité des services publics urbains (Sory et al., 2014).

Bien que 99% de la population de Ouagadougou ait officiellement accès à une source d'eau améliorée, les résidents des quartiers lotis jouissent souvent d'un meilleur accès à l'eau, contrairement à leurs homologues des quartiers non lotis (INSD, 2012). Dans les quartiers lotis de l'Observatoire de la Population de Ouagadougou (OPO), 47% des ménages s'approvisionnent en eau potable grâce à un robinet à domicile et 37% grâce à des bornes fontaines (Sory et al., 2014). À l'opposé, dans les quartiers informels, la majorité des ménages

(52%) s'approvisionnent en eau potable à des bornes fontaines situées dans les quartiers lotis ou à la limite des zones non loties (Dos Santos, 2014). D'autres sources d'approvisionnement en eau utilisées sont les forages, les puits, la pompe manuelle, le vendeur d'eau, l'eau de pluie et l'eau de rivière. Ces sources d'eau sont toutefois enclines à la contamination.

Les changements à la fois de l'approvisionnement en eau en raison des changements climatiques et de la demande due à la croissance des populations urbaines ont engendré certaines difficultés. Il peut ainsi devenir difficile pour les citoyens africains de satisfaire leurs besoins quotidiens en eau (Dos Santos et al., 2015). De plus, la collecte et le stockage de l'eau affectent sa qualité microbiologique. Effectivement, la qualité de l'eau collectée, transportée et stockée est moindre en comparaison à la qualité de l'eau à la source. Ceci s'explique par les possibilités de contamination lors des diverses manipulations (Dos Santos, Compaore et al., 2014). Les quartiers non lotis éprouvent donc des difficultés en matière d'approvisionnement en eau non contaminée (Sory et al. 2014). Les stratégies de traitement des eaux restent d'ailleurs peu connues et adoptées. Les ménagères n'ont pas l'habitude de bouillir ou d'utiliser des purifiants chimiques pour l'eau de boisson (Ouedraogo et al., 2015). D'ailleurs, l'accès à l'eau se complique particulièrement lors des périodes très chaudes et sèches pour les ménages de ces quartiers en raison de l'assèchement rapide des puits et de la baisse de la pression de l'eau courante (Sory et al. 2014). La disponibilité de l'eau au courant de la journée, le temps de trajet pour se rendre à une borne-fontaine ou à un forage et le prix de l'eau influencent aussi son accessibilité (Dos Santos, 2014). Les femmes et les filles assument une charge plus importante du travail relevant de la corvée d'eau. Cette responsabilité monopolise un temps considérable du quotidien des femmes. Pour plus de la majorité, cette tâche peut prendre entre une ou deux heures par jour (Dos Santos et Soura, 2014). Particulièrement en saison sèche, ceci tend à limiter le temps accordé aux enfants, affectant ainsi leur hygiène et leur consommation d'eau et de nourriture (Ouedraogo et al., 2015).

De plus, la diminution des précipitations lors de la saison sèche joue sur la qualité de l'eau et augmente la présence d'agents pathogènes véhiculés par l'eau. Ceci serait, entre autres,

occasionné par une concurrence entre les utilisateurs d'eau (Thompson et al. 2012). L'eau contaminée constitue la principale cause de maladies diarrhéiques et de malnutrition (Dapi et al. 2010). Conséquemment, la malnutrition peut fréquemment engendrer des carences en micronutriments, ce qui aggrave les risques de contamination des maladies infectieuses et augmente le risque de complications liées aux infections. Par ailleurs, la déshydratation serait liée aux problèmes de reins puisque les enfants déshydratés connaissent une diminution du volume urinaire et une sursaturation en sels (Sheffield et al., 2011).

### **1.1.3 Problèmes de santé liés aux vagues de chaleur**

Une température corporelle excédant 39°C peut provoquer des troubles thermiques aigus tels que des coups de chaleur. Au-dessus de 40,6°C, l'individu est susceptible d'expérimenter une hyperphrénie sévère pouvant entraîner la mort (Dapi et al., 2010). Parmi les maladies les plus courantes chez l'enfant lors des vagues de chaleur, on retrouve la diarrhée, l'infection respiratoire, l'asthme et le paludisme (Sheffield et al., 2011). En outre, les vagues de chaleur augmentent considérablement le risque de maladies chez les enfants souffrant de maladies respiratoires chroniques ou cardiovasculaires. Le système cardiopulmonaire et le système digestif sont particulièrement sensibles aux effets des températures extrêmes. Lors des pluies abondantes et des inondations, les épidémies de diarrhée sont fréquentes dans les zones tropicales et subtropicales (Oloukoi et al. 2014). L'augmentation de la température de 1 °C pendant la saison des pluies augmente de 3% à 11% le risque de maladies diarrhéiques (Franchini et al., 2015). Par ailleurs, les comportements se retrouvent indirectement influencés par les températures extrêmes, tels que la consommation accrue d'eau, pouvant rendre propice la transmission de la diarrhée (Xu et al., 2012).

Les hausses et les diminutions des températures contribuent à la propagation de plusieurs maladies. Ceci regroupe les maladies gastro-intestinales, le paludisme, la maladie main-pied-bouche et les maladies respiratoires (Xu et al., 2012). Les vagues de chaleur influencent la propagation de certaines maladies infectieuses. En effet, nombreux agents infectieux et leurs vecteurs prolifèrent plus rapidement lors des vagues de chaleur (Franchini et al., 2015). Une

température plus élevée prolongera également les cycles de transmission de certains vecteurs de maladies humaines (Thompson et al. 2012). Nous définirons dans les prochains paragraphes deux de ces maladies parfois méconnues soit le paludisme et la maladie main-pied-bouche.

En 2009, il a été estimé que chaque année près de 250 millions de personnes (principalement des enfants) étaient atteintes du paludisme en Afrique subsaharienne (Oloukoi et al. 2014). La forte présence de paludisme chez les enfants s'explique en partie par les températures. Au Burkina Faso, la température moyenne constituerait le meilleur prédicteur de paludisme chez les enfants âgés d'un à cinq ans. Effectivement, les températures élevées augmentent les piqûres, la reproduction et la vitesse du parasite (Xu et al., 2012). Les enfants sont davantage exposés à la transmission du parasite, car ils passent souvent plus de temps à l'extérieur, près du sol où se retrouve les moustiques et les tiques. Ils sont ainsi plus exposés aux risques d'infection (Bunyavanich et al., 2003).

Le paludisme est une maladie potentiellement mortelle dont les symptômes apparaissent habituellement de 10 à 15 jours après la piqûre du moustique femelle infecté. Les conditions climatiques jouent sur la forte présence et la survie du moustique; ceci implique le régime des précipitations, la température et l'humidité. Quant à la transmission du moustique, on retrouve souvent un pic saisonnier pendant ou suite à la saison des pluies. La saison des pluies dans les pays tropicaux facilite la propagation du moustique vu la nécessité d'eau dans le processus de développement du moustique. Les premiers symptômes du paludisme incluent la fièvre, les maux de tête et les frissons. Le paludisme peut provoquer une affection sévère souvent mortelle s'il n'est pas traité dans la journée suivant la contamination. Certains groupes de la population présentent un risque plus élevé de contraction et de sévérité suite à la contamination dont les nourrissons et les enfants de moins de cinq ans (Organisation mondiale de la Santé, 2018).

De plus, la maladie main-pied-bouche serait davantage transmissible lors des températures élevées. Il s'agit d'une infection virale touchant particulièrement les enfants dont les principaux symptômes incluent la fièvre, des ulcères de la bouche et des vésicules aux mains, aux pieds, autour de la bouche et au niveau supérieur des cuisses (Xu et al., 2012). Les enfants affectés peuvent aussi avoir une fièvre, une perte d'appétit, un mal de gorge et un malaise. Le

virus pieds-mains-bouche est contagieux et se répand en toussant, en éternuant ou en touchant des objets ou des surfaces. Il peut se propager par la salive, les sécrétions et les écoulements (Gouvernement du Canada, 2019).

#### **1.1.4 Définition des vagues de chaleur**

Selon l'Organisation Météorologique Mondiale, une vague de chaleur est le « réchauffement important de l'air, ou une invasion d'air très chaud sur un vaste territoire, généralement de quelques jours à quelques semaines » (Cantat, 2005 : 101). Plus spécifiquement, Huth et al. (2000) indiquent qu'une vague de chaleur survient lorsque les températures journalières moyennes et maximales excèdent 30°C pendant trois jours et plus.

Ces deux définitions offrent une compréhension du phénomène, mais ne traitent toutefois pas de l'ambiguïté existante dans la différenciation des seuils de température fixés selon la géographie. En effet, une température de 30°C au Canada n'a pas la même signification au Burkina Faso, où l'on retrouve un climat sahélo-soudanien et où sont souvent enregistrées des températures de 40°C et plus. Nous aurons la chance d'aborder ce point dans la prochaine section. Toutefois, dans le cadre de ce mémoire, nous prenons en considération la déclaration de la mère afin d'établir si la période de référence était particulièrement chaude.

## **1.2 Cadre conceptuel**

### **1.2.1 Définition générale de la vulnérabilité**

Les risques de phénomènes météorologiques extrêmes et leurs conséquences sur les populations humaines varient d'un lieu à l'autre. Les habitants d'une même région peuvent être différemment touchés par un même aléa climatique (Muttarak et al., 2015). Afin de comprendre et de contextualiser une catastrophe, il est essentiel d'identifier les différents niveaux de vulnérabilité affectant les groupes d'individus (Wisner et al, 2005). Dans les prochains



paragraphe, nous tenterons d'expliquer la complexité entourant le concept de vulnérabilité et nous présenterons le cadre théorique s'appliquant le mieux à notre recherche.

Wisner et al. (2005 : 11) définissent la vulnérabilité aux risques environnementaux comme « les caractéristiques d'une personne ou d'un groupe pouvant influencer sa capacité à anticiper, à faire face, à résister et à récupérer suite à un événement climatique extrême ». La vulnérabilité renvoie aux relations entre l'environnement et la situation globale d'« insécurité sociale » face à l'avenir. Elle offre la possibilité d'appréhender les situations de précarité qui affectent ou peuvent affecter les individus ou les groupes sociaux. La vulnérabilité rend compte des conditions de fragilité pouvant mener à des expériences de souffrance et de dépendance (Becerra, 2012). Elle s'intéresse aux caractéristiques menant des individus ou des groupes à être davantage affectés. De plus, ce concept se penche sur la capacité des individus à faire face aux catastrophes et à se rétablir (Muttarak et al., 2015). Elle possède une dimension externe soit l'exposition d'un système, d'un groupe ou d'un individu aux variations climatiques ainsi qu'une dimension interne constituant la sensibilité et la capacité d'adaptation (Füssel et Klein, 2006).

Au sein de la littérature scientifique, la vulnérabilité possède de nombreuses définitions, variant en fonction de l'orientation et de la perspective de recherche ainsi que du contexte culturel et socio-économique (Cutter et al., 2003). Dans les faits, il serait complexe de développer un outil de mesure universel afin d'évaluer la vulnérabilité en raison des variations spatio-temporelles des sujets pouvant être étudiés (Cutter et al., 2009). Elle peut référer à l'exposition, aux conditions sociales et aux structures économiques, politiques et institutionnelles. Généralement, la définition du concept choisie par les chercheurs dépend des besoins et des méthodes de recherche ainsi que de la discipline scientifique en question (Muttarak et al., 2015). Les diverses définitions de la vulnérabilité peuvent être vues comme complémentaires afin de faire face à la complexité des multiples éléments à considérer.

## **1.2.2 Paradoxe existant entre pauvreté et vulnérabilité**

La pauvreté constitue un élément important de la vulnérabilité, car les populations moins nanties sont souvent les plus affectées par les changements climatiques. Celles-ci font effectivement partie des groupes les plus vulnérables de la société (Kok et al., 2006). Similairement, les pays en développement peuvent se montrer plus vulnérables aux changements climatiques en raison d'une capacité institutionnelle parfois restreinte. Ces pays détiennent toutefois une capacité importante d'adaptation (Neil Adger, 2006). La vulnérabilité aux conditions extrêmes ne peut se réduire à l'enjeu de la pauvreté puisque tous les groupes sociaux peuvent être impactés par les événements extrêmes (Décamps, 2007). Les individus considérés comme « vulnérables » ne sont pas des acteurs passifs, car ces derniers disposent inévitablement de ressources mobilisables (Becerra, 2012). Aucun groupe ne se retrouve sans possibilité d'adaptation face aux aléas climatiques; même les groupes les plus économiquement marginaux ont recours à diverses stratégies de défense. La diversification constitue une stratégie fréquemment utilisée afin de réduire les risques et de multiplier les options de gestion de risque (Turner et al., 2003). La pauvreté est souvent perçue comme un facteur augmentant la vulnérabilité aux risques naturels. Elle a souvent été faussement définie comme un synonyme de la vulnérabilité. Bien que les individus économiquement marginalisés soient fréquemment plus vulnérables, à l'inverse, les individus vulnérables ne sont pas toujours pauvres. La pauvreté renvoie davantage à l'état d'un manque qu'à l'exposition à des chocs ou des stress. Ainsi, la pauvreté ne fait pas état de la vie quotidienne des populations et de leur capacité à faire face aux risques et à la perte. Il est possible d'être fortuné tout en étant vulnérable aux risques climatiques (Becerra, 2012).

## **1.2.3 L'apport de l'étude de la vulnérabilité et de la démographie dans l'analyse**

La vulnérabilité varie selon les pays, les groupes sociaux, les ménages et les individus (Décamps, 2007). Si les professionnels ne peuvent pas prévoir les conditions météorologiques extrêmes, il est cependant possible d'agir afin de réduire les conséquences. Ceci nécessite une capacité à faire face à l'adversité et à récupérer suite au choc. Un individu moins vulnérable

possède une plus forte capacité à s'adapter lors des conditions extrêmes. Il lui est conséquemment plus facile de trouver des stratégies afin de se protéger ou de récupérer. L'ensemble des revenus, des ressources (réseaux sociaux, pouvoir de décision, leviers d'actions, etc.), des biens et des activités (d'un individu ou d'un groupe) aide à renforcer cette capacité (Becerra, 2012).

La compréhension de l'effet différentiel de la vulnérabilité constitue un élément essentiel dans l'élaboration de mesures politiques (Cutter et al., 2009). Les impacts d'un phénomène météorologique extrême ne sont pas répartis de la même manière au sein d'une population. Considérant ceci, il devient essentiel d'incorporer le concept de vulnérabilité différentielle dans la mise en place d'un plan d'action. L'analyse de l'hétérogénéité de la vulnérabilité permet une meilleure reconnaissance des groupes vulnérables dans la formulation de politiques. Les politiques de développement socio-économique influent sur les dynamiques populationnelles et affectent la résilience et l'adaptation des sociétés (Muttarak et al., 2015).

Muttarak et al. (2015) croient que la démographie possède des outils analytiques et méthodologiques ainsi qu'une compréhension poussée des dynamiques populationnelles pouvant contribuer à l'étude de la vulnérabilité différentielle. Des preuves empiriques et des faits quantifiables permettent l'estimation de la dynamique populationnelle suite aux aléas climatiques. De plus, les études démographiques mettent souvent l'accent sur les différences entre les sous-groupes de population et la notion de « risque » se retrouve au cœur de sa méthodologie. La démographie représente ainsi une discipline scientifique susceptible d'améliorer la compréhension des relations entre populations humaines et système climatique.

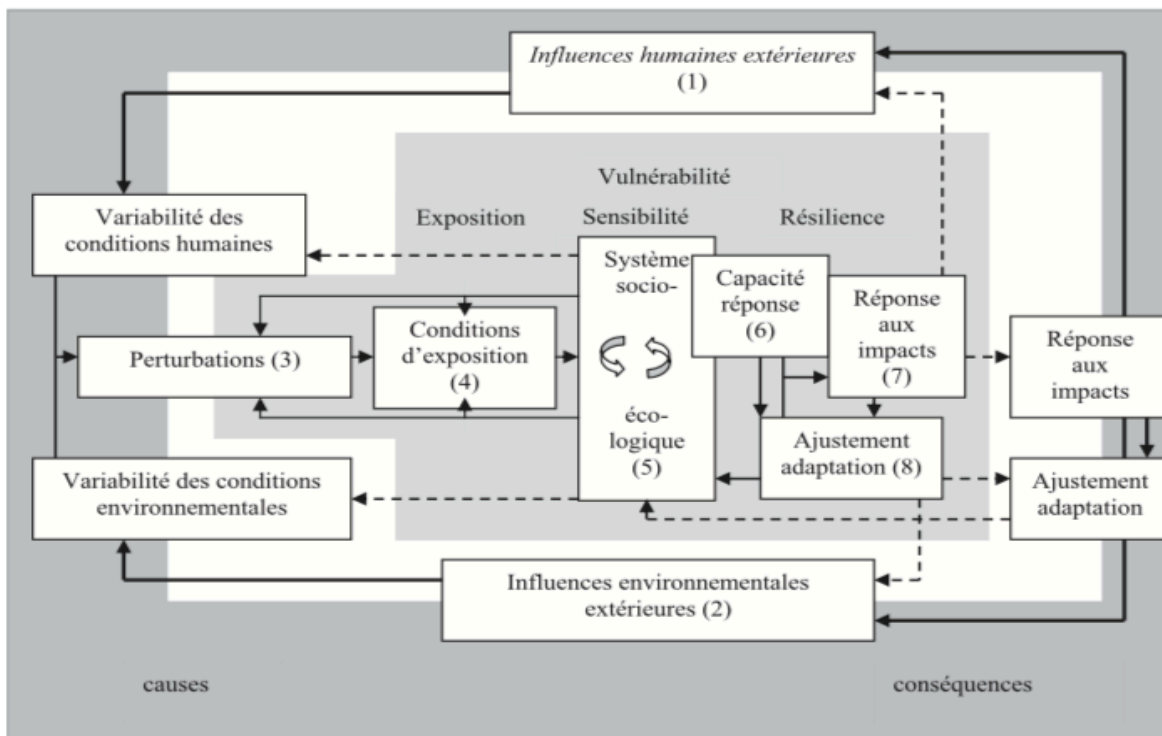
#### **1.2.4 Le modèle de vulnérabilité environnementale de Turner et al.**

Au cours des dernières décennies, différentes écoles de pensée se sont mobilisées afin d'élaborer une variété de modèles conceptuels de la vulnérabilité. Dans le cadre de cette étude, le modèle conceptuel choisi est celui de Turner et al. Nous décrivons dans les prochains

paragraphe le fonctionnement du modèle puis nous expliquerons pourquoi il a été sélectionné dans cette étude.

Le schéma de Turner et al. permet de visualiser les liaisons susceptibles d'affecter la vulnérabilité d'un système (Figure I). Les influences humaines extérieures (1) et les influences environnementales extérieures (2) se retrouvent à l'origine des perturbations (3) dont les effets mènent à la vulnérabilité. Les influences humaines extérieures (1) regroupent la macroéconomie, la politique, les institutions et les tendances globales. Quant aux influences environnementales extérieures (2), elles englobent l'état de la biosphère et le changement environnemental global. En ce qui a trait aux perturbations (3), elles incluent le stress et les événements soudains. Par la suite, la vulnérabilité regroupe les conditions d'exposition (4), de sensibilité (5) et de résilience (6, 7, 8). Les éléments d'exposition (4) incluent les individus, les groupes sociaux, les pays et les écosystèmes. Au niveau de la sensibilité, on retrouve les systèmes socioécologiques (5) ; ceux-ci détenant un capital humain et social (populations, institutions, structures économiques) ainsi qu'un capital naturel (sols, eau, climat, minéraux, écosystèmes). La dernière composante de la vulnérabilité constitue la résilience et prend en considération les mécanismes de réponse aux perturbations (capacité de réponse (6), réponse aux impacts (7) et ajustement à l'adaptation (8)) (Décamps, 2007).

Figure I. Modèle de vulnérabilité de Turner et al.



Source : Décamps, 2007

Ce modèle offre une schématisation large de la vulnérabilité environnementale, ce qui permet la contextualisation du concept. D'autre part, la vulnérabilité selon Turner s'inscrit dans un contexte de changements climatiques et prend en considération les processus s'opérant à l'échelle régionale et mondiale (Cutter et al., 2009). Turner et al. tentent d'identifier les groupes d'individus vulnérables aux changements environnementaux (Turner et al., 2003). Conséquemment, le cadre réalisé prend en compte l'interaction des perturbations, des facteurs de stress et des contraintes (Birkmann, 2006).

Plusieurs éléments nous poussent à croire que ce schéma serait le plus adapté pour cette étude. Ceci inclut la présence d'une contextualisation élaborée autour du concept de vulnérabilité, la définition plus large de la vulnérabilité et la prise en considération des changements climatiques dans l'élaboration du schéma. Par ailleurs, les trois composantes de la vulnérabilité choisies (l'exposition, la sensibilité et la résilience) nous paraissent particulièrement pertinentes afin d'étudier la complexité du concept de vulnérabilité. L'approche de Turner et al. nous permet aussi d'effectuer une étude micro. L'échelle locale du schéma coïncide ainsi avec l'échelle des données de cette étude, ce qui offre une conceptualisation réaliste des données. Il s'agit toutefois d'un cadre relativement nouveau. Ceci pourrait être lié à la considération des changements climatiques dans l'élaboration du schéma. Par ailleurs, ce modèle n'explique pas clairement la distinction entre les trois composantes de la vulnérabilité (exposition, sensibilité et résilience) et ne délimite pas formellement où débute et où se termine la vulnérabilité (Cutter et al., 2009). Ceci laisse ainsi place à l'adaptation et rend plus accessible l'interprétation du contexte étudié.

### **1.2.5 Mise en application du cadre conceptuel**

Dans le cadre de cette étude, le concept de vulnérabilité nous oriente dans l'élaboration des hypothèses, dans la sélection des variables ainsi que dans certains choix méthodologiques. Selon Turner et al., la vulnérabilité d'un système peut être caractérisée en fonction de son exposition, de sa sensibilité et de sa résilience. Considérant qu'il existe de nombreuses définitions de ces termes, nous fournirons dans les prochains paragraphes des informations plus détaillées.

#### **1.2.5.1 Exposition**

Il existe un débat au sein de la communauté scientifique en ce qui a trait à la définition de l'exposition. Tout d'abord, elle représente le point de départ de l'analyse de la vulnérabilité. Selon Antwi-Agyei et al. (2012), elle est le plus souvent définie comme l'ampleur, l'intensité et la fréquence d'un stress climatique sur un lieu établi. Il pourrait être question, par exemple, de

changements à long terme des conditions climatiques mesurées par la variabilité climatique. Toutefois, Damm (2010) explique que l'exposition peut être indépendante de toute caractéristique directement liée à la perturbation telle que la durée, la fréquence ou l'intensité des vagues de chaleur. Elle voit plutôt l'exposition comme l'existence d'éléments de risque influençant le quotidien du ménage. Considérant que le lieu de vie influe sur l'exposition aux risques naturels, nous définirons l'exposition comme les conditions environnementales dans lesquelles vit l'enfant (Figure II).

### **1.2.5.2 Sensibilité**

La sensibilité permet d'établir la susceptibilité d'un système d'être exposé à un stress externe. Elle est déterminée par les conditions humaines (capital social) et environnementales (capital naturel ou ressources biophysiques) du système (Kok et al., 2006). Antwi-Agyei et al. (2012) croit que la sensibilité correspond à la réactivité positive ou négative d'un système au danger climatique. Les systèmes vivent des sensibilités différentes aux perturbations et aux facteurs de stress. Ceci est étroitement lié aux conditions socio-économiques et écologiques. Il existe par ailleurs une certaine ambiguïté en ce qui a trait à la différenciation entre la sensibilité et la résilience dans le modèle de Turner et al. Selon Damm (2010), la sensibilité représente la combinaison des forces et des ressources disponibles dans le système socio-économique. Quant à la résilience, elle fait référence à l'application de moyens de toutes formes dont dispose l'individu ou le groupe d'individus afin de procéder à la gestion opérationnelle des vagues de chaleur. Dans la même veine, Antwi-Agyei et al. (2012) explique que les individus ayant le plus d'actifs (financier, humain, naturel, physique et social) détiennent une résilience supérieure et se retrouvent ainsi moins vulnérables aux aléas climatiques. Dans le cadre de cette recherche, la sensibilité représente une mesure permettant de déterminer les ressources disponibles du ménage (Figure II).

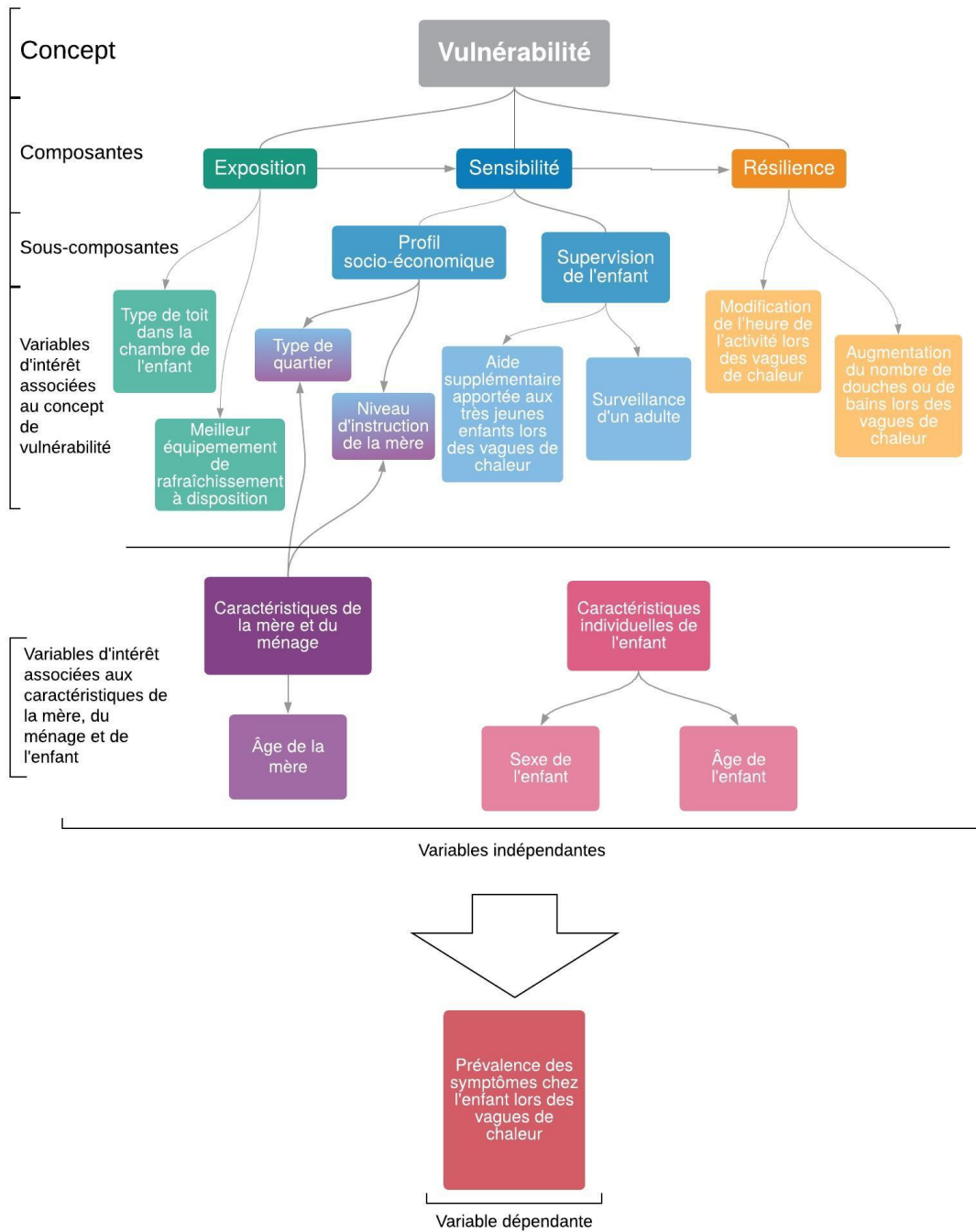
### 1.2.5.3 Résilience

La résilience constitue la dernière composante de la vulnérabilité et fait référence aux possibilités d'apprentissage, d'auto-organisation et de rajustement (Décamps, 2007). Selon Turner et al. (2003), l'application de mécanismes d'adaptation mène à des changements importants au sein du ménage. Il peut s'agir d'actions autonomes ou planifiées, publiques ou privées, individuelles ou institutionnelles, à court ou à long terme et de nature anticipative ou réactive. D'après Damm (2010), la résilience regroupe l'ensemble des mesures prises en cas de perturbations telles que les systèmes d'alerte précoce, les plans de gestion, la modification de l'habillement ou de l'alimentation, etc. Elle reflète aussi l'apprentissage de comportements en réponse à une perturbation. Ceci témoigne de la capacité du système écologique à absorber et à résister aux perturbations tout en se réorganisant. Dans cette composante de la vulnérabilité, nous considérerons l'existence de différentes mesures de précaution permettant de renforcer le système. Plus spécifiquement, nous prendrons en compte des comportements pouvant être adoptés et constituant des changements au niveau des habitudes de vie au sein du ménage (Figure II).



### 1.3 Schématisation des variables

Figure II. Cadre conceptuel de l'analyse de la vulnérabilité différentielle sur la prévalence des symptômes chez l'enfant de cinq ans et moins lors des vagues de chaleur à Ouagadougou



Source : Adapté de Turner et al. (2003)

## 1.4 Questions et hypothèses

Dans le cadre de cette étude, nous tentons d'identifier comment la vulnérabilité aux vagues de chaleur est associée à la prévalence des symptômes chez les enfants de cinq ans et moins à Ouagadougou. Nous étudierons un ensemble de caractéristiques associées à l'enfant, au ménage et à la mère. Nous soulevons trois principales questions concernant les liens entre la vulnérabilité et la prévalence des symptômes chez l'enfant lors des vagues de chaleur.

**Question 1 :** Quels sont les liens d'association entre la prévalence des symptômes lors des vagues de chaleur et le type de toit, variable constituante de l'exposition du cadre conceptuel de la vulnérabilité ?

- **Hypothèse 1.1 :** Zuo et al. (2015) expliquent que l'isolation et la qualité du plafond contribuent à diminuer les températures dans les habitations. Nous supposons qu'une exposition réduite, grâce à l'isolation et la qualité du toit, diminue la prévalence des symptômes chez l'enfant lors des vagues de chaleur.

**Question 2 :** Quels sont les liens d'associations entre la prévalence des symptômes lors des vagues de chaleur et le profil socio-économique de la mère et du ménage, sous-composante de la sensibilité du cadre conceptuel de la vulnérabilité ?

- **Hypothèse 2.1 :** Selon Charasse (1999), le milieu scolaire permet l'acquisition de connaissances en matière de santé et accroît la probabilité d'obtenir un emploi et d'être mieux rémunéré. Nous avançons l'hypothèse que d'avoir une mère éduquée diminue la prévalence des symptômes chez l'enfant lors des vagues de chaleur.
- **Hypothèse 2.2 :** Bouba Djourdebbé et al. (2015) explique que le type de quartier affecte les conditions de vie et joue sur l'accessibilité des ressources. Nous supposons que le fait de vivre dans un quartier loti diminue la prévalence des symptômes chez l'enfant lors des vagues de chaleur.

**Question 3:** Quels sont les liens d'association entre la prévalence des symptômes lors des vagues de chaleur et les caractéristiques démographiques de l'enfant et de la mère ?

- **Hypothèse 3.1 :** Il est habituellement reconnu par la communauté scientifique que les filles sont plus résistantes que les garçons à la naissance (Waldron, 1983). Hutter et al. (2007) et Fouillet et al. (2006) ont également constaté, respectivement à Vienne et en France, que les garçons de moins d'un an étaient plus à risque de décéder durant les vagues de chaleur comparativement à leurs homologues féminines. De plus, dans le cadre d'une étude réalisée en Afrique du Sud, Thompson et al. (2012) expliquent que les garçons représentent plus de la moitié des enfants de 13 ans et moins souffrant de maladies liées aux effets des changements climatiques. Dans la même lignée, nous émettons comme hypothèse que la prévalence des symptômes est plus élevée chez les garçons que chez les filles lors des vagues de chaleur. Dans le cadre de la revue de la littérature, nous avons expliqué l'ambiguïté autour des liens entre la vulnérabilité aux vagues de chaleur et le sexe de l'enfant. Néanmoins, une partie importante de la littérature sur la surmortalité des filles durant la période postnatale au Sahel ne prend pas en considération les hausses de température et évoque davantage des explications sociales (Barbieri, 1989; Fargues et Nassour, 1988; LeGrand et Mbacké, 1991; LeGrand et Mbacké, 1992).
- **Hypothèse 3.2:** Basagaña et al. (2011) expliquent que les nouveau-nés se présentent particulièrement vulnérables aux températures extrêmes puisque leurs mécanismes de thermorégulation ne sont pas encore matures. En Afrique du Sud, Thompson et al. (2012) ont également constaté que les enfants de zéro à deux ans sont plus susceptibles de manifester des problèmes de santé dus aux changements climatiques. Nous formulons l'hypothèse que la prévalence des symptômes est plus élevée chez les enfants plus jeunes que chez les enfants plus âgés lors des vagues de chaleur.
- **Hypothèse 3.3 :** En raison d'un manque d'expérience, les jeunes mères peuvent adopter des habitudes et des comportements moins favorables en ce qui a trait à l'administration des soins de santé maternelle et l'alimentation des nourrissons (LeGrand et Mbacké, 1993; Mascie-Taylor et Kaplan, 1993). Nous émettons comme hypothèse que les enfants

ayant une jeune mère présentent davantage de symptômes lors des vagues de chaleur comparativement aux enfants dont la mère est plus âgée.

## **Chapitre 2 : Contexte de l'étude**

Le Burkina Faso est entouré au nord et à l'ouest par le Mali, au nord-est par le Niger, au sud-est par le Bénin et au sud par le Togo, le Ghana et la Côte d'Ivoire. Le territoire national s'étend sur une superficie de 272 967 km<sup>2</sup> et possède une topographie avec peu de relief. Malgré l'absence de débouché sur la mer, trois fleuves drainent le pays soit le Mouhoun, le Nazinon et le Nakambé (INSD, 2012).

Le Burkina Faso constitue un pays intertropical situé dans la zone soudanienne touchée par deux saisons : la saison sèche et la saison des pluies. La saison sèche prend place de novembre à juin avec mars et avril comme mois les plus chauds. Durant ces mois, la température excède généralement en permanence les 40 °C. La saison pluvieuse dure quatre mois et a lieu de juillet à octobre. Ceci étant dit, une saison de transition se manifeste entre novembre et février, entre les saisons principales (INSD, 2012). L'étude du climat sur les dernières décennies illustre l'instauration d'un climat de plus en plus aride au pays. Ceci se manifeste par la diminution des pluies et l'augmentation des températures. Cette tendance climatique mène à des périodes de sécheresse qui se prolongent et à la désertification (PNUD, 2016).

En 2010, la population estimée du Burkina Faso était de 15 730 977 habitants (INSD, 2012). En 2012, 1 915 102 habitants vivaient dans la capitale de Ouagadougou (INSD, 2018). Selon le recensement général de la population et de l'habitat de 2006 (RGPH), la population résidente du Burkina Faso était constituée à 52 % de femmes et à 48 % d'hommes. À l'issue de ce même recensement, 77% de la population habitaient en milieu rural, alors que 23% habitaient en milieu urbain (INSD, 2012). La population du Burkina Faso se distingue par l'importante place que prend la jeunesse. En 2006, 57% de la population étaient âgés de 20 ans et moins (INSD, 2009). Encore en 2010, l'allure de la pyramide des âges faisait état de la jeunesse de la

population en raison de la forte fécondité et de la mortalité élevée au pays (INSD, 2012). Selon le Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) de 2006, l'Indice Synthétique de Fécondité (ISF) se situait à 6,2 enfants par femme. De plus, l'espérance de vie à la naissance a été estimée à 60,8 ans en 2017, tous sexes confondus (PNUD, 2018).

Les principales activités économiques dans la population active en 2017 sont l'agriculture, l'élevage et la pêche (79% des actifs occupés), suivis des services et du commerce (9%) et des artisans et ouvriers (7%) (INSD, 2018). Il convient néanmoins de mentionner que le Burkina Faso connaît une grande situation de pauvreté avec 65% de la population vivant en dessous du seuil national de pauvreté en 2017 (PNUD, 2018). Ceci se manifeste par un accès ardu aux services sociaux de base, le chômage, l'analphabétisme, des conditions d'habitat peu favorables, un statut de la femme peu avantageux et un niveau élevé de malnutrition (INSD, 2012). Le pays est ainsi classé 183<sup>e</sup> sur 189 pays selon l'Indice du Développement Humain (IDH) en 2017. L'IDH prend en considération dans son calcul, l'espérance de vie, l'accès à l'éducation et les conditions de vie (PNUD, 2018).

En outre, en 2010, 35 % des ménages de Ouagadougou demeuraient dans des quartiers informels (Bouba Djourdebbé et al., 2015). Dans les quartiers non lotis, les maisons sont souvent petites et leurs murs en banco. Le sol est en ciment et le toit recouvert de tôle (INSD, 2009). Elles ne sont constituées couramment que d'une seule pièce appelée « entrer-coucher » ou « case » d'environ 9 à 16 m<sup>2</sup>, où résident de nombreux habitants (Sory et al. 2014). Les quartiers non lotis accueillent surtout des jeunes familles à la recherche d'un logement abordable. Ces dernières souhaitent éventuellement devenir propriétaires de la terre et attendent une future vague de construction de lotissements formels dans l'espoir de pouvoir conserver leur installation (Dos Santos et Soura, 2014). De plus, le niveau d'instruction de la population est bas. Le recensement de 2006 montre que 71 % des Burkinabés de six ans et plus n'ont jamais été à l'école, 21 % ont un niveau primaire et 9 % ont un niveau secondaire ou plus haut (INSD, 2012). Similairement, en 2014, 56 % des hommes et 74% des femmes de 15 ans ou plus n'étaient pas alphabétisés (INSD, 2018).

En ce qui a trait aux langues pratiquées, la langue officielle du pays est le français. Parmi les langues nationales, le Mooré est la langue la plus utilisée (51% de la population burkinabée), suivis par le Fulfuldé (9%), le Goulmancéma (6%), le Dioula (5%), le Bissa (3%), etc. (INSD, 2009). En ce qui concerne l'appartenance religieuse, l'Islam est la religion la plus pratiquée au pays (61% de la population burkinabée). On retrouve ensuite la religion catholique (19%), la religion traditionnelle ou l'animisme (15 %) et la religion protestante (4 %). Très peu d'individus ne pratiquent aucune religion (0,4 %) (INSD, 2012).

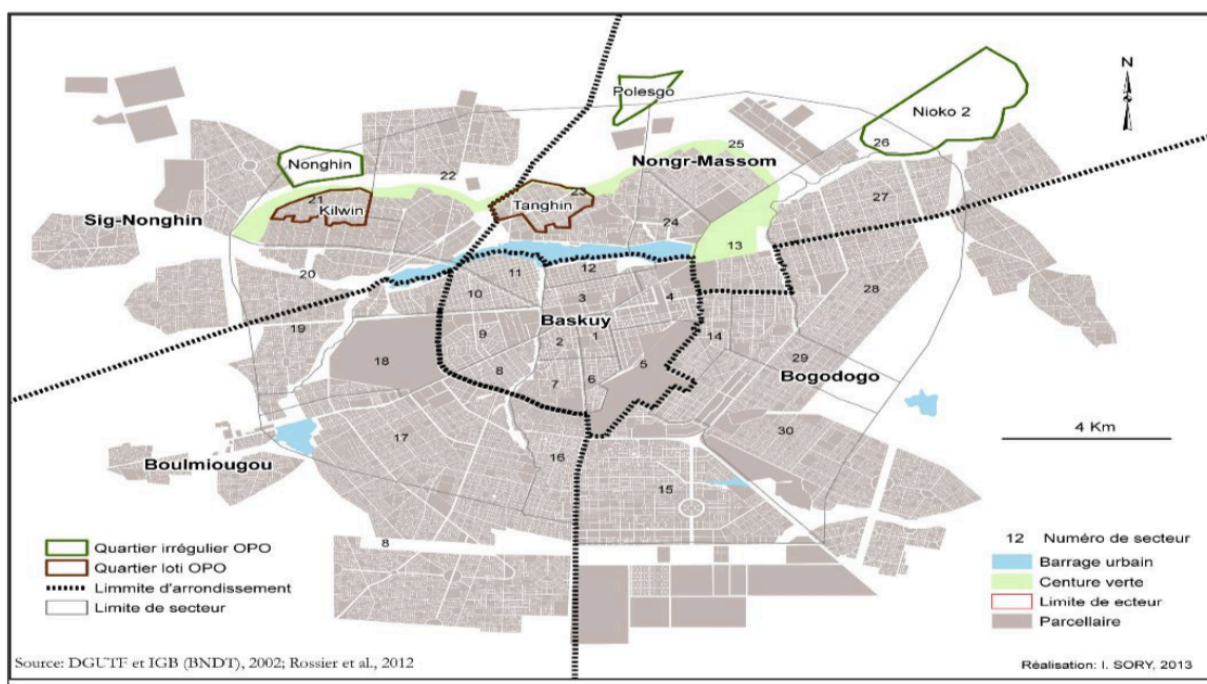
## **Chapitre 3 : Données, variables et méthodes**

### **3.1 Source de données**

Afin de mener à terme l'étude, Stéphanie Dos Santos nous a permis l'accès aux données recueillies par l'Observatoire de Population de Ouagadougou (OPO), dans le cadre du projet Alerte aux vagues de chaleur au Sahel et à leurs impacts sur la santé chez les enfants (ACASIS). Ce projet est coordonné par l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) et le questionnaire intitulé « Vulnérabilité et capacités d'adaptation de la population de l'OPO aux vagues de chaleur » a été développé par Stéphanie Dos Santos de l'IRD et Yacouba Compaoré de l'Institut Supérieur des Sciences de la Population (ISSP) de l'Université Joseph Ki-Zerbo de Ouagadougou. Le projet ACASIS vise à instaurer un système d'alerte aux vagues de chaleur adapté aux risques sanitaires du Burkina Faso et du Sénégal. Il vise la conception d'un système d'alerte basé sur des analyses statistiques et des enquêtes de terrain. Les données utilisées dans notre recherche ont été recueillies entre le 30 mars et le 26 mai 2017. Il est question d'une étude transversale avec quelques questions rétrospectives. En effet, quelques éléments abordés dans les questionnaires font état de la réalité des enquêtés au courant de la dernière année, des cinq années passées et des dix dernières années. De plus, cette enquête a été menée auprès d'un sous-échantillon aléatoire de 332 enfants de cinq ans et moins, habitant dans cinq quartiers de la périphérie nord de Ouagadougou et sélectionnés selon un tirage aléatoire statistiquement stratifié en fonction de la présence d'un enfant dans le ménage. Deux de ces quartiers (Kilwin

et Tanghin) sont lotis et trois ne le sont pas (Nioko 2, Polesgo et Nonghin) (Figure III). Il s'agit d'un échantillon non représentatif de Ouagadougou et de l'ensemble du pays. Cependant, il nous permet d'obtenir une bonne image des effets des vagues de chaleur dans les quartiers typiques en périphérie des villes au Burkina Faso. Les données ont été obtenues suite au passage d'enquêteur(trice)s qui ont administré eux-mêmes les questionnaires en face à face auprès des personnes concernées dans le ménage. Il s'agit d'un questionnaire par enfant auquel la mère a généralement répondu. La source de données dont nous avons accès regroupe une multitude de variables liées aux perceptions des vagues de chaleur, à l'état sanitaire, aux comportements, à l'environnement et aux profils sociodémographiques et économiques des répondants.

Figure III. Sites de l'Observatoire de Population de Ouagadougou (OPO)



Source: Observatoire de la Population Ouagadougou, 2010

### 3.1.1 Limites des données

La première limite concerne la non-représentativité statistique de la ville de Ouagadougou. Les données de l'Observatoire de Population de Ouagadougou (OPO) se penchent sur cinq quartiers de la ville (Figure III). Ces quartiers possèdent des caractéristiques

démographiques, socio-économiques et d'habitats qui leur sont propres. Ils sont d'ailleurs tous situés au nord de la ville, secteur généralement moins favorisé que le sud. Les données sont néanmoins représentatives de l'OPO puisqu'elles ont été récoltées selon un tirage aléatoire statistiquement stratifié en fonction de la présence d'un enfant dans le ménage.

Les faiblesses de cette analyse comprennent également la taille relativement petite de l'échantillon (332 enquêtés), ce qui diminue la puissance statistique des tests et la précision des résultats. En outre, dans le cas de certaines variables indépendantes, les catégories ont été regroupées en différentes modalités dans l'objectif de distinguer les enquêtés et de simplifier la lecture de l'information. Ceci peut toutefois affaiblir la précision des estimations. Il s'agit également de données transversales et rétrospectives. Ceci signifie que nous n'obtenons qu'un portrait instantané de la population et il devient ainsi impossible d'établir les effets de causalité. Les données ne nous donnent pas l'opportunité d'évaluer si une circonstance entraîne une autre. Elles permettent toutefois d'identifier les liens significatifs entre un événement et les caractéristiques sociodémographiques de différentes populations. D'ailleurs, les données disponibles ne nous donnent pas accès à l'apparition des problèmes de santé selon le mois. La question posée aux mères ne précise pas le mois de l'année en particulier; la répondante déclare ce qui, pour elle, a représenté « un épisode de très forte chaleur ». Il est impossible, dans de telles circonstances, de comparer l'apparition du symptôme selon le mois afin de différencier les mois très chauds aux mois les plus frais. L'effet net des vagues de chaleur est ainsi plus difficile à cerner. De plus, nous croyons qu'il peut exister des biais de rappel dans les données puisque certaines questions font référence au passé. En ce sens, il aurait été possible pour la mère de surestimer ou de sous-estimer rétrospectivement la fréquence des symptômes lors des vagues de chaleur. Dans la même lignée, il s'introduit un biais de perception dû au fait que l'évènement est déclaré par une tierce personne. En effet, les symptômes ne sont pas déclarés par les enfants eux-mêmes, mais plutôt par leurs mères. Il serait néanmoins inapproprié d'adresser la question aux enfants puisqu'ils sont trop jeunes et auraient sans doute moins de chance de se rappeler des événements. Selon Charasse (1999), les déclarations des mères peuvent également être biaisées par plusieurs facteurs, dont le revenu, l'éducation, l'appartenance ethnique et une capacité socio-économique à entrer sur le marché des soins. À



partir de l'information verbale ou non verbale transmise par l'enfant, la mère procède à une lecture pouvant influencer la nature de l'information fournie. Ceci constitue un traitement cognitif pouvant modifier la réponse donnée à l'enquêteur. De plus, dans notre échantillon, seuls les enfants en vie lors de l'enquête ont été pris en considération. Tenant compte que les vagues de chaleur peuvent entraîner la mort, nous considérons qu'il peut exister un biais de sélection (des plus résistants qui sont restés en vie). Il est ainsi impossible d'affirmer avec certitude qu'il y a indépendance entre le fait d'être en vie et les symptômes apparaissant chez l'enfant lors des vagues de chaleur.

## 3.2 Spécification des variables

Dans les prochaines sections, nous décrivons les variables sélectionnées.

### 3.2.1 Variable dépendante

La variable à expliquer est la prévalence des symptômes chez l'enfant lors des vagues de chaleur.

- *Prévalence des symptômes chez l'enfant lors des vagues de chaleur* : Cette variable constitue l'unique variable dépendante sélectionnée et fait état de la prévalence des symptômes présentés chez l'enfant lors des vagues de chaleur. Les mères ont répondu à la question suivante : « Durant les périodes de très forte chaleur, l'enfant a-t-il souffert de : a) Gonflements des mains et des pieds, b) Fièvre, c) Très fort mal de tête, etc. » Parmi les principaux, la description brute de la variable donne les pourcentages suivants (Tableau I) : la sensation de soif intense (chez 47,6% des enfants), la forte transpiration (40,9%), la difficulté à dormir la nuit (33,3%), les boutons sur la peau (32,7%) et la fièvre (27,6%). La mère a donc fait état des problèmes de santé apparaissant de façon importante chez l'enfant lors des vagues de chaleur. Il s'agit d'une observation rétrospective relatant l'expérience habituelle ou ponctuelle de l'enfant lors des vagues de chaleur passées. Nous utilisons cette question afin d'analyser la sévérité de l'effet des vagues de chaleur sur la santé de l'enfant. Nous recodifions la variable en une variable qualitative ordinaire avec les modalités suivantes : « 0 symptôme », « 1 à 2 symptômes

», « 3 symptômes et plus » (Tableau I). Lorsque moins de 10 mères ont déclaré un symptôme, nous ne tenons pas compte de ce symptôme dans les analyses (c.-à-d. les problèmes auditifs, les bourdonnements aux oreilles, la douleur à la poitrine, le pouls faible, les battements du cœur faibles, le gonflement des mains et des pieds, les crampes musculaires, les vomissements ainsi que le pouls rapide et fort). Nous avons également considéré l'option de réaliser une variable dépendante dichotomique avec les modalités : « 0 symptôme » et « 1 symptôme ou plus ». Cependant, 84,6% des enfants se retrouvent dans la modalité « 1 symptôme ou plus », ce qui offre peu de nuance. Nous avons donc décidé de rejeter cette option.

### **3.2.2 Variables indépendantes**

Les variables indépendantes doivent détenir un pouvoir explicatif sur la variable dépendante, posséder une certaine variance et ainsi discriminer la position des enfants. De plus, certaines variables sélectionnées ne se retrouvent pas dans les hypothèses, mais permettent toutefois de contextualiser et de nuancer les résultats.

Tableau I. Statistiques descriptives de la variable dépendante et des variables indépendantes

| <b>Variables</b>   | <b>Effectifs</b> | <b>Fréquences (%)</b> |
|--|------------------|-----------------------|
| <b>Prévalence des symptômes chez l'enfant lors des vagues de chaleur</b>               |                  |                       |
| 0 symptôme   | 51               | 15,5                  |
| 1 à 2 symptômes  | 130              | 39,4                  |
| 3 symptômes et plus  | 149              | 45,2                  |
| <b>Nombre de cas manquants</b>   | 2                |                       |
| <b>Effectif total</b>  | 332              |                       |
| <b>Type de toit dans la chambre de l'enfant</b>  |                  |                       |
| Tôle galvanisé / Métal / Fer-blanc / Zinc  | 271              | 82,9                  |
| Zinc (métal) + paille ou faux plafond ou Ciment / Béton (dalle)                        | 56               | 17,1                  |
| <b>Nombre de cas manquants</b>   | 5                |                       |
| <b>Effectif total</b>  | 332              |                       |
| <b>Meilleur équipement de rafraîchissement à disposition</b>                           |                  |                       |
| Ventilateur ou climatiseur   | 95               | 28,9                  |
| Éventail   | 110              | 33,4                  |
| Aucun parmi ces choix  | 124              | 37,7                  |
| <b>Nombre de cas manquants</b>   | 3                |                       |
| <b>Effectif total</b>  | 332              |                       |
| <b>Type de quartier</b>  |                  |                       |
| Lotis  | 78               | 23,5                  |
| Non lotis  | 254              | 76,5                  |
| <b>Nombre de cas manquants</b>   | 0                |                       |
| <b>Effectif total</b>  | 332              |                       |
| <b>Niveau d'éducation de la mère</b>   |                  |                       |
| Aucune éducation   | 201              | 61,1                  |
| Niveau d'éducation élémentaire ou plus haut  | 128              | 38,9                  |
| <b>Nombre de cas manquant</b>  | 3                |                       |
| <b>Effectif total</b>  | 332              |                       |
| <b>Aide supplémentaire apportée aux très jeunes enfants lors des vagues de chaleur</b> |                  |                       |
| Aide supplémentaire apportée   | 259              | 79,7                  |
| Absence d'aide supplémentaire apportée   | 66               | 20,3                  |
| <b>Nombre de cas manquants</b>   | 7                |                       |
| <b>Effectif total</b>  | 332              |                       |
| <b>Surveillance d'un adulte</b>  |                  |                       |
| Enfant parfois laissé à lui-même   | 163              | 49,7                  |
| Enfant jamais laissé à lui-même  | 165              | 50,3                  |
| <b>Nombre de cas manquants</b>   | 4                |                       |
| <b>Effectif total</b>  | 332              |                       |
| <b>Modification de l'heure de l'activité lors des vagues de chaleur</b>                |                  |                       |
| Modifie l'heure de l'activité  | 103              | 31,7                  |
| Ne modifie pas l'heure de l'activité   | 222              | 68,3                  |
| <b>Nombre de cas manquants</b>   | 7                |                       |
| <b>Effectif total</b>  | 332              |                       |

| <b>Augmentation du nombre de douches ou de bains lors des vagues de chaleur</b> |     |      |
|---|-----|------|
| Augmente le nombre de douches ou de bains                                       | 263 | 79,7 |
| N'augmente pas le nombre de douches ou de bains                                 | 67  | 20,3 |
| <b>Nombre de cas manquants</b>  | 2   |      |
| <b>Effectif total</b>   | 332 |      |
| <b>Âge de la mère</b>   |     |      |
| 24 ans et moins   | 39  | 11,7 |
| 25 à 29 ans   | 99  | 29,8 |
| 30 à 34 ans   | 112 | 33,7 |
| 35 à 39 ans   | 55  | 16,6 |
| 40 ans et plus  | 27  | 8,1  |
| <b>Nombre de cas manquants</b>  | 0   |      |
| <b>Effectif total</b>   | 332 |      |
| <b>Sexe de l'enfant</b>   |     |      |
| Fille   | 170 | 51,5 |
| Garçon  | 160 | 48,5 |
| <b>Nombre de cas manquants</b>  | 2   |      |
| <b>Effectif total</b>   | 332 |      |
| <b>Âge de l'enfant</b>  |     |      |
| Moins de 12 mois  | 15  | 4,5  |
| 1 an  | 51  | 15,5 |
| 2 ans   | 102 | 30,9 |
| 3 ans   | 83  | 25,2 |
| 4 ans   | 70  | 21,2 |
| 5 ans   | 9   | 2,7  |
| <b>Nombre de cas manquants</b>  | 2   |      |
| <b>Effectif total</b>   | 332 |      |

Source : *Projet ACASIS de l'OPO, 2017 et nos calculs*

### 3.2.2.1 Variables d'intérêt associées au concept de vulnérabilité

Le cadre conceptuel de Turner et al. a servi de base au choix des variables d'intérêt associées au concept de vulnérabilité. Chaque variable sélectionnée renvoie à une composante de la vulnérabilité.

#### **Exposition**

- *Type de toit dans la chambre de l'enfant* : Tel que précédemment discuté, l'isolation du plafond et sa qualité semblent avoir un effet bénéfique global sur la surchauffe de l'habitation (Zuo et al., 2015). Nous tenterons d'établir si ceci s'applique dans le cadre de cette étude. Plus de la majorité des enfants ont comme toit de chambre de la tôle galvanisée / métal / fer-blanc / zinc (82,9%), 16,2% ont du zinc (métal) avec de la paille

ou un faux plafond et 0,9% ont du ciment / béton (dalle). Considérant le faible pourcentage d'enfants ayant un toit de ciment / béton (dalle) dans leur chambre, nous combinons cette modalité à celle du zinc (métal) avec de la paille ou du faux plafond. Nous choisissons cette dernière modalité en raison de la proximité socio-économique associée à l'addition de la paille / du faux plafond pour l'isolement et à l'obtention d'un toit en ciment / béton (dalle). Bien souvent, plus l'enfant est jeune, plus il a de chance de dormir dans la même chambre que la mère. Toutefois, ceci n'est pas toujours le cas, particulièrement lorsque l'enfant grandit (Tableau I).

- *Meilleur équipement de rafraîchissement à disposition*: La disposition d'un équipement de rafraîchissement est considérée comme une variable d'exposition puisqu'elle constitue un moyen efficace de prévention lors des vagues de chaleur. Bien que cette variable soit fortement corrélée au profil socio-économique et à la résilience, elle est constituante de l'exposition puisqu'elle fait partie des conditions environnementales du ménage. Les composantes de la vulnérabilité sont intimement liées, ce qui justifie la complexité de la sélection des variables dans chaque composante. Les mères ont identifié les équipements à leur disposition afin de se rafraîchir en période de très forte chaleur. Elles avaient le choix d'identifier la possession d'un ou de plusieurs équipements de rafraîchissement : « climatiseur », « ventilateur », « éventail », « aucun » et « autre ». Afin de créer cette variable, nous avons décidé de favoriser la disposition de certains équipements de rafraîchissement. Du plus favorable au moins favorable, nous retrouvons le climatiseur, le ventilateur et l'éventail. Par exemple, la réponse d'une mère mentionnant avoir un ventilateur et un éventail sera enregistrée dans la modalité « ventilateur ». Pour ce qui est de la catégorie « autre », les trois répondantes de cette catégorie ont été mises dans la catégorie « aucun ». Lorsque la répondante indiquait posséder un autre moyen de rafraîchissement, elle devait préciser et mentionner de quoi il s'agissait. Or, deux de ces répondantes ne l'ont pas fait et la troisième a mentionné posséder un pagne constituant un vêtement léger. Ce sont 0,9% des mères qui ont mentionné posséder un climatiseur, 28,0% ont un ventilateur, 33,4% des mères disent utiliser un éventail et 37,7% affirment n'avoir aucun de ces équipements (Tableau I). De plus, considérant la faible proportion de ménages ayant à leur disposition un climatiseur,

nous décidons de combiner la catégorie « climatiseur » avec celle du « ventilateur ». Le climatiseur et le ventilateur sont des équipements électriques et nécessitent tous deux l'accès à l'électricité.

## **Sensibilité**

La sensibilité se divise en deux sous-composantes soit le profil socio-économique et la supervision de l'enfant.

Profil socio-économique :

- *Type de quartier* : La variable du type de quartier permet d'étudier le niveau de vie du ménage. Les quartiers non lotis connaissent un déficit en ressources de base. Les comportements, les attitudes et l'importance accordée aux soins de santé varient aussi selon les types de quartiers (Bouba Djourdebbé et al., 2015). Près du quart des enfants de l'échantillon vivent dans des quartiers lotis (23,5%) et plus du trois quarts des enfants vivent dans des quartiers non lotis (76,5%) (Tableau I).
- *Niveau d'instruction de la mère* : Cette variable permet d'étudier le profil socio-économique du ménage. Tel que discuté dans la revue de la littérature, le niveau d'instruction de la mère joue sur le revenu de la famille et l'acquisition des connaissances en matière de santé (Charasse, 1999). Cette variable était initialement codée selon les catégories suivantes : « aucun » (60,7%), « élémentaire » (13,5%), « moyen » (12,0%), « secondaire » (12,3%) et « supérieur » (0,6%). Considérant la faible présence de mères scolarisées, la variable a été recodée en deux modalités. Les nouvelles modalités sont : « sans instruction » (61,1%) et « niveau élémentaire ou plus haut » (38,9%) (Tableau I).

Supervision de l'enfant :

- *Aide supplémentaire apportée aux très jeunes enfants lors des vagues de chaleur* : On cherche ici à étudier l'attention de la mère pour les très jeunes enfants et savoir si la mère se mobilise en période de très forte chaleur pour apporter une aide particulière aux très jeunes enfants afin de lutter contre la chaleur. Le plus souvent, l'aide supplémentaire

apportée est de donner à boire à l'enfant, de le rincer et de le surveiller afin qu'il n'aille pas au soleil. La mère a répondu à la question suivante : « Faites-vous quelque chose en période de très forte chaleur pour aider les très jeunes enfants à lutter contre la chaleur ? » Plus de la majorité d'entre elles ont répondu apporter de l'aide supplémentaire (79,7%) contre 20,3% des mères ayant affirmé le contraire (Tableau I).

- *Surveillance d'un adulte* : Cette variable manifeste l'attention accordée à l'enfant. Les mères ont répondu à la question : « Arrive-t-il que l'enfant soit laissé à lui-même pendant un moment (sans surveillance d'un adulte) ? » Cette variable est étroitement liée à l'âge de l'enfant puisque plus un enfant est âgé, moins il a de chance d'être surveillé en permanence par un adulte. Nous devons alors considérer l'âge lors de l'analyse de la variable. La moitié des répondantes a mentionné laisser l'enfant à lui-même pendant un moment (49,7%) et l'autre a affirmé l'opposé (50,3%) (Tableau I).

## **Résilience**

Dans cette composante de la vulnérabilité, nous nous intéressons aux moyens adoptés au quotidien afin de s'adapter aux vagues de chaleur. Les principaux comportements sont de boire davantage d'eau, de prendre davantage de douches ou de bains, d'éviter le soleil, de changer sa façon de s'habiller, de modifier les activités ou les heures des activités, ainsi que d'utiliser un ventilateur ou un éventail. L'eau fraîche en période de très forte chaleur constitue un moyen de prévention et d'adaptation afin de supporter la chaleur. Cependant, les statistiques descriptives de la variable « mesure adoptée pour l'obtention d'eau fraîche » montrent que le quart des répondantes n'ont pas de préférence quant à la fraîcheur de l'eau, ce qui rendrait l'interprétation de la variable complexe. Nous optons donc pour les variables « modification de l'heure de l'activité lors des vagues de chaleur » et « augmentation du nombre de douches ou de bains lors des vagues de chaleur » puisqu'elles discriminent les répondantes et correspondent à des comportements d'adaptation régulièrement adoptés.

- *Modification de l'heure de l'activité lors des vagues de chaleur* : Cette variable indique si la mère change l'heure de l'activité lors de périodes très chaudes. Cette information est particulièrement intéressante afin de cerner l'effort mobilisé par la mère afin d'éviter le soleil. Cet effort de résilience constitue un comportement d'adaptation manifestant

une conscience des risques. Ce sont 31,7% des mères qui ne modifieraient pas l'heure de l'activité contre 68,3% des mères affirmant le contraire (Tableau I).

- *Augmentation du nombre de douches ou de bains lors des vagues de chaleur :* L'augmentation du nombre de douches ou de bains constitue l'un des moyens d'adaptation les plus utilisés afin de se rafraîchir lors des vagues de chaleur. Cette habitude offre à l'individu un rafraîchissement immédiat. La mère a répondu à la question suivante : « En période de très forte chaleur, vous arrive-t-il d'augmenter le nombre de douches ou de bains que vous prenez ? » Cette variable ne nous offre pas l'opportunité d'observer les comportements d'adaptation administrés à l'enfant. Néanmoins, elle nous permet d'étudier les comportements de résilience adoptés par et pour la mère. Ce sont 79,7% des mères qui augmentent le nombre de douches ou de bains lors des vagues de chaleur et 20,3% des mères qui affirment le contraire (Tableau I).

### **3.2.2.2 Variables d'intérêt associées aux caractéristiques de la mère, du ménage et de l'enfant**

Les prochaines variables d'intérêt introduites sont liées à la vulnérabilité, mais n'en font pas partie. Elles relèvent des conditions biologiques de la mère et de l'enfant et ne correspondent pas aux définitions établies de l'exposition, de la sensibilité et de la résilience. Elles permettent d'ailleurs de répondre aux hypothèses de recherche et contribuent à identifier la population à risque.

#### **Caractéristiques de la mère et du ménage**

Les caractéristiques de la mère et du ménage que nous souhaitons analyser incluent l'âge de la mère, le type de quartier de résidence et le niveau d'instruction de la mère. Les deux dernières variables font partie de la composante de la sensibilité du cadre conceptuel de la vulnérabilité et représentent des caractéristiques socio-économiques du ménage. L'âge de la mère sera ajouté à l'étude afin d'analyser l'hypothèse 3.3.



- *Âge de la mère* : Nous pourrions établir si cette variable affecte l'exposition de l'enfant, la supervision de l'enfant et l'adaptation. Les mères âgées de 24 ans et moins représentent 11,7% des mères de l'échantillon, pour les mères de 25 à 29 ans ce pourcentage augmente à 29,8%, les mères de 30 à 34 ans regroupent 33,7% de l'échantillon, pour les mères de 35 à 39 ans ce pourcentage est de 16,6% et les mères de 40 ans et plus représentent 8,1% de l'échantillon (Tableau I).

### **Caractéristiques de l'enfant**

Nous sélectionnons le sexe et l'âge de l'enfant comme principales caractéristiques de l'enfant.

- *Sexe de l'enfant* : Tel qu'abordé dans la revue de la littérature, le sexe de l'enfant est l'une des variables susceptibles d'influencer la santé des enfants lors des vagues de chaleur (Basagaña et al., 2011; Fouillet et al., 2006; Hutter et al., 2007). Au sein de l'échantillon, près de la moitié des enfants étudiés sont des filles (51,5%) et l'autre des garçons (48,5%) (Tableau I).
- *Âge de l'enfant* : L'âge est une variable déterminante de la santé des enfants. Les très jeunes enfants semblent être particulièrement fragiles lors des vagues de chaleur (Basagaña et al., 2011). Les enfants de moins d'un an représentent 4,5% de l'échantillon, ceux âgés de 1 an constituent 15,5%, ceux de 2 ans 30,9%, de 3 ans 25,2%, de 4 ans 21,2% et le pourcentage de ceux de 5 ans est égal à 2,7% de l'ensemble des enfants (Tableau I).

En somme, la variable dépendante cumule un ensemble de symptômes chez l'enfant lors des vagues de chaleur et permet d'analyser l'occurrence de ces symptômes. Pour les variables indépendantes, nous retrouvons tout d'abord les variables d'intérêt associées au concept de vulnérabilité qui permettent d'étudier les différentes composantes de la vulnérabilité (exposition, sensibilité et résilience). Nous retrouvons ensuite les variables d'intérêt associées aux caractéristiques de la mère, du ménage et de l'enfant qui comprennent deux variables

associées au concept de la vulnérabilité (incorporées plus tôt) et des variables liées aux conditions biologiques de la mère et de l'enfant.

### **3.3 Méthodes descriptives et explicatives**

#### **3.3.1 Test de multicollinéarité**

Il peut survenir un problème de multicollinéarité lorsque certaines variables indépendantes dans un modèle sont corrélées. Une multicollinéarité parfaite se manifeste lorsque les coefficients des modèles sont indéterminés et leurs variances infinies. Quant à la multicollinéarité partielle, elle peut complexifier la différenciation des effets des variables indépendantes corrélées, biaiser les coefficients et modifier les écarts-types, ce qui amoindrit la qualité des résultats (Cahuzac et Bontemps, 2008).

Des problèmes de multicollinéarité entre les variables indépendantes peuvent apparaître lors de l'étude de la structure des corrélations entre les variables. La commande « collin » sur Stata, exécutée pour l'ensemble des variables indépendantes, nous permet d'identifier les facteurs d'inflation de la variance (VIF ou Variance Inflation Factor). On repère généralement un problème de multicollinéarité lorsque la valeur du VIF est égale ou supérieure à 5. Un indice ayant une valeur entre 1 à 5 est modérément corrélé et un indice de 1 signifie qu'il n'y a pas de corrélation entre les variables (Daoud, 2009).

Selon les résultats du test de multicollinéarité (Tableau II), aucune variable ne se rapproche d'un VIF égal ou supérieur à 5. Il est ainsi possible de croire que la multicollinéarité entre les variables indépendantes retenues reste faible.

Tableau II. Facteurs d'inflation de la variance (VIF) selon différentes variables étudiées, test de multicolinéarité sur les variables indépendantes

| Variables   | VIF  |
|---|------|
| Type de toit dans la chambre de l'enfant  | 1,15 |
| Meilleur équipement de rafraîchissement à disposition                           | 1,32 |
| Type de quartier  | 1,16 |
| Niveau d'éducation de la mère   | 1,12 |
| Aide supplémentaire apportée aux très jeunes enfants lors des vagues de chaleur | 1,11 |
| Surveillance d'un adulte  | 1,45 |
| Modification de l'heure de l'activité lors des vagues de chaleur                | 1,05 |
| Augmentation du nombre de douches ou de bains lors des vagues de chaleur        | 1,13 |
| Âge de la mère  | 1,07 |
| Sexe de l'enfant  | 1,06 |
| Âge de l'enfant   | 1,21 |

Légende : VIF: Variance Inflation Factor ou facteur d'inflation de la variance.

Source : *Projet ACASIS de l'OPO, 2017 et nos calculs.*

Bien que la multicolinéarité des variables indépendantes soit faible selon les résultats du Tableau II, considérant la petite taille de l'échantillon, nous dressons une matrice de corrélation entre les variables indépendantes (Tableau III). Celle-ci permet d'étudier les liaisons entre les variables. Les résultats montrent des corrélations modérées (valeur du coefficient située autour de 0,30) entre la surveillance d'un adulte et deux variables soit l'âge de l'enfant et le type de toit dans la chambre de l'enfant, mais aussi entre le meilleur équipement de rafraîchissement à disposition et le type de quartier. Toutefois, l'ensemble des coefficients de corrélations trouvés sont inférieurs à 0,5 ou supérieurs à -0,5 et montrent que les liaisons entre les variables sont faibles. Ainsi, ces variables sont conservées comme variables indépendantes dans l'élaboration des modèles de régression.

Tableau III. Matrice de corrélation entre les variables indépendantes

|   | Type de toit dans la chambre de l'enfant | Meilleur équipement de rafraîchissement à disposition | Type de quartier | Niveau d'éducation de la mère | Aide supplémentaire apportée aux très jeunes enfants | Surveillance d'un adulte | Modification de l'heure de l'activité | Augmentation du nombre de douches ou de bains | Âge de la mère | Sexe de l'enfant | Âge de l'enfant |
|---|--|---|------------------|-------------------------------|--|--------------------------|---------------------------------------|---|----------------|------------------|-----------------|
| Type de toit dans la chambre de l'enfant              | 1,0000                                   |   |                  |                               |  |                          |                                       |   |                |                  |                 |
| Meilleur équipement de rafraîchissement à disposition | 0,1503                                   | 1,0000  |                  |                               |  |                          |                                       |   |                |                  |                 |
| Type de quartier                                      | -0,1093                                  | -0,3400   | 1,0000           |                               |  |                          |                                       |   |                |                  |                 |
| Niveau d'éducation de la mère                         | 0,0577                                   | 0,2893  | -0,1178          | 1,0000                        |  |                          |                                       |   |                |                  |                 |
| Aide supplémentaire apportée aux très jeunes enfants  | -0,1193                                  | -0,1982   | 0,0387           | -0,0315                       | 1,0000   |                          |                                       |   |                |                  |                 |
| Surveillance d'un adulte                              | 0,2756                                   | 0,1281  | -0,0780          | -0,0179                       | -0,2541  | 1,0000                   |                                       |   |                |                  |                 |
| Modification de l'heure de l'activité                 | -0,0936                                  | -0,0878   | -0,0131          | -0,0224                       | 0,0897   | 0,0246                   | 1,0000                                |   |                |                  |                 |
| Augmentation du nombre de douches ou de bains         | -0,1011                                  | -0,1387   | 0,1163           | 0,0584                        | 0,0762   | -0,2605                  | 0,1113                                | 1,0000  |                |                  |                 |
| Âge de la mère  | 0,0521                                   | -0,0995   | 0,0045           | -0,0329                       | 0,0643   | -0,1437                  | 0,0022                                | 0,1359  | 1,0000         |                  |                 |
| Sexe de l'enfant                                      | -0,0816                                  | -0,0142   | -0,0807          | 0,0201                        | 0,0126   | 0,1260                   | 0,1247                                | -0,0262                                       | -0,0416        | 1,0000           |                 |
| Âge de l'enfant                                       | 0,0047                                   | 0,0305  | 0,0327           | -0,0465                       | 0,0867   | -0,3608                  | -0,0386                               | 0,0372  | 0,1672         | -0,0896          | 1,0000          |

Source : *Projet ACASIS de l'OPO, 2017 et nos calculs.*

Le calcul des facteurs d'inflation de la variance (Tableau IV) et la matrice de corrélation (Tableau V) permettent également d'observer la force des liaisons entre les symptômes (variable dépendante). Similairement, les facteurs d'inflation de la variance (Tableau IV) sont bas (autour de 1,0) et indiquent une multicolinéarité faible entre les symptômes de santé.

Tableau IV. Facteurs d'inflation de la variance (VIF) selon différentes variables étudiées, test de multicolinéarité sur les symptômes chez l'enfant de cinq ans et moins lors des vagues de chaleur à Ouagadougou

| <b>Variables</b>                  | <b>VIF</b> |
|-----------------------------------|------------|
| Fièvre                            | 1,15       |
| Très fort mal de tête             | 1,23       |
| Forte transpiration               | 1,39       |
| Faiblesse et fatigue inhabituelle | 1,17       |
| Difficulté à dormir la nuit       | 1,32       |
| Peau sèche, froideur de la peau   | 1,06       |
| Vertiges, perte d'équilibre       | 1,02       |
| Maux de ventre, diarrhée          | 1,06       |
| Sensation de soif intense         | 1,06       |
| Perte d'appétit                   | 1,18       |
| Pli cutané, boutons sur la peau   | 1,24       |
| Peu ou pas d'urine                | 1,11       |

Légende : VIF: Variance Inflation Factor ou facteur d'inflation de la variance.

Source : *Projet ACASIS de l'OPO, 2017 et nos calculs.*

De plus, les coefficients de corrélation entre les symptômes ne se retrouvent pas au-dessus de 0,5 ou en dessous de -0,5 (Tableau V). Il n'y a donc pas de relation forte entre ces symptômes. Toutefois, nous avons identifié une corrélation modérée entre les difficultés à dormir la nuit et les fortes transpirations (valeur du coefficient de 0,4459).

Tableau V. Matrice de corrélation entre les symptômes chez l'enfant de cinq ans et moins lors des vagues de chaleur à Ouagadougou

|  | Fièvre  | Très fort mal de tête | Forte transpiration | Faiblesse et fatigue inhabituelle même au repos | Difficultés à dormir la nuit | Peau sèche | Vertiges, perte d'équilibre | Maux de ventre, diarrhée | Sensation de soif intense (bouche sèche) | Perte d'appétit | Boutons sur la peau | Peu ou pas d'urine / Urine très concentrée |
|--|---------|-----------------------|---------------------|---|------------------------------|------------|-----------------------------|--------------------------|--|-----------------|---------------------|--|
| Fièvre                                     | 1,0000  |                       |                     |   |                              |            |                             |                          |  |                 |                     |  |
| Très fort mal de tête                      | -0,0759 | 1,0000                |                     |   |                              |            |                             |                          |  |                 |                     |  |
| Forte transpiration                        | 0,0978  | 0,2885                | 1,0000              |   |                              |            |                             |                          |  |                 |                     |  |
| Faiblesse et fatigue inhabituelle même     | -0,1344 | 0,2176                | 0,1863              | 1,0000  |                              |            |                             |                          |  |                 |                     |  |
| Difficultés à dormir la nuit               | 0,1542  | 0,1403                | 0,4459              | 0,1285  | 1,0000                       |            |                             |                          |  |                 |                     |  |
| Peau sèche                                 | 0,0281  | 0,0340                | 0,1126              | 0,0227  | 0,0564                       | 1,0000     |                             |                          |  |                 |                     |  |
| Vertiges, perte d'équilibre                | -0,1006 | -0,0413               | 0,0201              | 0,0009  | -0,0664                      | -0,0104    | 1,0000                      |                          |  |                 |                     |  |
| Maux de ventre, diarrhée                   | 0,1321  | -0,0051               | -0,0058             | 0,0684  | 0,0441                       | 0,1103     | 0,0343                      | 1,0000                   |  |                 |                     |  |
| Sensation de soif intense (bouche sèche)   | 0,1700  | 0,0265                | 0,1042              | -0,0170   | 0,1132                       | 0,0745     | -0,0227                     | 0,1035                   | 1,0000                                   |                 |                     |  |
| Perte d'appétit                            | 0,0465  | 0,2607                | 0,1223              | -0,1370   | 0,0772                       | 0,0799     | -0,0100                     | 0,0946                   | 0,0572                                   | 1,0000          |                     |  |
| Boutons sur la peau                        | 0,2217  | 0,0097                | 0,1485              | -0,0613   | 0,1946                       | 0,1544     | 0,0015                      | 0,0272                   | 0,0871                                   | -0,0895         | 1,0000              |  |
| Peu ou pas d'urine / Urine très concentrée | 0,0313  | 0,0195                | -0,0047             | -0,0042   | -0,0524                      | 0,0703     | -0,0040                     | 0,0301                   | -0,0769                                  | -0,0173         | 0,2674              | 1,0000                                     |

Source : *Projet ACASIS de l'OPO, 2017 et nos calculs.*

La prochaine section fait état des méthodes de recherche descriptives et explicatives réalisées dans le cadre de ce mémoire. La méthodologie retenue repose sur l'analyse bivariée, l'analyse factorielle et la régression logistique ordinaire.

### **3.3.2 Analyse bivariée**

Nous effectuons tout d'abord des analyses bivariées entre le type de quartier et deux variables soit le niveau d'éducation et l'âge de la mère. Ensuite, nous étudions les associations entre les variables indépendantes et la prévalence des symptômes lors des vagues de chaleur. Ceci implique la réalisation de tableaux de fréquences avec des tests de chi-2. Considérant la faible taille de l'échantillon, nous établissons que la valeur de P doit être inférieure à 10 % afin d'être considérée significative.

### **3.3.3 Analyse factorielle**

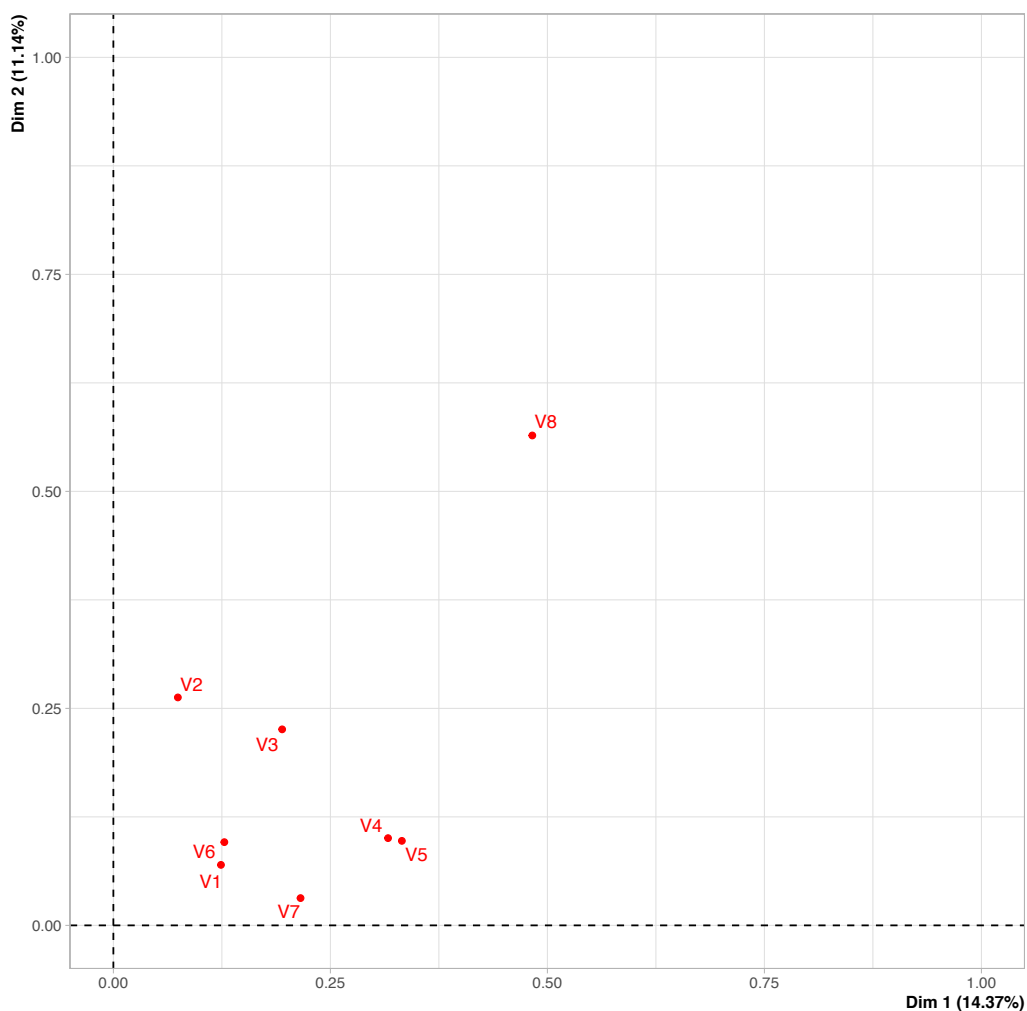
L'analyse factorielle fait partie de la famille de l'analyse multivariée et constitue un outil statistique descriptif permettant de guider la recherche. L'objectif de cette méthode est d'expliquer la plus grande variance possible selon un nombre limité de composantes. Nous utiliserons plus spécifiquement l'analyse des correspondances multiples (ACM) puisque nous souhaitons étudier l'association entre plusieurs variables de natures catégorielles. Le graphique de l'ACM forme un nuage de points représentant les modalités des variables. La représentation de ces points sur les axes et la proximité ou la distance entre les points indique la similitude ou l'écart entre ces valeurs. L'emplacement des points offre une visualisation du tableau de données et illustre les facteurs descriptifs principaux. Nous pouvons ainsi établir les regroupements d'individus selon la proximité et l'emplacement des valeurs des variables dans le graphique et dresser un portrait descriptif des particularités qui différencient les enfants (Durand, 2005).

Il convient toutefois de souligner les limites de cette approche. Elle nous permet d'établir les similarités entre les modalités, mais nous ne pouvons pas distinguer par quel mécanisme cette similitude se crée. Elle ne prédit pas l'existence ou la portée de l'influence d'une variable

sur une autre (Duval, 2013). D'ailleurs, une variable intégrée dans l'analyse factorielle doit idéalement déterminer fortement qu'une seule dimension (ou axe). Une variable corrélée à plusieurs dimensions constitue une variable complexe. Celle-ci détient une saturation factorielle de 0,30 ou plus avec plusieurs dimensions. Ainsi les résultats de cette variable mettent en jeu plusieurs facteurs. La variable du meilleur équipement de rafraîchissement à disposition constitue une variable complexe dans l'analyse factorielle réalisée. Ceci signifie que les réponses de la variable interpellent plus d'un concept. De telles variables peuvent être conservées ou supprimées dépendamment des considérations théoriques et de la présence de variables similaires. Nous avons décidé de la conserver dans l'analyse factorielle puisqu'elle ajoute une information différente et permet d'étudier un élément essentiel de la vulnérabilité (Graphique I). De plus, les variables ne doivent pas être corrélées au point de former une combinaison linéaire (Durand, 2005; Durand, 2013). La matrice de corrélation réalisée dans la section 3.3.1 (Tableau III) nous permet de constater que ceci n'est pas le cas.



Graphique I. Corrélations entre les variables et les dimensions de l'analyse factorielle



| Nom des variables dans le graphique | Nom des variables associées   |
|-------------------------------------|---|
| V1                                  | Prévalence des symptômes lors des vagues de chaleur                             |
| V2                                  | Niveau d'éducation de la mère   |
| V3                                  | Type de quartier  |
| V4                                  | Aide supplémentaire apportée aux très jeunes enfants lors des vagues de chaleur |
| V5                                  | Surveillance d'un adulte  |
| V6                                  | Âge de la mère  |
| V7                                  | Augmentation du nombre de douches ou de bains                                   |
| V8                                  | Meilleur équipement de rafraîchissement à disposition                           |

Source : Projet ACASIS de l'OPO, 2017 et nos calculs.

Dans le cadre de cette étude, l'analyse factorielle des correspondances multiples porte sur huit variables clés. Nous limitons le nombre de variables afin de ne pas surcharger le graphique. De plus, l'ajout de variables diminue la contribution des deux premiers axes. L'analyse factorielle réalisée se concentre sur les caractéristiques de la mère et du ménage. Nous sélectionnons tout d'abord une variable de chaque composante de la vulnérabilité, celle que nous trouvons la plus représentative. Nous intégrons l'ensemble des variables liées aux caractéristiques de la mère soit le type de quartier, le niveau d'éducation et l'âge de la mère. Nous incorporons aussi l'aide apportée aux très jeunes enfants lors des vagues de chaleur et la surveillance d'un adulte, puisque ces variables permettent d'analyser le profil des répondantes et les possibilités d'erreurs de déclaration chez la mère; les comportements maternels pourraient influencer l'auto-déclaration des symptômes chez l'enfant. Finalement, nous ajoutons la variable dépendante soit la prévalence des symptômes chez l'enfant lors des vagues de chaleur. Comme certaines répondantes n'ont pas répondu à certaines questions sélectionnées pour cette analyse, nous supprimons 14 des 332 observations de l'échantillon. Le fait de conserver les valeurs manquantes dans l'une des variables sélectionnées peut biaiser les résultats. Le nombre d'observations supprimées est toutefois inférieur à 5% de l'échantillon, ce qui est faible. Nous effectuons cette analyse à partir du logiciel R.

### **3.3.4 Régression logistique ordinale**

La régression logistique ordonnée constitue une extension du modèle de régression logistique binaire. Le modèle de régression logistique ordinale réalise plusieurs équations binaires en comparant les groupes selon qu'ils se retrouvent en dessous ou au-dessus d'un seuil particulier. Il explique le modèle avec un seul ensemble de coefficients constituant l'effet de chaque variable indépendante sur la variable dépendante. Considérant que chaque coefficient prédit la probabilité d'appartenir à une modalité plus élevée de la variable dépendante, nous devons supposer que la relation est constante entre chaque variable indépendante et les modalités de la variable dépendante. Contrairement à la régression logistique multinomiale, la régression logistique ordinale tente de créer une estimation unique qui estime la probabilité

d'appartenir à la modalité supérieure suivante en fonction de la variable indépendante (Osborne, 2017).

La régression logit ordonnée pour une seule variable dépendante se présente comme suit :

$$\text{logit}[P(Y \leq j|x)] = a_j + \beta'x \quad j = 1, \dots, J - 1$$

(Agresti, 2002)

Le terme  $Y$  représente la variable dépendante catégorielle et le terme  $j$  correspond aux modalités de cette même variable. Les valeurs du terme  $a_j$  ne dépendent pas de la variable dépendante, mais sont davantage conçues comme l'ordonnée à l'origine d'une régression linéaire; à l'exception que chaque logit possède le sien. Quant au coefficient identifié  $\beta$ , il est estimé par la méthode du maximum de vraisemblance. Cette méthode permet d'obtenir un paramètre selon une loi de probabilité. Chaque logit possède son intercept (ou seuil)  $a_j$  mais un seul coefficient  $\beta$ . L'effet de la variable indépendante est le même pour différentes fonctions logit (modèle des cotes proportionnelles). De plus, les coefficients sont analysés sous forme de rapports de cotes, aussi appelés « odds ratio » (OR). Lorsque le rapport des cotes est inférieur à 1, la chance d'être dans une modalité supérieure diminue. Inversement, lorsque le rapport de chance est supérieur à 1, la chance d'être dans une catégorie supérieure augmente. Nous obtenons ce rapport en procédant à l'exponentiation du coefficient logit ordonné (Agresti, 2002; Norusis, 2011; Osborne, 2015). Cette analyse est effectuée à partir du logiciel Stata 14.

### **3.3.4.1 Modèles retenus pour la régression logistique ordinale**

L'analyse explicative repose sur la modélisation empirique des relations entre la prévalence des symptômes chez l'enfant lors des vagues de chaleur et les variables indépendantes. Au total, nous proposons cinq modèles distincts.

Tout d'abord, dans le modèle 0, les effets de chacune des 11 variables indépendantes sur la variable dépendante sont estimés séparément. Ce modèle calcule les coefficients des effets bruts estimés de chaque variable indépendante grâce à des régressions simples. Il sert de comparaison avec les autres modèles.

Le modèle 1 prend en compte les variables d'intérêt liées aux caractéristiques de la mère, de l'enfant et du ménage : le sexe de l'enfant, son âge et l'âge de la mère (variables indépendantes présentes dans le modèle 0). On y ajoute deux variables soit le niveau d'éducation de la mère ainsi que le type de quartier.

Les modèles 2, 3 et 4 permettent de mesurer l'effet de chaque composante de la vulnérabilité (l'exposition, la sensibilité et l'exposition) sur la prévalence des symptômes. Ils prennent tous en considération les variables du modèle 1, afin d'observer s'il y a des changements de significativité pour les caractéristiques de la mère, de l'enfant et du ménage dépendamment de la composante de la vulnérabilité considérée. Le fait d'inclure ces variables nous donne également l'opportunité d'étudier l'effet des composantes sur la prévalence des symptômes tout en neutralisant les influences du sexe et de l'âge de l'enfant, de l'âge et du niveau d'éducation de la mère, ainsi que du type de quartier d'habitation.

Le modèle 2 permet d'évaluer le rôle du type de toit dans la chambre de l'enfant et du meilleur équipement de rafraîchissement à disposition sur les rapports de cotes de l'occurrence des symptômes. Le modèle 3 estime l'effet de la sensibilité mesurée par l'aide supplémentaire apportée aux très jeunes enfants lors des vagues de chaleur et la surveillance d'un adulte. Le modèle 4 permet d'observer la composante de la résilience (modification de l'heure de l'activité lors des vagues de chaleur et l'augmentation du nombre de douches ou de bains lors des périodes de très forte chaleur). Finalement, le modèle 5 est inclus à titre de comparaison et constitue un modèle complet. Il permet de voir comment réagissent l'ensemble des variables lorsque réunies. Le Tableau VI ci-dessous présente la composition des modèles.

Tableau VI. Modèles et variables indépendantes comprises

| Variables  | Modèle 1 | Modèle 2       | Modèle 3       | Modèle 4 | Modèle 5 |
|--|----------|----------------|----------------|----------|----------|
|  | G à K    | A à B et G à K | C à D et G à K | E à K    | A à K    |
| A. Type de toit dans la chambre de l'enfant  |          | ✓              |                |          | ✓        |
| B. Meilleur équipement de rafraîchissement à disposition                           |          | ✓              |                |          | ✓        |
| C. Aide supplémentaire apportée aux très jeunes enfants lors des vagues de chaleur |          |                | ✓              |          | ✓        |
| D. Surveillance d'un adulte  |          |                | ✓              |          | ✓        |
| E. Modification de l'heure de l'activité lors des vagues de chaleur                |          |                |                | ✓        | ✓        |
| F. Augmentation du nombre de douches ou de bains lors des vagues de chaleur        |          |                |                | ✓        | ✓        |
| G. Type de quartier  | ✓        | ✓              | ✓              | ✓        | ✓        |
| H. Niveau d'éducation de la mère   | ✓        | ✓              | ✓              | ✓        | ✓        |
| I. Âge de la mère  | ✓        | ✓              | ✓              | ✓        | ✓        |
| J. Sexe de l'enfant  | ✓        | ✓              | ✓              | ✓        | ✓        |
| K. Âge de l'enfant   | ✓        | ✓              | ✓              | ✓        | ✓        |

Source : *Projet ACASIS de l'OPO, 2017 et notre analyse.*

De plus, parmi l'ensemble des variables sélectionnées, nous retrouvons davantage de catégories pour les variables de l'âge de la mère et de l'enfant. Considérant la faible taille de l'échantillon, il arrive qu'il y ait peu d'individus dans certaines catégories de ces variables. Par exemple, nous retrouvons 9 enfants dans le groupe d'âge de 5 ans et 27 mères dans la catégorie de 40 ans et plus. Dans le cadre de l'analyse explicative, nous avons décidé de regrouper les catégories de ces variables. L'âge de la mère est regroupé en 3 catégories soit « 24 ans et moins », « 25 à 34 ans » et « 35 ans et plus ». Pour la variable de l'âge de l'enfant, elle est séparée ainsi : « 1 an et moins », « 2 à 3 ans » et « 4 à 5 ans ». Ce changement permet d'obtenir des effectifs plus grands dans les catégories et rend les résultats plus fiables.

### 3.3.4.2 Hypothèses à vérifier pour la régression logistique ordinale

Afin de réaliser une régression logistique ordinale, quatre hypothèses nécessitent d'être testées. Premièrement, la variable dépendante doit être une variable catégorielle ordinale. Dans le cas de cette étude, la variable dépendante, soit la prévalence des symptômes chez l'enfant lors des vagues de chaleur, comporte une séquence ordonnée de gravité et divise les enfants selon le nombre de symptômes qu'ils ont eu lors des vagues de chaleur. Elle correspond à la définition d'une variable ordinale puisqu'elle peut être classée de gravité faible (0 symptôme) à gravité élevée (3 symptômes ou plus). Deuxièmement, les variables indépendantes sont continues, ordinales ou catégorielles. Cependant, les variables indépendantes ordinales doivent être traitées comme étant soit continues ou catégorielles. Nous retrouvons deux variables indépendantes ordinales soit l'âge de la mère et l'âge de l'enfant. Celles-ci seront considérées comme des variables continues dans l'interprétation des résultats. Troisièmement, l'absence de multicollinéarité entre les variables indépendantes est une condition nécessaire. Ceci a été précédemment testé dans la section 3.3.1. À partir de la matrice de corrélation entre les variables indépendantes (Tableau III), nous identifions uniquement des corrélations faibles ou modérées entre les variables indépendantes. Quatrièmement, les rapports de cotes doivent être proportionnels. La régression logistique ordinale suppose que l'effet d'une variable indépendante est identique pour chaque catégorie cumulée de la variable ordinale dépendante (Lund et Lund, 2018). Afin d'étudier l'hypothèse des rapports de cotes proportionnels, nous exécutons un test de rapport de vraisemblance et un test de Brant à partir desquels un test du chi carré non significatif indique que l'approche des cotes proportionnelles est raisonnable (Institute for Digital Research & Education, 2020). Après avoir réalisé ces tests, nous constatons l'absence de résultats significatifs pour les chi carré des tests de rapport de vraisemblance et des tests de Brant réalisés sur l'ensemble des modèles que nous envisageons réaliser (Tableau VII). Ceci indique conséquemment que nous n'avons pas violé l'hypothèse de la probabilité proportionnelle pour l'ensemble des modèles. Considérant que l'hypothèse nulle n'est pas rejetée, l'utilisation de la régression logistique ordinale est possible.

Tableau VII. Test de rapport de vraisemblance et test de Brant selon les modèles de régression logistique ordinaire

|          | Test de rapport de vraisemblance         | Test de Brant                       |
|----------|--|-------------------------------------|
| Modèle 1 | chi2(5) = 1,42<br>Prob > chi2 = 0,9226   | chi2 = 1,50<br>Prob > chi2 = 0,914  |
| Modèle 2 | chi2(7) = 3,65<br>Prob > chi2 = 0,8191   | chi2 = 3,50<br>Prob > chi2 = 0,835  |
| Modèle 3 | chi2(7) = 7,98<br>Prob > chi2 = 0,3348   | chi2 = 7,91<br>Prob > chi2 = 0,341  |
| Modèle 4 | chi2(7) = 3,76<br>Prob > chi2 = 0,8074   | chi2 = 3,82<br>Prob > chi2 = 0,800  |
| Modèle 5 | chi2(11) = 13,77<br>Prob > chi2 = 0,2462 | chi2 = 13,43<br>Prob > chi2 = 0,266 |

Source : *Projet ACASIS de l'OPO, 2017 et nos calculs.*

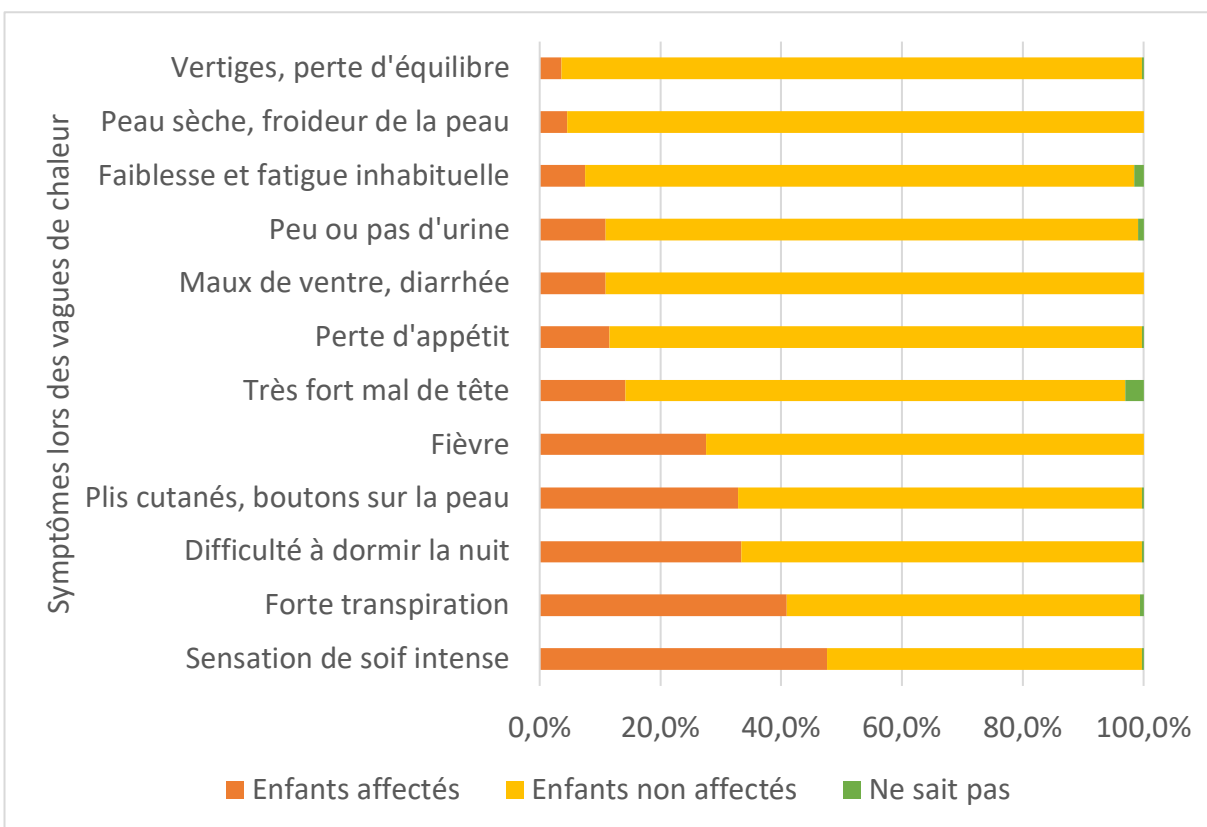
En résumé, nous constatons l'absence de problèmes de multicolinéarité entre les variables indépendantes et entre les symptômes chez l'enfant lors des vagues de chaleur. Nous confirmons également que les données permettent de satisfaire les hypothèses de la régression logistique ordinaire. Dans les prochaines sections, nous réalisons des analyses bi-variées puis nous effectuons des analyses factorielles afin d'analyser les similitudes ou les écarts entre les modalités des variables sélectionnées. Enfin, nous effectuons des régressions logistiques ordinaires dans le but d'analyser la significativité et la force des relations entre les variables indépendantes et la variable dépendante.

## Chapitre 4 : Résultats

Le symptôme le plus commun chez les enfants lors des périodes de très forte chaleur est la sensation de soif intense (bouche sèche) avec 47,6% des enfants affectés, suivi de la forte transpiration touchant 40,9% des enfants de l'échantillon, tel que déclaré par leur mère (Graphique II). Considérant les pourcentages élevés d'enfants ayant connu ces symptômes, nous constatons l'importante place que prend la déshydratation parmi l'ensemble des symptômes lors des périodes de très forte chaleur. De plus, ce sont 33,3% des enfants qui éprouvent de la difficulté à dormir, 32,8% qui développent des plis cutanés ou des boutons sur la peau, 27,6%

qui sont touchés par la fièvre, 14,2% qui vivent un très fort mal de tête et 11,5% qui perdent l'appétit. Ce sont d'ailleurs 10,9% des enfants qui ont des maux de ventre ou la diarrhée, 10,9% qui ont une urine très concentrée et 7,6% qui présentent une faiblesse et une fatigue inhabituelle même au repos. Finalement, moins de 5 % des enfants ont eu une peau sèche (4,5%) ou des vertiges (pertes d'équilibre) (3,6%) lors des périodes de très forte chaleur. Les boutons sur la peau se différencient de la peau sèche. Les boutons sur la peau apparaissent souvent lorsque la température est chaude et humide. L'enfant connaît des rougeurs accompagnées de picotements dues à l'irritation de la peau. La sueur est coincée dans la peau, ce qui bloque les glandes sudoripares. Pour ce qui est de la peau sèche, il s'agit davantage d'un signe de déshydratation (Gouvernement de la Nouvelle-Écosse, 2014; Gouvernement du Québec, 2020).

Graphique II. Pourcentage d'enfants selon l'apparition de symptômes lors des périodes de très forte chaleur



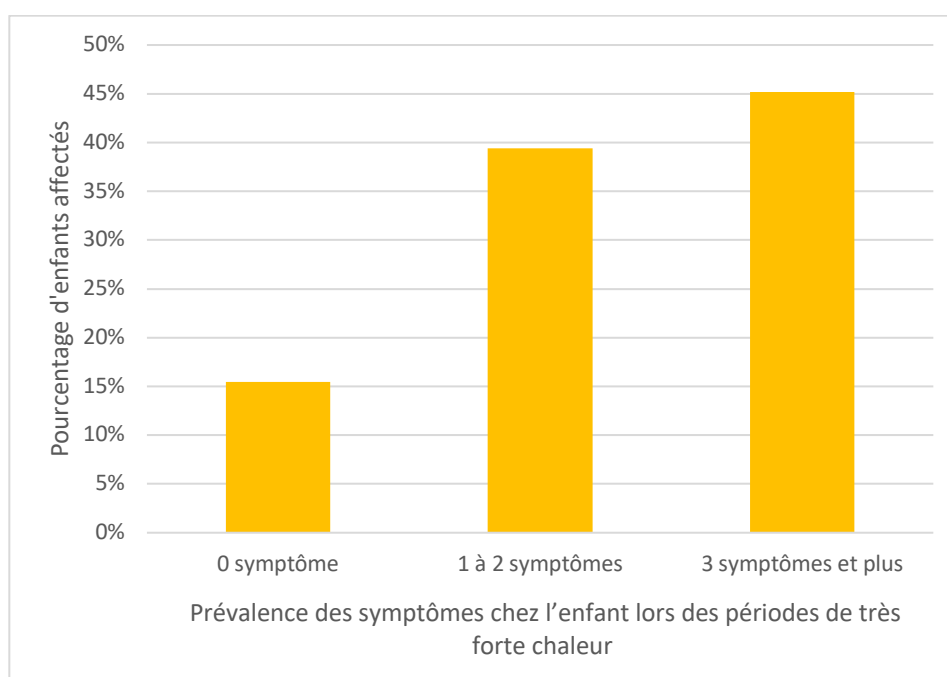
Remarque : Il n'y a que deux cas manquants pour l'ensemble des symptômes à l'exception des boutons sur la peau où l'on en retrouve trois.

Source : *Projet ACASIS de l'OPO, 2017 et nos calculs.*



Tel que précédemment mentionné, cette variable a été transformée en prévalence des symptômes chez l'enfant lors des vagues de chaleur. Ce sont 15,5% des enfants qui ne présentent aucun symptôme lors des vagues de chaleur, 39,4% qui en ont 1 à 2 et 45,2% qui en présentent habituellement 3 et plus (Graphique III). Il est ainsi peu fréquent pour un enfant de ne manifester aucun symptôme lors des vagues de chaleur. Un enfant est d'ailleurs plus à risque d'être atteint par 3 symptômes ou plus plutôt que par 1 à 2 symptômes, avec une différence de 5,8 points de pourcentage entre ces deux modalités.

Graphique III. Pourcentage d'enfants affectés selon le nombre de symptômes apparus lors des périodes de très forte chaleur



Source : *Projet ACASIS de l'OPO, 2017 et nos calculs.*

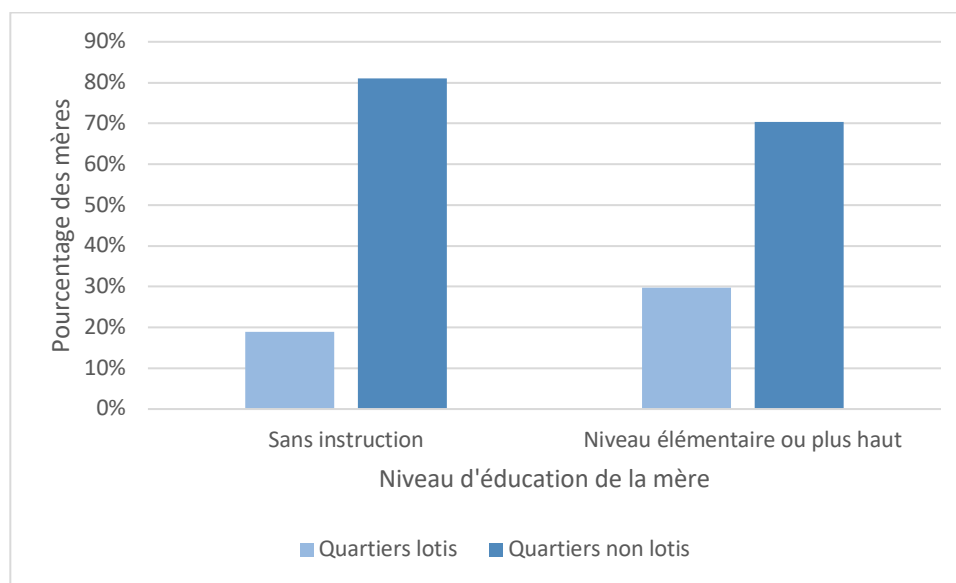
La prévalence des symptômes lors des vagues de chaleur est inégalement répartie selon les caractéristiques d'exposition, de sensibilité et de résilience; ce que nous aurons la possibilité d'observer dans les prochaines sections.

## 4.1 Analyse bivariée

Nous avons réalisé deux graphiques afin d'étudier l'association entre différentes caractéristiques de la mère et du ménage.

Nous constatons tout d'abord, dans le Graphique IV, que les mères n'ayant pas d'éducation sont plus nombreuses en pourcentage à vivre dans un quartier non loti (81,1%) en comparaison aux mères ayant un niveau élémentaire ou plus haut (70,3%). Il s'agit d'un écart de 10,8 points de pourcentage. Inversement, les mères éduquées habitent plus souvent dans un quartier loti (29,7%) que les mères n'ayant pas fréquenté l'école (18,9%).

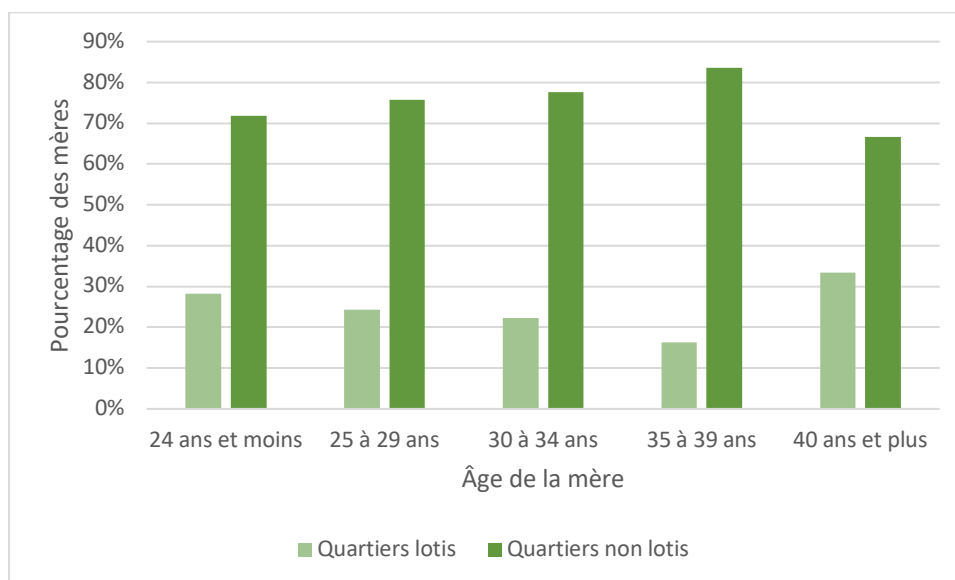
Graphique IV. Pourcentage des mères selon le type de quartier et le niveau d'éducation



Source : *Projet ACASIS de l'OPO, 2017 et nos calculs.*

Dans le Graphique V, les résultats montrent que, peu importe l'âge, la majorité des mères vivent dans des quartiers non lotis. Des différences de pourcentages apparaissent selon les groupes d'âges; 28,2% des mères âgées de 24 ans et moins et 33,3% des mères âgées de plus de 40 ans résident dans un quartier loti alors que seulement 16,4% des 35 et 39 ans y résident.

Graphique V. Pourcentage des mères selon le type de quartier et l'âge de la mère



Source : *Projet ACASIS de l'OPO, 2017 et nos calculs.*

Dans le Tableau VIII, nous mettons en lien la prévalence des symptômes chez l'enfant lors des vagues de chaleur et les variables indépendantes. Nous identifions trois variables indépendantes liées à la prévalence des symptômes chez l'enfant lors des vagues de chaleur soit le meilleur équipement de rafraîchissement à disposition, l'aide supplémentaire apportée aux très jeunes enfants lors des vagues de chaleur et la surveillance d'un adulte.

Le test chi deux révèle une association entre le meilleur équipement de rafraîchissement à disposition et la prévalence des symptômes chez l'enfant lors des vagues de chaleur. Les enfants présentant 1 à 2 symptômes sont plus nombreux en pourcentage à avoir un ventilateur ou un climatiseur à domicile (31,5%), suivis des enfants manifestant 3 symptômes et plus (27,7%) et des enfants ayant 0 symptôme (25,5%). De plus, les enfants présentant aucun symptôme semblent être plus à risque de se retrouver dans la catégorie « aucun équipement de rafraîchissement à disposition », comparativement aux enfants présentant des symptômes. Étonnamment, un peu plus de la moitié des enfants manifestant 0 symptôme ont aucun équipement de rafraîchissement à disposition (51,0%). Ce pourcentage diminue à 40,0% chez les enfants présentant 1 à 2 symptômes et à 31,1% chez les enfants ayant 3 symptômes et plus

lors des vagues de chaleur. Cependant, nous ne pouvons pas établir de lien de causalité dans ce type d'analyse. Nous ne savons pas à quel moment a eu lieu l'acquisition d'un équipement de rafraîchissement. Les différences entre les meilleurs équipements de rafraîchissement à disposition sont significatives à 5% selon le test du chi-2 ( $\chi^2(4) = 10,0201$  et  $Pr = 0,04$ ).

L'aide supplémentaire de la mère auprès des très jeunes enfants lors des vagues de chaleur semble être liée à la prévalence des symptômes chez l'enfant lors des vagues de chaleur à Ouagadougou. Curieusement, les enfants manifestant aucun symptôme sont proportionnellement plus nombreux à ne pas recevoir d'aide supplémentaire lors des vagues de chaleur (35,3%). Ce pourcentage tend à diminuer pour les autres catégories de la variable de la prévalence des symptômes chez l'enfant. Le pourcentage de mères n'apportant pas d'aide supplémentaire diminue à 17,9% chez les enfants présentant 3 symptômes et plus et à 17,1% chez les enfants ayant 1 à 2 symptômes. Dans la même lignée, les enfants manifestant 1 à 2 symptômes et 3 symptômes ou plus semblent avoir plus de chance d'obtenir de l'aide supplémentaire (respectivement 82,9% et 82,1%) comparativement aux enfants n'ayant aucun symptôme (64,7%). Les différences entre la présence et l'absence d'aide sont significatives au niveau de 5 % selon les résultats du test du chi-2 ( $\chi^2(2) = 8,4275$  et  $Pr = 0,015$ ). Toutefois, dans ces calculs, nous ne contrôlons pas pour l'effet du niveau socio-économique du ménage, de la présence d'équipements ou de la présence d'autres personnes prenant soin de l'enfant, ce qui pourrait compenser l'indisponibilité de la mère ou l'absence d'apport d'aide supplémentaire par exemple.

Les données révèlent d'ailleurs une association étroite entre la surveillance d'un adulte et la prévalence des symptômes lors des vagues de chaleur. Encore une fois, nous retrouvons un lien inattendu entre les variables. En effet, les enfants n'ayant aucun symptôme sont plus nombreux en pourcentage à être parfois laissés sans surveillance d'un adulte (66,7%), en comparaison aux enfants présentant 1 à 2 symptômes (47,3%) ou 3 symptômes et plus (45,9%). Le lien entre cette variable et la prévalence des symptômes est significatif à 5 % selon le test du chi-2 ( $\chi^2(2) = 7,0076$  et  $Pr = 0,030$ ). Afin d'analyser plus en détail cette association, nous

devons considérer l'âge de l'enfant puisque l'on retrouve une corrélation modérée entre la surveillance d'un adulte et l'âge de l'enfant. Ceci peut conséquemment influencer les résultats.

Nous observons une absence de lien statistique entre la prévalence des symptômes lors des vagues de chaleur et les variables du type de toit dans la chambre de l'enfant, de modification de l'heure de l'activité lors des vagues de chaleur, de l'augmentation du nombre de douches ou de bains lors des vagues de chaleur, les caractéristiques de la mère et du ménage (le niveau d'éducation et l'âge de la mère ainsi que le type de quartier) et les caractéristiques de l'enfant (le sexe et l'âge). Les résultats du chi-2 ne sont pas significatifs (supérieurs à 10 %) pour l'ensemble de ces variables. Il demeure toutefois possible que les effets de ces variables soient masqués par d'autres variables; ce que nous aurons la chance d'analyser.

Tableau VIII. Pourcentage d'enfants selon les variables indépendantes et la prévalence des symptômes chez les enfants de cinq ans et moins lors des périodes de très forte chaleur à Ouagadougou

|   |                     | Type de toit dans la chambre de l'enfant  |   | Meilleur équipement de rafraîchissement à disposition |            |                       | Type de quartier |             | Niveau d'éducation de la mère |                                 |
|---|---------------------|---|---|---|------------|-----------------------|------------------|-------------|-------------------------------|---------------------------------|
|   |                     | Tôle galvanisé / Métal / Fer-blanc / Zinc | Zinc (métal) + paille ou faux plafond ou Ciment / Béton (dalle) | Ventilateur ou climatiseur                            | Éventail   | Aucun parmi ces choix | Lotis            | Non lotis   | Sans instruction              | Niveau élémentaire ou plus haut |
| <b>Prévalence des symptômes chez l'enfant lors des périodes de très forte chaleur (%)</b> | 0 symptôme          | 92,2% (47)                                | 7,8% (4)  | 25,5% (13)  | 23,5% (12) | 51,0% (26)            | 23,5% (12)       | 76,5% (39)  | 66,7% (34)                    | 33,3% (17)                      |
|   | 1 à 2 symptômes     | 82,9% (107)                               | 17,1% (22)  | 31,5% (41)  | 28,5% (37) | 40,0% (52)            | 21,5% (28)       | 78,5% (102) | 62,8% (81)                    | 37,2% (48)                      |
|   | 3 symptômes et plus | 79,5% (116)                               | 20,5% (30)  | 27,7% (41)  | 41,2% (61) | 31,1% (46)            | 25,5% (38)       | 74,5% (111) | 57,8% (85)                    | 42,2% (62)                      |
|   | Chi 2 /Pr           | 4.2905 / 0.117                            |   | 10,0201 / 0,040                                       |            |                       | 0,6051 / 0,739   |             | 1,4845 / 0,476                |                                 |

*Suite du Tableau VIII*

|   |                     | Aide supplémentaire apportée aux très jeunes enfants lors des vagues de chaleur |  | Surveillance d'un adulte         |                                 | Modification de l'heure de l'activité lors des vagues de chaleur |                                      | Augmentation du nombre de douches ou de bains lors des vagues de chaleur |   |
|---|---------------------|---|--|----------------------------------|---------------------------------|--|--------------------------------------|--|---|
|   |                     | Aide supplémentaire apportée  | Absence d'aide supplémentaire apportée | Enfant parfois laissé à lui-même | Enfant jamais laissé à lui-même | Modifie l'heure de l'activité                                    | Ne modifie pas l'heure de l'activité | Augmente le nombre de douches ou de bains                                | N'augmente pas le nombre de douches ou de bains |
| <b>Prévalence des symptômes chez l'enfant lors des périodes de très forte chaleur (%)</b> | 0 symptôme          | 64,7% (33)  | 35,3% (18)                             | 66,7% (34)                       | 33,3% (17)                      | 33,3% (17)   | 66,7% (34)                           | 78,4% (40)   | 21,6% (11)                                      |
|   | 1 à 2 symptômes     | 82,9% (107)   | 17,1% (22)                             | 47,3% (61)                       | 52,7% (68)                      | 27,9% (36)   | 72,1% (93)                           | 74,6% (97)   | 25,4% (33)                                      |
|   | 3 symptômes et plus | 82,1% (119)   | 17,9% (26)                             | 45,9% (68)                       | 54,1% (80)                      | 34,5% (50)   | 65,5% (95)                           | 84,6% (126)  | 15,4% (23)                                      |
|   | Chi 2 /Pr           | 8,4275 / 0,015  |  | 7,0076 / 0,030                   |                                 | 1,4388 / 0,487   |                                      | 4,3062 / 0,116   |   |

Suite du Tableau VIII

|   |                     | Âge de la mère  |             |             |             |                | Sexe de l'enfant |            | Âge de l'enfant  |            |            |            |            |          |
|---|---------------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|----------------|------------------|------------|------------------|------------|------------|------------|------------|----------|
|   |                     | 24 ans et moins | 25 à 29 ans | 30 à 34 ans | 35 à 39 ans | 40 ans et plus | Fille            | Garçon     | Moins de 12 mois | 1 an       | 2 ans      | 3 ans      | 4 ans      | 5 ans    |
| <b>Prévalence des symptômes chez l'enfant lors des périodes de très forte chaleur (%)</b> | 0 symptôme          | 7,8% (4)        | 33,3% (17)  | 29,4% (15)  | 15,7% (8)   | 13,7% (7)      | 49,0% (25)       | 51,0% (26) | 9,8% (5)         | 7,8% (4)   | 29,4% (15) | 23,5% (12) | 23,5% (12) | 5,9% (3) |
|   | 1 à 2 symptômes     | 12,3% (16)      | 31,5% (41)  | 31,5% (41)  | 17,7% (23)  | 6,9% (9)       | 53,1% (69)       | 46,9% (61) | 3,1% (4)         | 16,9% (22) | 29,2% (38) | 28,5% (37) | 19,2% (25) | 3,1% (4) |
|   | 3 symptômes et plus | 12,8% (19)      | 27,5% (41)  | 36,2% (54)  | 16,1% (24)  | 7,4% (11)      | 51,0% (76)       | 49,0% (73) | 4,0% (6)         | 16,8% (25) | 32,9% (49) | 22,8% (34) | 22,1% (33) | 1,3% (2) |
|   | Chi 2 /Pr           | 4,5780 / 0,802  |             |             |             |                | 0,2695 / 0,874   |            | 10,7544 / 0,377  |            |            |            |            |          |

Remarque : Les cases grises servent à identifier les variables indépendantes ayant un lien statistique avec la prévalence des symptômes chez l'enfant lors des périodes de très forte chaleur.

Source : *Projet ACASIS de l'OPO, 2017 et nos calculs.*

## 4.2 Analyse factorielle

### 4.2.1 Interprétation des axes factoriels

Le Graphique VI présente le premier plan factoriel avec les axes principaux de l'ACM soit les axes 1 et 2. Les deux premiers axes expliquent respectivement 14,4% et 11,1% des variances de l'ensemble des variables sélectionnées. Ceci constitue en somme 25,5% de l'inertie totale de l'analyse des correspondances multiples. Le premier axe distingue en grande partie les enfants selon la surveillance d'un adulte et l'aide supplémentaire apportée aux très jeunes enfants (respectivement 17,8% et 16,9%), on pourrait le qualifier de l'axe de la supervision de l'enfant. Le deuxième axe est principalement constitué du niveau d'éducation de la mère ainsi que du type de quartier (respectivement 18,1% et 15,6%). Il peut correspondre à l'axe de la pauvreté puisqu'il est fortement capté par les biens d'équipement et les caractéristiques socio-économiques du ménage.

### 4.2.2 Interprétation des quadrants

Dans le cercle 1, nous constatons que les mères âgées de 25 à 29 ans ont davantage fréquenté l'école que les mères des autres groupes d'âge. Les mères scolarisées ont également

plus de chance d'habiter dans un quartier loti ainsi que d'avoir un ventilateur ou un climatiseur comme meilleur équipement de rafraîchissement à disposition.

Dans le cercle 2, nous identifions une proximité entre les enfants n'ayant aucun symptôme, les enfants laissés parfois sans surveillance d'un adulte, les mères n'augmentant pas leur nombre de douches ou de bains lors des temps particulièrement chauds, les mères n'apportant pas d'aide supplémentaire aux très jeunes enfants lors des vagues de chaleur et les mères de 40 ans et plus. Les enfants n'ayant pas de symptôme lors des vagues de chaleur sont généralement plus nombreux à avoir une mère n'apportant pas d'aide supplémentaire aux très jeunes enfants lors des vagues de chaleur et sont plus souvent laissés à eux-mêmes sans surveillance d'un adulte. Ils sont également plus à risque d'avoir une mère n'augmentant pas leur nombre de douches ou de bains lors des temps particulièrement chauds comparativement aux enfants présentant 3 symptômes ou plus. De plus, les enfants manifestant 0 symptôme sont proportionnellement plus nombreux à avoir une mère âgée de 40 ans et plus.

En ce qui concerne le cercle 3, nous constatons que les enfants présentant 3 symptômes ou plus sont moins à risque d'être laissés à eux-mêmes (sans surveillance d'un adulte). Ils sont aussi plus nombreux à avoir un éventail comme meilleur équipement de rafraîchissement à disposition et ont plus de chance d'avoir une mère augmentant leur nombre de douches ou de bains lors des temps particulièrement chauds. Ils sont également plus nombreux parmi les mères âgées de 24 et moins et de 30 à 34 ans. De plus, contrairement aux enfants présentant 0 symptôme, les enfants manifestant 3 symptômes ou plus sont plus nombreux à avoir une mère apportant de l'aide supplémentaire aux très jeunes enfants lors des périodes de très forte chaleur.

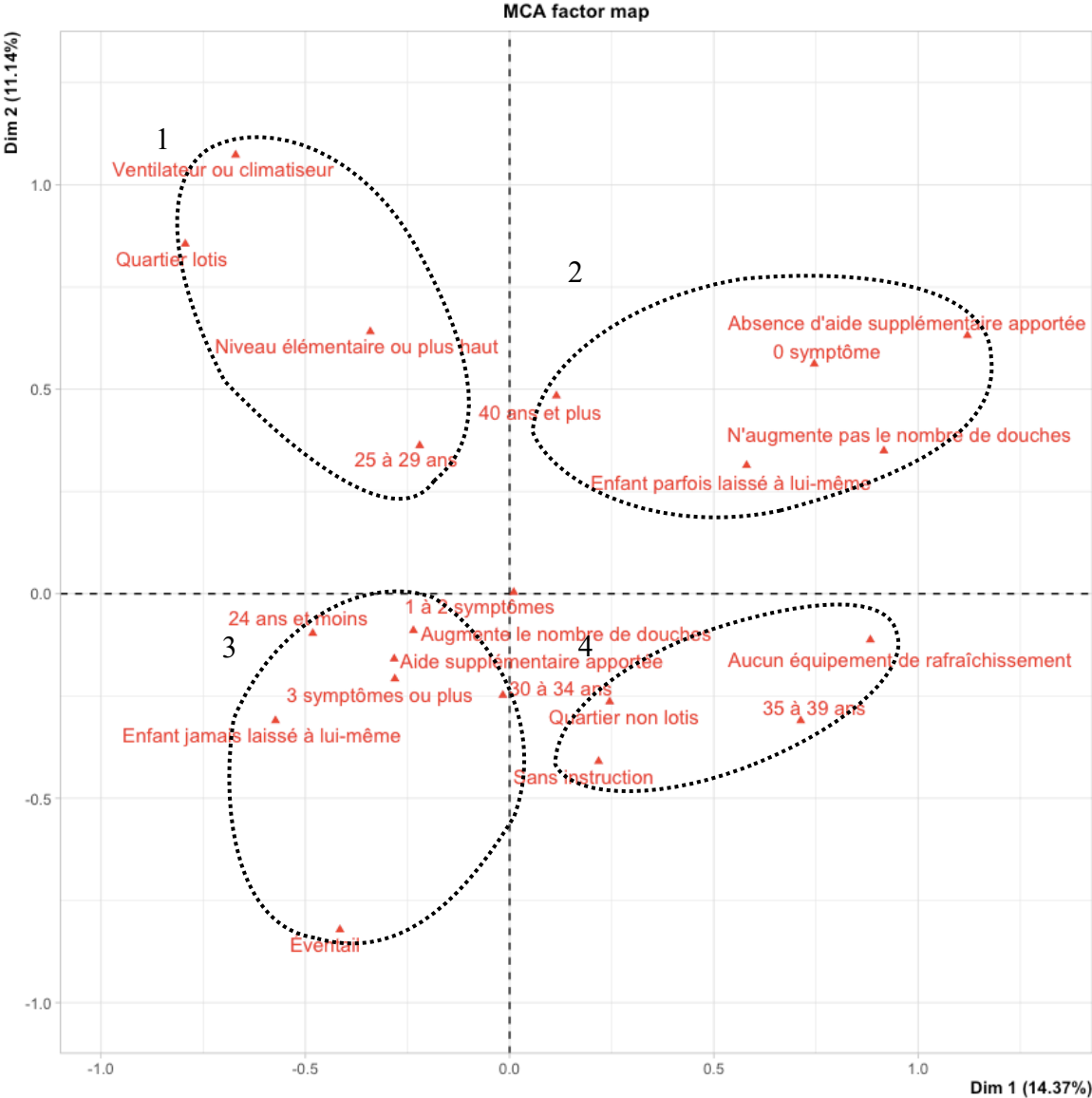
En ce qui a trait au cercle 4, nous constatons que les mères âgées de 35 à 39 ans sont plus nombreuses à n'avoir aucun équipement de rafraîchissement à disposition. Elles sont également moins fréquemment scolarisées comparativement aux autres groupes d'âge de la mère et sont plus à risque d'habiter dans un quartier non loti.



Les mères déclarant que leurs enfants présentent 0 symptôme sont plus nombreuses à manifester que leur enfant est parfois laissé sans surveillance d'un adulte. Elles sont également moins nombreuses à apporter de l'aide supplémentaire aux très jeunes enfants lors des périodes de très forte chaleur et à augmenter leur nombre de douches ou de bains lors des périodes particulièrement chaudes. Inversement, les mères déclarant que leurs enfants présentent 3 symptômes ou plus ont davantage tendance à indiquer que leur enfant n'est jamais laissé à lui-même (sans surveillance d'un adulte). Ces mères sont aussi plus nombreuses à apporter de l'aide supplémentaire aux très jeunes enfants lors des vagues de chaleur et à augmenter leur nombre de douches ou de bains lors de ces périodes. Il est ainsi possible que les enfants ne soient jamais laissés sans surveillance d'un adulte et que les mères apportent de l'aide supplémentaire aux très jeunes enfants lors des périodes de très forte chaleur comme une conséquence du fait qu'elles observent plus de symptômes chez leurs enfants. A contrario, les enfants peuvent être parfois laissés sans surveillance d'un adulte et les mères peuvent décider de ne pas apporter d'aide supplémentaire aux très jeunes enfants puisqu'elles observent moins de symptômes chez leurs enfants. Il pourrait également s'agir d'un biais à l'égard de la lecture et de l'évaluation des symptômes. Nous pourrions soupçonner que certaines mères sous-déclarent le nombre de symptômes chez l'enfant en raison de biais liés à la surveillance parfois absente d'un adulte et à l'absence d'aide supplémentaire apportée aux très jeunes enfants lors des vagues de chaleur. Ceci étant dit, ces résultats nous permettent de mieux contextualiser l'analyse du chi-2 réalisée dans la section 4.1 où nous avons trouvé des liens inattendus entre la variable dépendante et trois variables indépendantes (le meilleur équipement de rafraîchissement à disposition, l'aide supplémentaire apportée aux très jeunes enfants et la surveillance d'un adulte)

De plus, il ressort de l'analyse que les mères plus jeunes (24 ans et moins) sont nombreuses à ne jamais laisser l'enfant sans surveillance d'un adulte, à augmenter leur nombre de douches ou de bains lors des vagues de chaleur et à aider les très jeunes enfants en période de très forte chaleur. Les mères de 29 ans et moins ont plus de chance d'avoir un ventilateur ou un climatiseur à domicile que les mères des autres groupes d'âge. D'autre part, les mères de 34 ans et moins sont les plus scolarisées de l'échantillon.

Graphique VI. Premier plan factoriel d'une analyse des correspondances multiples sur 8 variables, 22 modalités et 318 enfants



Source : Projet ACASIS de l'OPO, 2017 et nos calculs.

### **4.3 Régression logistique ordinale**

Cinq modèles de régression logistique ordinale nous permettent d'observer les liens entre les variables indépendantes et la prévalence des symptômes chez l'enfant lors des vagues de chaleur. Dans le cadre de cette analyse, nous cherchons tout d'abord à savoir si les modèles réalisés sont significatifs afin d'établir si les regroupements de variables indépendantes détiennent un pouvoir explicatif sur la variable dépendante. Nous voulons toutefois d'abord savoir si les variables indépendantes prises séparément ont une association significative sur la variable dépendante. Nous tentons ainsi de comprendre si les variables indépendantes sont associées à la prévalence des symptômes chez l'enfant lors des vagues de chaleur. Les résultats obtenus se retrouvent au Tableau IX.

Tableau IX. Rapports de cotes de présenter des problèmes de santé chez l'enfant de cinq ans et moins lors des périodes de très forte chaleur à Ouagadougou, avec intervalles de confiance

| Variables   | Rapports de cotes par rapport aux autres variables de référence |   |                            |                            |                            |                            |
|---|---|---|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
|   | Bruts   | Cotes nets par rapport aux modalités de référence |                            |                            |                            |                            |
|   | Modèle 0  | Modèle 1  | Modèle 2                   | Modèle 3                   | Modèle 4                   | Modèle 5                   |
| <b>A. Type de toit dans la chambre de l'enfant</b>  |   |   |                            |                            |                            |                            |
| Tôle galvanisée / Métal / Fer-Blanc / Zinc  | réf.  |   | réf.                       |                            |                            | réf.                       |
| Zinc (métal) + paille / faux plafond ou Ciment / Béton (dalle)                                  | 1,68*<br>(0,97 ; 2,91)  |   | 1,55ns<br>(0,88 ; 2,74)    |                            |                            | 1,35ns<br>(0,74 ; 2,47)    |
| <b>B. Meilleur équipement de rafraîchissement à disposition</b>                                 |   |   |                            |                            |                            |                            |
| Aucun équipement de rafraîchissement  | réf.  |   | réf.                       |                            |                            | réf.                       |
| Éventail  | 2,15***<br>(1,31 ; 3,54)  |   | 2,09***<br>(1,25 ; 3,50)   |                            |                            | 1,80**<br>(1,04 ; 3,12)    |
| Ventilateur ou climatiseur  | 1,39ns<br>(0,84 ; 2,29)   |   | 1,18ns<br>(0,66 ; 2,11)    |                            |                            | 1,05ns<br>(0,58 ; 1,91)    |
| <b>C. Aide supplémentaire apportée aux très jeunes enfants lors des vagues de chaleur</b>       |   |   |                            |                            |                            |                            |
| Aide supplémentaire apportée  | réf.  |   |                            | réf.                       |                            | réf.                       |
| Absence d'aide supplémentaire apportée  | 0,60*<br>(0,36 ; 1,01)  |   |                            | 0,69ns<br>(0,40 ; 1,18)    |                            | 0,81ns<br>(0,45 ; 1,43)    |
| <b>D. Surveillance d'un adulte</b>  |   |   |                            |                            |                            |                            |
| Enfant parfois laissé à lui-même  | réf.  |   |                            | réf.                       |                            | réf.                       |
| Enfant jamais laissé à lui-même   | 1,51*<br>(1,00 ; 2,28)  |   |                            | 1,42ns<br>(0,89 ; 2,27)    |                            | 1,18ns<br>(0,71 ; 1,96)    |
| <b>E. Modification de l'heure de l'activité lors des vagues de chaleur</b>                      |   |   |                            |                            |                            |                            |
| Modifie l'heure de l'activité   | réf.  |   |                            |                            | réf.                       | réf.                       |
| Ne modifie pas l'heure de l'activité  | 0,86ns<br>(0,55 ; 1,34)   |   |                            |                            | 0,89ns<br>(0,56 ; 1,41)    | 0,98ns<br>(0,62 ; 1,57)    |
| <b>F. Augmentation du nombre de douches ou de bains lors des vagues de chaleur</b>              |   |   |                            |                            |                            |                            |
| Augmente le nombre de douches   | réf.  |   |                            |                            | réf.                       | réf.                       |
| N'augmente pas le nombre de douches   | 0,66ns<br>(0,40 ; 1,08)   |   |                            |                            | 0,68ns<br>(0,41 ; 1,14)    | 0,82ns<br>(0,48 ; 1,41)    |
| <b>G. Type de quartier</b>  |   |   |                            |                            |                            |                            |
| Lotis   | réf.  | réf.  | réf.                       | réf.                       | réf.                       | réf.                       |
| Non lotis   | 0,87ns<br>(0,53 ; 1,40)   | 0,966ns<br>(0,58 ; 1,57)                          | 1,00ns<br>(0,59 ; 1,71)    | 0,97ns<br>(0,59 ; 1,60)    | 0,97ns<br>(0,59 ; 1,59)    | 0,98ns<br>(0,57 ; 1,68)    |
| <b>H. Niveau d'éducation de la mère</b>   |   |   |                            |                            |                            |                            |
| Sans instruction  | réf.  | réf.  | réf.                       | réf.                       | réf.                       | réf.                       |
| Niveau élémentaire ou plus haut   | 1,30ns<br>(0,85 ; 1,98)   | 1,29ns<br>(0,84 ; 1,97)                           | 1,30ns<br>(0,83 ; 2,05)    | 1,33ns<br>(0,87 ; 2,05)    | 1,38ns<br>(0,89 ; 2,12)    | 1,36ns<br>(0,86 ; 2,15)    |
| <b>I. Âge de la mère</b>  |   |   |                            |                            |                            |                            |
| 24 ans et moins   | réf.  | réf.  | réf.                       | réf.                       | réf.                       | réf.                       |
| 25 à 34 ans   | 0,82ns<br>(0,43 ; 1,57)   | 0,85ns<br>(0,44 ; 1,64)                           | 0,81ns<br>(0,42 ; 1,56)    | 0,85ns<br>(0,44 ; 1,63)    | 0,88ns<br>(0,46 ; 1,71)    | 0,82ns<br>(0,42 ; 1,60)    |
| 35 ans et plus  | 0,71ns<br>(0,35 ; 1,47)   | 0,76ns<br>(0,37 ; 1,58)                           | 0,70ns<br>(0,33 ; 1,46)    | 0,80ns<br>(0,38 ; 1,67)    | 0,79ns<br>(0,38 ; 1,67)    | 0,76ns<br>(0,36 ; 1,63)    |
| <b>J. Sexe de l'enfant</b>  |   |   |                            |                            |                            |                            |
| Fille   | réf.  | réf.  | réf.                       | réf.                       | réf.                       | réf.                       |
| Garçon  | 1,00ns<br>(0,66 ; 1,50)   | 0,98ns<br>(0,65 ; 1,49)                           | 0,97ns<br>(0,64 ; 1,49)    | 0,99ns<br>(0,64 ; 1,49)    | 0,98ns<br>(0,64 ; 1,49)    | 0,96ns<br>(0,62 ; 1,48)    |
| <b>K. Âge de l'enfant</b>   |   |   |                            |                            |                            |                            |
| 1 an et moins   | réf.  | réf.  | réf.                       | réf.                       | réf.                       | réf.                       |
| 2 à 3 ans   | 0,92ns<br>(0,54 ; 1,57)   | 0,96ns<br>(0,56 ; 1,65)                           | 0,99ns<br>(0,58 ; 1,72)    | 1,11ns<br>(0,63 ; 1,96)    | 0,93ns<br>(0,54 ; 1,59)    | 1,03ns<br>(0,57 ; 1,84)    |
| 4 à 5 ans   | 0,83ns<br>(0,45 ; 1,54)   | 0,89ns<br>(0,47 ; 1,68)                           | 0,85ns<br>(0,44 ; 1,60)    | 1,05ns<br>(0,53 ; 2,07)    | 0,85ns<br>(0,45 ; 1,60)    | 0,92ns<br>(0,46 ; 1,84)    |
| Taille de l'échantillon (n)   | x   | 327   | 322                        | 320                        | 322                        | 318                        |
| LR chi-2 (Wald chi2)  | x   | 2,30  | 14,71                      | 8,06                       | 5,89                       | 15,27                      |
| Prob > chi2   | x   | 0,9415  | 0,1432                     | 0,5283                     | 0,7510                     | 0,3598                     |
| Pseudo R2   | x   | 0,0035  | 0,0224                     | 0,0123                     | 0,009                      | 0,0235                     |
| Log likelihood  | x   | -331,14   | -320,78                    | -322,37                    | -325,19                    | -317,13                    |
| Constante 1   | x   | -1,8576<br>(-2,76 ; -0,96)                        | -1,5360<br>(-2,52 ; -0,55) | -1,5937<br>(-2,61 ; -0,58) | -1,9783<br>(-2,93 ; -1,03) | -1,5724<br>(-2,71 ; -0,44) |
| Constante 2   | x   | 0,0432<br>(-0,83 ; 0,92)                          | 0,4237<br>(-0,54 ; 1,39)   | 0,3315<br>(-0,66 ; 1,33)   | -0,057<br>(-0,98 ; 0,87)   | 0,3925<br>(-0,72 ; 1,51)   |
| Seuils de signification : *** p < 1 % ; ** p < 5 % ; * p < 10 % ; C29:150 ; ns=non significatif |   |   |                            |                            |                            |                            |

Rapport de cotes >1 = risque plus élevé de vivre l'événement étudié que de ne pas le vivre, quand l'enfant est dans la catégorie identifiée par rapport à un enfant qui serait dans la catégorie de référence (3 symptômes lors des vagues de chaleur et plus)  
 Rapport de cotes <1 = risque moins élevé de vivre l'événement étudié que de ne pas le vivre, quand l'enfant est dans la catégorie identifiée par rapport à un enfant qui serait dans la catégorie de référence (aucun symptôme lors des vagues de chaleur)

Source : *Projet ACASIS de l'OPO, 2017 et nos calculs*

Plusieurs variables apparaissent faiblement significatives dans le modèle 0 où les effets de l'ensemble des variables indépendantes sont estimés séparément sur la variable dépendante. La modalité de l'éventail comme meilleur équipement de rafraîchissement à disposition est significative à 1%. De plus, les variables du type de toit dans la chambre de l'enfant, de l'aide supplémentaire apportée aux très jeunes enfants lors des vagues de chaleur et de la surveillance d'un adulte apparaissent significatives à 10%. Les enfants ayant un toit de chambre fait de zinc (métal) avec de la paille / du faux plafond ainsi que ceux dont le toit est en ciment ou en béton (dalle) semblent être 1,68 fois (OR = 1,68\* avec intervalle de confiance de [0,97-2,91]) plus susceptibles de manifester des symptômes lors des vagues de chaleur que de ne pas en présenter, comparativement aux enfants dont le toit est fait de tôle galvanisée, de métal, de fer-blanc ou de zinc. Par ailleurs, les enfants vivant dans des ménages disposant d'un éventail comme meilleur équipement de rafraîchissement semblent être 2,15 fois (OR = 2,15\*\*\*) plus susceptibles de présenter des symptômes lors des vagues de chaleur que de ne pas présenter de symptômes, comparativement aux enfants n'ayant aucun équipement de rafraîchissement. Par ailleurs, les enfants ayant une mère n'apportant pas d'aide supplémentaire aux très jeunes enfants lors des vagues de chaleur semblent être 0,60 fois (OR = 0,60\*; IC [0,36;1,01]) moins susceptibles de manifester des symptômes que de ne pas manifester de symptômes, comparativement aux enfants dont la mère apporte de l'aide supplémentaire. Finalement, les enfants jamais laissés sans surveillance d'un adulte semblent être 1,51 fois (OR = 1,51\*; IC [0,36;1,01]) plus à risque de présenter des symptômes lors des vagues de chaleur que de ne pas en présenter, comparativement aux enfants parfois laissés à eux-mêmes. Les résultats du modèle 0 possèdent néanmoins leurs limites. En effet, dans le modèle 0, les effets des variables indépendantes sur la variable dépendante sont estimés séparément à l'aide de régressions simples. Ceci fait en sorte que l'on ne prend pas en considération d'autres variables pouvant influencer les effets des associations trouvées. Lorsqu'une variable indépendante apparaît significative dans le modèle 0 et qu'elle perd sa significativité lors de l'exécution de régressions multiples, cela pourrait signifier qu'elle captait l'effet d'une autre variable indépendante et que l'on retrouve une interaction entre ces deux variables. Dans les prochains paragraphes, nous étudions si ceci se produit dans les modèles 1, 2, 3, 4 et 5.

Le modèle 1, prenant en compte les caractéristiques de la mère et du ménage ainsi que les caractéristiques individuelles de l'enfant, n'est globalement pas significatif. Ces variables réunies ne semblent pas être associées à la prévalence des symptômes lors des vagues de chaleur. Par ailleurs, aucune des variables ou modalités du modèle 1 ne présente un effet significatif sur la variable dépendante.

Le modèle 2 est globalement non significatif. Nous constatons, à la lecture des résultats, que les variables d'exposition et les variables associées aux caractéristiques de la mère, du ménage et de l'enfant, lorsque réunies, influent non significativement sur la prévalence des symptômes chez l'enfant lors des vagues de chaleur. Nous retrouvons qu'une seule modalité significative dans le modèle. En effet, la modalité de l'éventail comme meilleur équipement de rafraîchissement à disposition est statistiquement significative à 1%. Les enfants vivant dans des ménages disposant d'un éventail comme meilleur équipement de rafraîchissement semblent être 2,09 fois (OR = 2,09\*\*\*) plus susceptibles de présenter des symptômes lors des vagues de chaleur que de ne pas présenter de symptômes, comparativement aux enfants n'ayant aucun équipement de rafraîchissement. L'effet significatif de l'éventail dans le modèle 0 demeure statistiquement significatif dans le modèle 2. Néanmoins, le modèle ne détient pas un seuil de significativité inférieur à 10% et nous constatons ainsi que la disposition de l'éventail pourrait avoir un effet sur la prévalence des symptômes mais ceci nécessiterait d'être testé avec d'autres données. Nous remarquons également qu'en comparaison au modèle 0, la variable du type de toit dans la chambre de l'enfant perd sa significativité lorsque nous considérons le meilleur équipement de rafraîchissement à disposition et les variables associées aux caractéristiques de la mère, du ménage et de l'enfant dans le modèle 2.

Quant au modèle 3, axé sur la composante de la sensibilité de la vulnérabilité, il est globalement non significatif. Les variables de la supervision de l'enfant et les variables associées aux caractéristiques de la mère, du ménage et de l'enfant, lorsque considérées ensemble, influent non significativement sur la prévalence des symptômes chez l'enfant lors des vagues de chaleur. Aucune des variables du modèle apparaît significative. Les variables de la surveillance de la

mère et de l'aide supplémentaire apportée aux très jeunes enfants lors des vagues de chaleur se retrouvent significatives à 10% dans le modèle 0 et deviennent non significatives dans le modèle 3, lorsque nous considérons les variables associées aux caractéristiques de la mère, du ménage et de l'enfant.

Pour le modèle 4, qui comprend les variables de la composante de la résilience du schéma de vulnérabilité, il est globalement non significatif. Les variables de la résilience jointes dans le modèle aux variables associées aux caractéristiques de la mère, du ménage et de l'enfant influent non significativement sur la prévalence des symptômes chez l'enfant lors des vagues de chaleur. De plus, aucune des variables du modèle apparaît significative.

Le modèle 5, qui prend en compte l'ensemble des variables indépendantes, est globalement non significatif. Seule la modalité de l'éventail comme meilleur équipement de rafraîchissement à disposition apparaît significative à 5%. En comparaison aux modèles 0 (OR = 2,15\*\*\*) et 2 (OR = 2,09\*\*\*), le fait d'inclure toutes les variables dans le modèle 5 diminue l'effet de cette modalité (OR = 1,80\*\*). Somme toute, nous constatons que la modalité de l'éventail est significative dans le modèle 5 mais que le modèle ne possède pas un seuil de significativité inférieur à 10%. Nous considérons alors que la disposition de l'éventail pourrait être associée à la prévalence des symptômes mais ceci mériterait d'être étudié avec d'autres données. Le modèle rend également non significatives plusieurs variables apparues significatives dans les précédents modèles dont le type de toit dans la chambre de l'enfant, l'aide supplémentaire apportée aux très jeunes enfants lors des vagues de chaleur ainsi que la surveillance d'un adulte.

Plusieurs variables sont apparues non significatives ou n'ont pas de modalités significatives dans l'un des modèles. Parmi ces variables, nous retrouvons la modification de l'heure de l'activité lors des vagues de chaleur, l'augmentation du nombre de douches ou de bains lors des vagues de chaleur, le type de quartier, le niveau d'éducation de la mère, l'âge de la mère ainsi que le sexe et l'âge de l'enfant. Les rapports de cotes vont dans le sens attendu

pour les modalités des variables de l'âge de la mère et de l'âge de l'enfant. Par contre, les rapports de cotes des modalités des variables de la modification de l'heure de l'activité, de l'augmentation du nombre de douches ou de bains lors des vagues de chaleur, du type de quartier et du niveau d'éducation de la mère ne semblent pas aller dans le sens attendu. Pour ce qui est du sexe de l'enfant, l'effet estimé est très proche de 1,0 (effet nul) pour l'ensemble des modèles. Néanmoins, ces derniers résultats ne sont pas statistiquement significatifs et ne sont donc pas fiables.

## Chapitre 5 : Discussion

Les résultats semblent identifier une relation faiblement significative entre le type de toit dans la chambre de l'enfant et la prévalence des symptômes chez l'enfant lors des vagues de chaleur (modèle 0). Il faut par contre utiliser ce résultat avec discernement puisque soit cette relation existe réellement (mais apparaît peu significative dans notre modèle statistique), soit elle n'existe pas, ou soit elle est positive, mais très peu significative (i.e. OR = 1,68\* (0,97 ; 2,91)). Dans le cas où cette relation existe, la relation n'évolue pas dans le sens attendu. Nous notons effectivement que les enfants dont le toit de chambre est isolé ou construit avec du ciment / béton (dalle) semblent plus susceptibles de présenter des symptômes lors des vagues de chaleur que de ne pas présenter de symptômes, par rapport aux enfants dont le toit de chambre est fait de tôle galvanisée / métal / fer-blanc / zinc. Nous nous attendions plutôt à ce que l'isolation et la qualité du plafond contribuent à diminuer les températures dans les habitations, ce qui conséquemment aurait pu réduire la prévalence des symptômes chez l'enfant lors des vagues de chaleur (hypothèse 1.1). Zuo et al. (2015) ont similairement constaté que l'isolation et la qualité du plafond avaient un impact important sur la température ressentie dans les habitations.

En ce qui a trait à l'effet du profil socio-économique de la mère et du ménage, nous avons posé l'hypothèse 2.1 selon laquelle le fait d'avoir une mère éduquée est associé à une diminution de la prévalence des symptômes chez l'enfant lors des vagues de chaleur. De plus, pour l'hypothèse 2.2, nous supposons que le fait de vivre dans un quartier loti diminue la



prévalence des symptômes chez l'enfant lors des vagues de chaleur. Ces hypothèses ne peuvent être validées puisque, selon nos résultats, aucune variable associée au profil socio-économique de la mère et du ménage détient un lien significatif avec la prévalence des symptômes chez l'enfant lors des vagues de chaleur à un seuil de significativité de 10%. Nous constatons l'absence d'association significative entre l'éducation de la mère ainsi que le type de quartier et la prévalence des symptômes chez l'enfant lors des vagues de chaleur.

De plus, nous constatons une absence d'association entre la prévalence des symptômes et les variables associées aux caractéristiques individuelles de l'enfant. Dans la revue de littérature, nous avons noté davantage d'études mentionnant que les garçons, particulièrement les nourrissons, étaient plus susceptibles de décéder lors des vagues de chaleur comparativement aux filles (hypothèse 3.1) (Hutter et al., 2007; Fouillet et al., 2006). Nous avons néanmoins identifié certaines études tenant différents propos. Par exemple, Basagaña et al. (2011) ont constaté en Catalogne que les filles étaient plus à risque de décéder lors des journées de canicule. Considérant l'ambiguïté à travers les recherches, c'est sans grande surprise que nous constatons l'absence d'association entre le sexe de l'enfant et la prévalence des symptômes lors des vagues de chaleur. Par ailleurs, les résultats obtenus révèlent l'absence d'association entre l'âge de l'enfant et la prévalence des symptômes chez l'enfant lors des temps particulièrement chauds. Similairement aux résultats obtenus par Basagaña et al. (2011) et Thompson et al. (2012), nous aurions cru que les plus jeunes enfants se présentent davantage affectés par les vagues de chaleur (hypothèse 3.2). Nous sommes donc étonnées de constater une absence d'association significative. Thompson et al. (2012) explique néanmoins que les enfants plus âgés peuvent passer plus de temps à l'extérieur, ce qui les expose davantage au soleil. Il est possible que cette plus grande activité à l'extérieur chez les enfants plus vieux vienne diminuer les écarts de l'occurrence des symptômes entre les âges, ce qui pourrait se traduire par l'absence d'association entre l'âge de l'enfant et la prévalence des symptômes. D'autre part, nous ne trouvons pas d'association entre l'âge de la mère et la prévalence des symptômes chez l'enfant lors des vagues de chaleur. Nous nous attendions à ce que les mères plus jeunes (24 ans et moins) aient des enfants plus à risque de présenter des symptômes lors des vagues de chaleur (hypothèse 3.3). LeGrand et Mbacké (1993) et Mascie-Taylor et Kaplan (1993) expliquent notamment que

les jeunes mères peuvent, par manque d'expérience, adopter des habitudes et des comportements moins favorables en ce qui a trait à l'administration des soins de santé. Bien que nous n'ayons pas eu de résultat significatif dans l'analyse explicative, nous avons constaté dans l'analyse descriptive que les mères plus jeunes (24 ans et moins) sont nombreuses à ne jamais laisser l'enfant sans surveillance d'un adulte, à augmenter leur nombre de douches ou de bains lors des vagues de chaleur et à aider les très jeunes enfants en période de très forte chaleur.

Nous souhaitons regarder si des modèles moins paramétrés nous permettraient d'identifier davantage de résultats significatifs. L'insertion de plusieurs variables catégorielles pourrait sur-paramétriser les modèles et, conséquemment, diminuer le nombre de relations significatives trouvées. Tout en considérant la revue de la littérature, nous avons retiré, dans les modèles 2, 3 et 4, deux variables associées au profil socio-économique: le type de quartier et le niveau d'éducation de la mère. Or, nous avons été incapables d'identifier davantage de variables ou de modalités significatives (Annexe A.I). Dans le cadre d'une autre tentative, nous avons transformé la variable dépendante ordinale en variable dichotomique. La prévalence des symptômes chez l'enfant lors des vagues de chaleur est ainsi séparée en deux modalités soit : 0 symptôme et 1 symptôme ou plus. Bien qu'en comparaison aux régressions réalisées dans le Tableau IX, nous retrouvons plus de résultats significatifs pour les modèles 2 et 3 (Annexe A.II), nous considérons moins favorable d'utiliser une variable dichotomique puisque très peu d'enfants ne manifestent aucun symptôme lors des vagues de chaleur. Effectivement, 15,5% des enfants n'ont aucun symptôme et ceci offre donc peu de nuances. Nous croyons, somme toute, que la puissance statistique des tests est diminuée en raison de la faible taille de l'échantillon. Ceci affecterait la précision des résultats et expliquerait en grande partie le fait que nous identifions peu d'associations significatives.

Par ailleurs, les résultats obtenus suggèrent que les enfants vivant dans des ménages disposant d'un éventail comme meilleur équipement de rafraîchissement à disposition sont plus à risque de manifester des symptômes lors des vagues de chaleur que de ne pas en manifester, comparativement aux enfants habitant dans des ménages n'ayant aucun équipement de

rafraîchissement (modèles 0, 2 et 5). Ce résultat nous paraît surprenant puisque l'éventail peut contribuer à mieux gérer la chaleur. Il est également économiquement accessible en comparaison au ventilateur ou au climatiseur. De plus, la disposition d'un équipement de rafraîchissement témoigne d'un effort supplémentaire en raison de la nécessité d'acquérir le produit. Il est néanmoins possible que les ménages ne disposant pas d'éventail ne voient pas l'effet considérable de ce moyen de rafraîchissement et préfèrent investir leur argent autrement. Nous pouvons d'ailleurs supposer que certains individus ne voient pas la nécessité d'avoir cet équipement de rafraîchissement puisqu'ils se sentent moins affectés par la chaleur. Par contre, les modèles où la modalité de l'éventail est significative ne détiennent pas un seuil de significativité inférieur à 10% et nous constatons donc que la disposition de l'éventail pourrait être associée à la prévalence des symptômes, mais ceci nécessiterait d'être testé avec d'autres données.

De plus, les résultats semblent présenter une relation faiblement significative entre l'aide supplémentaire apportée aux très jeunes enfants lors de vagues de chaleur et l'occurrence de symptômes de problèmes de santé chez l'enfant (modèle 0). Nous devons traiter ce résultat avec prudence, car soit cette relation existe réellement (mais apparaît peu significative dans notre modèle statistique), soit elle n'existe pas ou soit elle est positive, mais très peu significative (i.e. OR = 0,60\* (0,36 ; 1,01)). Dans le cas où cette relation existe, elle va dans le sens opposé à ce que nous aurions anticipé. Les résultats obtenus suggèrent effectivement que les mères apportant de l'aide supplémentaire aux très jeunes enfants ont des enfants plus susceptibles de présenter des symptômes. Bien que nous n'ayons pas d'hypothèse concernant cette association, nous aurions pu croire que les mères apportant de l'aide supplémentaire aux très jeunes enfants aient des enfants moins susceptibles de présenter des symptômes. Cette habitude aurait pu se refléter dans l'attention et la mobilisation de la mère auprès des très jeunes enfants en période de très forte chaleur. L'aide supplémentaire apportée inclut le plus souvent de donner à boire à l'enfant, de le rincer et de le surveiller afin qu'il n'aille pas au soleil. Les résultats semblent également montrer une relation faiblement significative entre la surveillance de l'enfant et la prévalence des symptômes chez l'enfant lors des vagues de chaleur (modèle 0). Similairement à la relation auparavant mentionnée, nous devons considérer ce résultat avec discernement (i.e. OR = 1,51\*

(1,00 ; 2,28)). Il semble que les enfants toujours sous la surveillance d'un adulte soient plus à risque de manifester des symptômes lors des vagues de chaleur comparativement aux enfants parfois laissés sans surveillance d'un adulte. Nous n'avons également pas d'hypothèse sur cette association, toutefois nous nous serions attendus à ce que les enfants jamais laissés sans surveillance d'un adulte soient moins susceptibles de présenter des symptômes lors des vagues de chaleur. Similairement à ce que nous avons soulevé dans l'analyse factorielle, il se pourrait que ce soit parce que les mères observent plus de symptômes chez leur enfant, qu'elles laissent toujours les enfants sous la surveillance d'un adulte et qu'elles apportent de l'aide supplémentaire aux très jeunes enfants. À l'inverse, les enfants peuvent être parfois laissés sans surveillance d'un adulte et les mères peuvent ne pas apporter d'aide supplémentaire aux très jeunes enfants puisqu'elles identifient moins de symptômes chez leur enfant. Nous aurons la chance d'aborder ce point plus en détail dans les prochains paragraphes.

Nos résultats montrent la possible existence d'associations inattendues dans l'analyse descriptive pour plusieurs variables indépendantes. Nous croyons qu'il pourrait y avoir aussi des biais de déclaration. Nous nous questionnons plus particulièrement sur les déclarations des symptômes lors des vagues de chaleur. La variable dépendante de la prévalence des symptômes est rétrospective et demande donc aux répondantes de se souvenir d'évènements passés. Cette variable fait appel à la mémoire des répondantes, ce qui peut mener à un biais de rappel. D'ailleurs, les questions associées à cette variable ne précisent pas le mois de l'année où seraient apparus les symptômes et laissent à la mère juger ce que constitue « un épisode de très forte chaleur ». Il aurait néanmoins été difficile de se souvenir plus particulièrement des symptômes selon le mois. Il peut également se former un biais de perception puisque la déclaration de la fréquence de l'évènement passe par l'interprétation des mères. La lecture de l'état de santé de l'enfant influe sur la réponse obtenue. Considérant ces différents éléments, il aurait été possible pour la mère de surestimer ou de sous-estimer rétrospectivement la fréquence des symptômes.

Dans la même lignée, la supervision de la mère pourrait contribuer à expliquer la formation de biais dans l'auto-déclaration des symptômes et la présence d'associations n'évoluant possiblement pas dans le sens attendu. Tel que précédemment abordé, nous relevons la possibilité que les enfants ne soient jamais laissés sans surveillance d'un adulte et que les

mères apportent de l'aide supplémentaire aux très jeunes enfants lors des périodes de très forte chaleur puisque celles-ci observent plus de symptômes chez leurs enfants. À l'inverse, nous notons la possibilité que les enfants soient parfois laissés sans surveillance d'un adulte et que les mères n'apportent pas d'aide supplémentaire aux très jeunes enfants lors des vagues de chaleur puisque ces dernières observent moins de symptômes chez leur enfant. De plus, il pourrait être question d'un biais à l'égard de la lecture et de l'évaluation des symptômes. Nous pourrions soupçonner que certaines mères sous-déclarent le nombre de symptômes chez l'enfant en raison de biais liés à la surveillance parfois absente d'un adulte et à l'absence d'aide supplémentaire apportée aux très jeunes enfants lors des vagues de chaleur.

Tel qu'aparavant mentionné dans les limites des données, nous pourrions également soupçonner un biais de sélection puisque seuls les enfants en vie lors de l'enquête ont été pris en compte dans l'échantillonnage. Nous relevons un biais de sélection favorisant les enfants plus résistants qui sont restés en vie. Entre 2010 et 2015, la mortalité néonatale est estimée à 23 pour 1000 naissances vivantes et le taux de mortalité post-néonatale est estimé à 19 pour 1000 naissances vivantes. De plus en 2015, la mortalité des enfants de moins de 5 ans s'élevait à 81,6‰ (Ministère de la Santé-OMS, 2017). Les enfants ayant perdu la vie due aux effets sur la santé des vagues de chaleur ou pour toutes autres raisons ne se retrouvent pas inclus dans l'échantillon. Nous considérons donc impossible d'affirmer avec certitude qu'il y a indépendance entre le fait d'être en vie et les symptômes apparaissant chez l'enfant lors des vagues de chaleur. Ce biais pourrait mener à la sous-estimation des effets bénéfiques associés au fait d'avoir un toit de meilleure qualité et un meilleur équipement de rafraîchissement à disposition. Ce biais de sélection pourrait également sous-estimer l'effet bénéfique, de l'aide supplémentaire apportée aux très jeunes enfants lors des vagues de chaleur et de la surveillance constante d'un adulte. Les enfants plus fragiles peuvent être plus sensibles aux effets de la chaleur. Si ceux-ci sont décédés, ils ne peuvent pas manifester le bénéfice d'avoir par exemple un toit isolé ou de l'aide supplémentaire d'un adulte lors des vagues de chaleur. Afin de renchérir sur ces informations, nous aurions aimé pouvoir identifier les excès de mortalité chez les enfants dus à la chaleur à Ouagadougou ou au Burkina Faso dans l'une des dernières années cependant cette information semble être difficile à trouver.

Nous notons également que certaines mères auraient pu vouloir se montrer sous une facette positive, lorsqu'interrogées. Celles-ci auraient pu décider de renforcer des caractéristiques ou des comportements socialement désirables de sorte qu'elles seront réticentes à admettre certaines réalités. Ceci pourrait provenir du désir de se présenter sous un jour favorable envers autrui. Le biais de désirabilité impacte néanmoins sur l'exactitude des résultats de l'enquête puisque les réponses peuvent être biaisées en faveur de ce qui est estimé comme socialement valorisé. Dans la même lignée, nous croyons que certaines mères auraient pu mentionner que leur enfant manifeste moins de symptômes afin de bien paraître malgré des conditions moins favorables. Par exemple, des participantes auraient pu affirmer n'avoir aucun équipement de rafraîchissement à disposition, mais mentionner que leur enfant présente moins de symptômes afin d'être positivement perçu dans l'étude et par l'intervieweur malgré cette condition moins favorable.

En outre, Charasse (1999) explique que plusieurs facteurs peuvent influencer les déclarations des mères, dont le revenu, l'éducation, l'appartenance ethnique et une capacité socio-économique à entrer sur le marché des soins. Dans le cadre d'une étude réalisée en Australie, Johnston et al. (2009) expliquent notamment que les personnes à faible revenu sont plus susceptibles que les personnes à revenu élevé de sous-déclarer une mauvaise santé lors de l'auto-déclaration des maladies. Les individus enquêtés peuvent ne pas reconnaître leur état de santé et donner des informations incorrectes. Bago d'Uva et al. (2008) constate que l'auto-déclaration de l'état de santé varie selon la signification de la santé pour l'individu, les attentes associées à leur santé, leur utilisation des soins de santé et leur compréhension des questions posées. Filmer (2005), dans une étude effectuée en Afrique Sub-Saharienne, explique aussi qu'il faut être prudent dans l'interprétation des données auto-déclarées sur l'incidence de la fièvre. Il note que les parents peuvent être dans l'incapacité de reconnaître les symptômes de la fièvre chez l'enfant. L'auteur observe également que l'auto-déclaration de la fièvre peut différer selon le groupe socio-économique. Au Népal, Ansari et al. (2011) constatent des différences concernant les connaissances et la prise en charge de la diarrhée chez les mères. Les auteurs expliquent que les caractéristiques sociodémographiques telles que l'éducation et la profession

des mères, le statut d'emploi du mari, le revenu familial et la taille de la famille sont associés aux connaissances des mères sur la diarrhée et l'administration des soins. Dans la même lignée, nous soupçonnons que les mères ayant de meilleures conditions environnementales aient davantage de ressources et ceci pourrait se manifester dans l'accessibilité des soins ainsi que dans les options d'intervention chez l'enfant lors des vagues de chaleur. Les mères dont le toit de chambre de l'enfant est isolé ou fait en béton/ciment (dalle) pourraient relever davantage de symptômes chez l'enfant considérant que la prise en charge du problème par le système de santé serait plus accessible, entre autres, pour des raisons économiques. Inversement, les mères dont l'enfant possède un toit de chambre fait de tôle galvanisée / métal / fer-blanc / zinc peuvent soulever moins de symptômes en raison du fardeau financier sur l'économie familiale occasionné par l'accessibilité aux soins. Le Burkina Faso a adopté en 2015 une loi instituant un Régime d'assurance maladie universelle. Cependant, la couverture des populations indigentes et des travailleurs de l'économie informelle (paysans, mécaniciens, menuisiers, soudeurs, vendeurs dans les marchés, etc.) demeure particulièrement faible puisque la loi vise surtout les fonctionnaires et les travailleurs du secteur formel. Le montant élevé des cotisations et le faible choix au niveau des types de médicaments fournis semblent expliquer en partie la faible adhésion des travailleurs du secteur informel aux mécanismes assuranciers. Des cartes d'indigences sont également données aux individus ayant un revenu insuffisant ou absent. Dans chaque village, un comité de ciblage de 10 personnes est responsable de sélectionner une minorité d'individus indigents. Or, les médicaments non inclus dans l'assurance nécessitent des coûts supplémentaires et, pour les personnes moins nanties n'ayant pas été sélectionnées afin d'obtenir gratuitement l'assurance, la cotisation ne semble pas à la portée financière (Kagambega, 2020). Le ministre de la Fonction publique, du travail et de la protection sociale, Clément P. Sawadogo explique également en décembre 2018 que 10% de population possédait l'assurance maladie universelle (Kammanl, 2018). Nous pouvons en conclure que lors de la collecte de données de mars à mai 2017 un faible pourcentage de la population burkinabé avait l'assurance maladie universelle.

La mesure de la santé auto-déclarée est largement répandue dans les questionnaires (Clark et Vicard, 2007). Elle permet d'analyser la perception de l'individu de sa propre santé et offre une information pertinente afin d'étudier ou de prédire les comportements et les décisions

des individus enquêtés. Néanmoins, l'auto-déclaration de l'état de santé peut être moins appropriée afin de cerner les inégalités de santé (Johnston et al., 2009). En effet, Johnston et al. (2009) notent que les biais de déclaration dans les données affectent la robustesse des résultats. Ils constatent que les biais d'auto-déclaration aléatoire s'ajoutent aux bruits des estimations. Dans l'éventualité que les biais soient influencés par des caractéristiques socio-économiques, tel semble être notre cas, les estimations se retrouvent biaisées. Ils notent néanmoins que les variables démographiques et socio-économiques permettent d'étudier la subjectivité et l'endogénéité de l'auto-évaluation. Similairement, bien qu'il soit difficile d'isoler et d'évaluer ces biais, Clark et Vicard (2007) expliquent qu'il est pertinent de relier la santé autodéclarée à des variables socio-économiques d'intérêt. Ceci permet d'étudier l'hétérogénéité des comportements de réponse. Lorsqu'une variable socio-économique apparaît significative, cela témoigne qu'elle possède un effet sur les comportements de réponse. Or, nous identifions aucune variable socio-économique significative dans l'étude. Néanmoins, lorsque nous prenons en compte l'effet brut des variables indépendantes sur la prévalence des symptômes, nous constatons l'existence possible d'une relation significative entre le type de toit dans la chambre de l'enfant et l'occurrence des symptômes chez l'enfant lors des vagues de chaleur (modèle 0). Considérant que cette variable pourrait dépendre, entre autres, des caractéristiques socio-économiques du ménage, il serait possible que le type de toit dans la chambre de l'enfant possède un effet sur les comportements de réponse.

En ce qui a trait aux questions sélectionnées pour cette étude, nous constatons qu'elles sont formulées de façon précise, simple, courte, neutre et sans ambiguïté dans le questionnaire. Les options de réponses pour l'ensemble du questionnaire ne sont également pas exhaustives ni très limitées. De plus, les questions posées ne laissent pas prétendre qu'il y a une réponse plus « juste ». Faisant suite à ce que nous avons précédemment abordé dans la discussion, il aurait été bénéfique d'ajouter des questions sur le revenu afin de savoir la tranche de revenu du ménage au cours de la dernière année et leur niveau de difficulté à rejoindre les deux bouts. Cette information aurait pu contextualiser les résultats inattendus identifiés dans cette étude. Dans un futur questionnaire, nous croyons qu'il pourrait également être pertinent d'intégrer davantage de questions liées aux comportements et aux habitudes de résilience adoptés envers l'enfant lors



des vagues de chaleur. Plusieurs des questions associées à la résilience font état des habitudes de la mère envers elle-même et non spécifiquement envers l'enfant. Il aurait été préférable d'étudier plus spécifiquement l'administration des soins chez l'enfant lors des vagues de chaleur. Par exemple, il pourrait être pertinent de demander à la mère si elle augmente le nombre de douches ou de bains chez l'enfant, si elle modifie la façon dont l'enfant s'habille ou si elle donne davantage d'eau à l'enfant lors des vagues de chaleur. D'autre part, bien que dans le questionnaire nous retrouvons des questions sur les fausses couches et si cela s'est passé durant la saison chaude et sèche, il n'y a pas de questions associées au décès des enfants nés vivants. Considérant que la mortalité infantile est forte au pays (Ministère de la Santé-OMS, 2017) et que les données ne prennent pas en considération les enfants décédés, il serait pertinent de demander aux mères si elles ont perdu un enfant de 5 ans et moins. Ceci nous permettrait de renchérir sur l'explication du biais de sélection.

## **Conclusion**

Dans le cadre de cette étude, nous avons cherché à mesurer l'influence de la vulnérabilité différentielle sur la prévalence des symptômes chez les enfants de cinq ans et moins à Ouagadougou. Pour ce faire, nous nous sommes basées sur les données de l'enquête de la vulnérabilité et des capacités d'adaptation de la population de l'OPO aux vagues de chaleur. Réalisée en 2017, cette enquête de l'Observatoire de Population de Ouagadougou regroupe de nombreuses variables liées à l'état de santé de l'enfant, aux comportements d'adaptation, à l'environnement immédiat et au profil sociodémographique et économique des mères. De plus nous trouvons des relations faiblement significatives entre la prévalence des symptômes chez l'enfant lors des vagues de chaleur et plusieurs variables indépendantes dont le type de toit dans la chambre de l'enfant, l'aide supplémentaire apportée aux très jeunes enfants lors des vagues de chaleur et la surveillance d'un adulte. Nous devons néanmoins considérer ces résultats avec prudence, car soit ces relations existent réellement (mais apparaissent peu significatives dans notre modèle statistique), soit elles n'existent pas. Dans le cas où ces relations existent, elles vont dans le sens opposé à ce que nous aurions anticipé. De plus, les résultats obtenus suggèrent que les enfants vivant dans des ménages disposant d'un éventail comme meilleur équipement

de rafraîchissement à disposition sont plus à risque de manifester des symptômes lors des vagues de chaleur que de ne pas en manifester, comparativement aux enfants habitant dans des ménages n'ayant aucun équipement de rafraîchissement. Cependant, les modèles où la modalité de l'éventail est significative ne possèdent pas un seuil de significativité inférieur à 10% et nous estimons donc que la disposition de l'éventail pourrait avoir une relation avec la prévalence des symptômes, mais ceci mériterait d'être testé avec d'autres données.

Nous avons également noté quatre principales limites aux données utilisées, en l'occurrence l'auto-déclaration des symptômes, la nature transversale des données, la petite taille de l'échantillon ainsi que la présence d'un biais de sélection. En ce qui concerne la méthode de collecte, ce sont les personnes à charge de l'enfant, soit le plus souvent les mères, qui déclarent les conditions de santé de l'enfant. Or, bien que la mesure auto-déclarée soit plus simple à collecter, elle représente un reflet biaisé de l'état de santé réel. Les variables socio-économiques peuvent interférer dans les comportements de réponse des enquêtés et mener à l'insertion de biais complexes à isoler et à mesurer (Ansari et al., 2011 ; Charasse, 1999; Clark et Vicard, 2007; Filmer 2005; Johnston et al., 2009). Par ailleurs, nous croyons qu'il pourrait être bénéfique de procéder à la confirmation médicale des symptômes. Il pourrait être envisageable, par exemple, de réaliser l'enquête lors d'une vague de chaleur et d'engager un(e) professionnel(le) de la santé comme enquêteur(trice) afin d'identifier, avec l'aide la mère, les symptômes de l'enfant.

En outre, considérant la nature transversale des données, les résultats de cette recherche ne peuvent pas être interprétés comme des relations causales, mais plutôt des associations. Des données longitudinales auraient toutefois permis de distinguer l'effet net des vagues de chaleur grâce à la comparaison des périodes. En effet, il aurait été possible de différencier les symptômes apparaissant lors des vagues de chaleur aux symptômes manifestés lorsqu'il ne fait pas particulièrement chaud. Étant donné que nos analyses se basent sur des données transversales et rétrospectives, nous retrouvons d'ailleurs des biais de rappel. Ceci mène à la surestimation ou à la sous-estimation de la fréquence des symptômes. Du plus, la base de données regroupe un échantillon de 332 enfants. Cette faible taille de l'échantillon diminue la puissance statistique des tests ainsi que la fiabilité et la précision des résultats. Nous croyons que des recherches

supplémentaires sont nécessaires et que des études avec des échantillons de plus grande taille permettraient de confirmer les résultats obtenus. Finalement, dans notre échantillon, seuls les enfants en vie lors de l'enquête ont été pris en considération. Il est donc impossible d'affirmer avec certitude qu'il y a indépendance entre le fait d'être en vie et les symptômes apparaissant chez l'enfant lors des vagues de chaleur.

Malgré ces biais, ce mémoire participe à l'enrichissement de la littérature des effets des changements climatiques sur la santé humaine au Burkina Faso. Il fournit un exemple de l'application du concept de vulnérabilité climatique dans un contexte sahélien, une région du monde souvent ignorée dans les recherches sur les effets des changements climatiques. Cette étude soulève également des questionnements pertinents sur les biais de l'auto-déclaration de l'état de santé et constitue un bon point de départ pour de futures recherches sur l'effet des vagues de chaleur chez les enfants au Sahel.

## Bibliographie

AGRESTI, A. 2002. « Logit Models for Multinomial Responses », dans A. AGRESTI, *Categorical data analysis*, Hoboken, John Wiley & Sons Inc. : 267-313.

ANSARI, M., M. IBRAHIM et P. SHANKAR. 2011. « A survey of mothers' knowledge about childhood diarrhoea and its management among a marginalised community of Morang, Nepal », *Australasian Medical Journal*, vol. 4, n° 9 : 474-479.

ANTWI-AGYEI, P., E. FRASER, A. DOUGILL, L. STRINGER et E. SIMELTON. 2012. « Mapping the vulnerability of crop production to drought in Ghana using rainfall, yield and socioeconomic data », *Applied Geography*, vol. 32, n° 2 : 324-334.

BAI, L., G. DING, S. GU, P. BI, B. SU, D. QIN, G. XU et Q. LIU. 2014. « The effects of summer temperature and heat waves on heat-related illness in a coastal city of China, 2011–2013 », *Environmental Research*, vol. 132 : 212-219.

BARBIERI, M. 1989. *The Determinants of Infant and Child Mortality in Senegal: An Analysis of DHS Data*, Berkeley, University of California, 207 p. Thèse de doctorat en démographie.

BASAGAÑA, X., C. SARTINI, J. BARRERA-GOMEZ, P. DADVAND, J. CUNILLERA, B. OSTRO, J. SUNYER et M. MEDINA-RAMON. 2011. « Heat Waves and Cause-specific Mortality at all Ages », *Epidemiology*, vol. 22, n° 6 : 765-772.

BECERRA, S. 2012. « Vulnérabilité, risques et environnement : l'itinéraire chaotique d'un paradigme sociologique contemporain », *VertigO*, vol. 12, n° 1 : 2-23.

BIRKMANN, J. 2006. « Indicators and criteria for measuring vulnerability: theoretical bases and requirements », dans J. BIRKMANN, *Measuring Vulnerability to Natural Hazards: Towards Disaster Resilient Societies*, New York, United Nations University Press : 55-77.

BIRKMANN, J. 2006. « Measuring vulnerability to promote disaster-resilient societies: Conceptual frameworks and definitions », dans J. BIRKMANN, *Measuring Vulnerability to Natural Hazards: Towards Disaster Resilient Societies*, New York, United Nations University Press : 9-54.

BIRKMANN, J. et B. WISNER. 2006. « Measuring the Un-Measurable; The Challenge of Vulnerability », *UN University Institute for Environment and Human Security Education*, n° 5 : 1-62.

BOUBA DJOURDEBBÉ, F., S. DOS SANTOS, T. LEGRAND et A. BASSIAHI SOURA. 2015. « Influence des facteurs environnementaux et démographiques dans la cooccurrence de la diarrhée et de la fièvre chez les enfants dans cinq quartiers périphériques de Ouagadougou (Burkina Faso) », *Cahiers québécois de démographie*, vol. 44, n° 1 : 35–64.

BROTHWOOD, M., D. WOLKE, H.R. GAMSU, J. BENSON et D. COOPER. 1986. « Prognosis of the very low birthweight baby in relation to gender », *Archives of disease in childhood*, vol. 61, n° 6 : 64-559.

BUNYAVANICH, S., C. LANDRIGAN, A. MCMICHAEL et P. EPSTEIN. 2003. « The Impact of Climate Change on Child Health », *Ambulatory Pediatric*, vol. 3, n° 1 : 44-52.

CAHUZAC, E., et C. BONTEMPS. 2008. *Stata par la pratique : statistiques, graphiques et éléments de programmation*, Toulouse, Stata Press Publication, 254 p.

CANTAT, O. 2005. « Dynamique spatio-temporelle d'un évènement météo-climatique extrême : La canicule de l'été 2003 en Europe de l'Ouest », *Annales de l'Association Internationale de Climatologie*, vol. 2 : 99-136.

CHARASSE, C. 1999. « La mesure et les déterminants de l'état de santé en Afrique du Sud », *Revue d'économie du développement*, vol. 7, n° 4 : 9-37.

CLARK, A. et A. VICARD. 2007. « Conditions de collecte et santé subjective : une analyse sur données européennes », *Économie et statistique*, n° 403-404 : 143-163.

CUTTER, S., B. BORUFF et W. SHIRLEY. 2003. « Social Vulnerability to Environmental Hazards », *Social Science Quarterly*, vol. 84, n° 2 : 242-261.

CUTTER, S., C. EMRICH, J. WEBB et D. MORATH. 2009. *Social Vulnerability to Climate Variability Hazards: A Review of the Literature*, Columbia, University of South Carolina, Hazards and Vulnerability Research Institute, 44 p.

DAMM, M. 2010. *Mapping social-ecological vulnerability to flooding: a sub-national approach for Germany*, Bonn, Université de Bonn, 226 p. Mémoire de maîtrise en géographie.

DAOUD, J. 2017. « Multicollinearity and Regression Analysis », *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 949, n° 1 : 1-6.

DAPI, L., J. ROCKLO, G. NGUEFACK-TSAGUE, E. TETANYE et T. KJELLSTROM. 2010. « Heat impact on schoolchildren in Cameroon, Africa: potential health threat from climate change », *Global Health Action*, vol. 3 : 1-8.

DÉCAMPS, H. 2007. « La vulnérabilité des systèmes socioécologiques aux événements extrêmes : exposition, sensibilité, résilience », *Natures Sciences Sociétés*, vol. 15, n° 1 : 48-52.

DIBOULO, E., A. SIÉ, J. ROCKLO, J. NIAMBA, M. YÉ, C. BAGAGAN et R. SAUERBORN. 2012. « Weather and mortality: a 10 years retrospective analysis of the Nouna Health and Demographic Surveillance System, Burkina Faso », *Global Health Action*, vol. 5 : 6-13.

DOS SANTOS, S. 2014. « L'accès à l'eau des populations dans les quartiers informels de Ouagadougou : un objectif loin d'être atteint », dans A. SOURA, S. DOS SANTOS et F. OUÉDRAOGO, *Climat et accès aux ressources en eau en zones informelles de Ouagadougou*, Ouagadougou, Presses universitaires de Ouagadougou : 57-72.

DOS SANTOS, S. et A. SOURA. 2014. « Changement climatique, ressource et accès à l'eau : un défi majeur pour les villes sahéliennes », dans A. SOURA, S. DOS SANTOS et F. OUÉDRAOGO, F., *Climat et accès aux ressources en eau en zones informelles de Ouagadougou*, Ouagadougou, Presses universitaires de Ouagadougou : 151-162.

DOS SANTOS, S., F. OUÉDRAOGO et A. SOURA. 2015. « Water-related factors and childhood diarrhea in African informal settlements. A cross-sectional study in Ouagadougou (Burkina Faso) », *Journal of Water and Health*, vol. 13, n° 2 : 562–574.

DOS SANTOS, S., Y. COMPAORE, F. KERE et R. MILLOGO. 2014. « La qualité de l'eau en milieu urbain informel : une dimension majeure de l'accès à l'eau potable », dans A. SOURA, S. DOS SANTOS et F. OUÉDRAOGO, *Climat et accès aux ressources en eau en zones informelles de Ouagadougou*, Ouagadougou, Presses universitaires de Ouagadougou : 73-92.

DURAND, C. 2005. *L'analyse factorielle et l'analyse de fidélité*, Montréal, Université de Montréal, 30 p. Notes de cours.

DURAND, C. 2013. *L'analyse factorielle et l'analyse de fidélité*, Montréal, Université de Montréal, 27 p. Notes de cours.

D'UVA, T., O. O'DONNELL et E. VAN DOORSLAER. 2008. « Differential health reporting by education level and its impact on the measurement of health inequalities among older Europeans », *International Journal of Epidemiology*, vol. 37, n° 6 : 1375-1383.

DUVAL, J. 2013. « L'analyse des correspondances et la construction des champs », *Actes de la recherche en sciences sociales*, vol. 5, n° 200 : 110-123.

FARGUES, P et O. NASSOUR. 1988. « Douze ans de mortalité urbaine au Sahel : niveaux, tendances, saisons et causes de mortalité à Bamako, 1974-1985 », *Travaux et documents de l'INED*, Paris, Presses universitaires de France, 224 p.

FILMER, D. 2005. « Fever and its treatment among the more and less poor in sub-Saharan Africa ». *Health Policy Plan*. vol. 20, n°6 : 337-346.

FOUILLET, A., G. REY, F. LAURENT, G. PAVILLON, S. BELLEC, C. GUIHENNEUC-JOUYAU, J. CLAVEL, E. JOUGLA et D. HÉMON. 2006. « Excess mortality related to the August 2003 heat wave in France. Int Arch Occup Environ Health », *International Archives of Occupational and Environmental Health*, vol. 80 : 16–24.

FRANCHINI, M. et P. MANNUCCI. 2015. « Impact on human health of climate changes », *European Journal of Internal Medicine*, vol. 26, n° 1 : 1–5.

FÜSSEL, H. et R. KLEIN. 2006. « Climate Change Vulnerability Assessments: an Evolution of Conceptual Thinking », *Climatic Change*, vol. 75 : 301–329.

GOUVERNEMENT DE LA NOUVELLE-ÉCOSSE. 2014. « Boutons de chaleur », [En ligne]. [https://811.novascotia.ca/health\\_topics/boutons-de-chaleur/?lang=fr](https://811.novascotia.ca/health_topics/boutons-de-chaleur/?lang=fr)

GOUVERNEMENT DU CANADA. 2019. « Maladie mains-pieds-bouche (entérovirus 71, EV 71) », [En ligne]. <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/maladies/maladie-mains-pieds-bouche.html>

GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. 2020. « Effets de la chaleur sur la santé », [En ligne]. <https://www.quebec.ca/sante/conseils-et-prevention/sante-et-environnement/effets-de-la-chaleur-accablante-et-extreme-sur-la-sante/msg/3/#c34503>

HUTH, R., J. KYSELY et L. POKORNA. 2000. « A GCM simulation of heat waves, dry spells, and their relationships to circulation », *Climate Change*, vol. 46 : 29–60.

HUTTER, H., H. MOSHAMMER, P. WALLNER, B. LEITNER et M. KUNDI. 2007. « Heatwaves in Vienna: effects on mortality », *The Middle European Journal of Medicine*, vol. 119 : 223-227.

INSTITUTE FOR DIGITAL RESEARCH & EDUCATION: STATISTICAL CONSULTING. 2020. « Ordered Logistic Regression – Stata Data Analysis Examples », [En ligne]. [http://www.cns.bf/IMG/pdf/RGPH\\_2006.pdf](http://www.cns.bf/IMG/pdf/RGPH_2006.pdf)

INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUE ET DE LA DÉMOGRAPHIE (INSD). 2008. « Recensement général de la population et de l’habitation de 2006 du Burkina Faso », [En ligne]. [http://www.cns.bf/IMG/pdf/RGPH\\_2006.pdf](http://www.cns.bf/IMG/pdf/RGPH_2006.pdf)

———. 2012. « Burkina Faso : Enquête Démographique et de Santé et à Indicateurs Multiples 2010 », [En ligne]. <https://dhsprogram.com/pubs/pdf/FR256/FR256.pdf>

———. 2018. « Annuaire statistique 2017 », [En ligne]. [http://www.insd.bf/n/contenu/pub\\_periodiques/annuaires\\_stat/Annuaire\\_stat\\_nationaux\\_BF/Annuaire\\_Statistique\\_National\\_2017.pdf](http://www.insd.bf/n/contenu/pub_periodiques/annuaires_stat/Annuaire_stat_nationaux_BF/Annuaire_Statistique_National_2017.pdf)

JOHNSTON, D., C. PROPPER et M. SHIELDS. 2009. « Comparing subjective and objective measures of health: Evidence from hypertension for the income/health gradient », *Journal of Health Economics*, vol. 28, n° 3 : 540-552.

KAGAMBEGA, M. 2020. « Les obstacles à l’effectivité de l’assurance maladie universelle au Burkina Faso », *SociologieS - Théories et recherches* : 1-19.

KAMMANL, A. 2018. « Régime d’assurance maladie universelle (RAMU) au Burkina Faso : Une révolution en matière de protection sociale », [En ligne]. <https://lefaso.net/spip.php?article81744>



KOFI AMEGAH, A., G. REZZA et J. JAAKKOLA. 2016. « Temperature-related morbidity and mortality in Sub-Saharan Africa: A systematic review of the empirical evidence », *Environment International*, vol. 91 : 133–149.

KOK, M., V. NARAIN, S. WONINK et J. JÄGER. 2006. « Human Vulnerability to Environmental Change: An Approach for UNEP's Global Environment Outlook », dans J. BIRKMANN, *Measuring Vulnerability to Natural Hazards: Towards Disaster Resilient Societies*, New York, United Nations University Press : 128-147.

KYNAST-WOLF, G., M. PREUß, A. SIÉ, B. KOUYATE. et H. BECHER. 2010. « Seasonal patterns of cardiovascular disease mortality of adults in Burkina Faso, West Africa », *Tropical Medicine and Internal Health*, vol. 15, n° 9 : 1082-1089.

LEGRAND, T. et C. MBACKÉ. 1991. *An Exploratory Analysis of the Determinants of Sex Differentials in Infant and Early Child Mortality in Sahel*, Article présenté à la conférence annuelle de la Population Association of America. Washington. D.C., 21 mars.

———. 1992. « Différences de mortalité selon le sexe et utilisation des services de santé au Mali », *Cahiers québécois de démographie*, vol. 211, n° 1 : 99–119.

———. 1993. « Teenage Pregnancy and Child Health in the Urban Sahel », *Studies in Family Planning*, vol. 24, n° 3 : 137-149.

LOCOH, T. 1987. « La répartition par sexe des enfants hospitalisés à Lomé (Togo) », dans P. CANTRELLE et al., *Estimation de la mortalité du jeune enfant (0-5 ans) pour guider les actions de santé dans les pays en développement*, Paris, INSERM, vol. 145 : 183-196.

LUERS, A., D. LOBELL, L. SKLAR, L. ADDAMS et P. MATSON. 2003. « A method for quantifying vulnerability, applied to the agricultural system of the Yaqui Valley, Mexico », *Global Environmental Change*, vol. 13, n° 4 : 255–267.

LUND, A. et M. Lund. 2018. « Ordinal Logistic Regression in SPSS », [En ligne]. <https://statistics.laerd.com/spss-tutorials/ordinal-regression-using-spss-statistics.php>

MASCIE-TAYLOR, N. et B. KAPLAN. 1993. « Relationship Between Mother's Age and Health Care Received by the Firstborn Child », *American Journal of Human Biology*, vol. 5, n° 2 : 169-172.

MINISTÈRE DE LA SANTÉ & OMS. 2017. « Profil sanitaire complet du Burkina Faso », [En ligne]. <https://www.afro.who.int/sites/default/files/2018-08/Profil%20sanitaire%20complet%20du%20Burkina%201.pdf>

MINISTÈRES EN CHARGE DE L'ÉDUCATION ET DE LA FORMATION DU BURKINA FASO. 2017. « Burkina Faso: Rapport d'état du système éducatif national; Pour une politique nouvelle dans le cadre de la réforme du continuum d'éducation de base », [En ligne]. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000253643>

MORA, C., B. DOUSSET, I. CALDWELL, F. POWELL, R. GERONIMO, C. BIELECKI, C. COUNSELL, B. Dietrich, E. JOHNSTON, L. LOUIS, M. LUCAS, M. MCKENZIE, A. SHEA, H. TSENG, T. GIAMBELLUCA, L. LEON, E. HAWKINS et C. TRAUERNICHT. 2017. « Global risk of deadly heat », *Nature Climate Change*, vol. 7 : 501-507.

MUTTARAK, R., L. WOLFGANG et L. JIANG. 2015. « What can demographers contribute to the study of vulnerability? », *Vienna Yearbook of Population Research*, vol. 13 : 1-13.

NEIL ADGER, W. 2006. « Vulnerability », *Global Environmental Change*, vol. 16, n° 3 : 268-281.

NORUSIS, M. 2011. « Chapter 4: Ordinal Regression », dans M. NORUSIS (ed.), *IBM SPSS Statistics 19 Advanced Statistical Procedures Companion*, Upper Saddle River, Prentice Hall : 69-89.

OBERVATOIRE DE POPULATION DE OUAGADOUGOU. 2010. « Situation des sites de l'Observatoire de Population de Ouagadougou », [En ligne]. <http://www.issp02.issp.bf/opo/>

OLOUKOI, G., U. BOB et J. JAGGERNATH. 2014. « Perception and trends of associated health risks with seasonal climate variation in Oke-Ogun region, Nigeria », *Health & Place*, vol. 25 : 47-55.

ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ. 2018. « Paludisme », [En ligne]. <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/malaria>

OSBORNE, J.W. 2015. « Multinomial and ordinal logistic regression », dans OSBORNE, J.W., *Best practices in logistic regression*, Louisville, SAGE Publications : 388-433.

OUÉDRAOGO, F. et A. SOURA. 2015. *Variabilités climatiques, conditions d'accès et d'utilisation des ressources en eau dans les quartiers informels à Ouagadougou*, Ouagadougou, Université de Ouagadougou, Institut Supérieur des Sciences de la Population (ISSP), 21 p.

PILON, M. 2004. « L'évolution du champ scolaire au Burkina Faso : entre diversification et privatisation », *Cahiers de la recherche sur l'éducation et les savoirs*, vol. 3 : 143-165.

PROGRAMME DES NATIONS UNIS POUR LE DÉVELOPPEMENT (PNUD). 2016. « Rapport national sur le développement humain 2010 : l'environnement et le développement humain au Burkina Faso », [En ligne]. [https://planipolis.iiep.unesco.org/sites/planipolis/files/ressources/burkina\\_faso\\_rndh\\_2010.pdf](https://planipolis.iiep.unesco.org/sites/planipolis/files/ressources/burkina_faso_rndh_2010.pdf)

———. 2018. « Indices et indicateurs de développement humain : Mise à jour statistique 2018 », [En ligne]. [http://hdr.undp.org/sites/default/files/2018\\_human\\_development\\_statistical\\_update\\_fr.pdf](http://hdr.undp.org/sites/default/files/2018_human_development_statistical_update_fr.pdf)

SHEFFIELD, P. et P. LANFRIGAN. 2011. « Global Climate Change and Children's Health: Threats and Strategies for Prevention », *Environmental Health Perspectives*, vol. 119, n° 3 : 291-298.

SHISCHAYE, H. 2015. « The Negative Impacts of Climate Change in Sub-Saharan Africa and their Mitigation Measures », *British Journal of Applied Science & Technology*, vol. 11, n° 5 : 1-9.

SON, J., J. LEE, B. ANDERSON et M. BELL. 2011. « Vulnerability to temperature-related mortality in Seoul, Korea », *Environmental Research Letters*, vol. 6, n° 3 : 1-16.

SORY, I. et A. SOURA, 2014. « Recourir à l'entre-deux : une proposition pour mieux nommer et décrire la production des espaces informels de Ouagadougou », *Carnets de géographes*, vol. 7 : 1-16.

SOURA, A., B. MBERU, P. ELUNGATA, B. LANKOANDE, R. MILLOGO, D. BEGUY et Y. COMPAORE. 2015. « Understanding inequities in child vaccination rates among the urban poor: evidence from Nairobi and Ouagadougou health and demographic surveillance systems », *Journal of urban health*, vol. 92, n° 1 : 39-54.

THOMPSON, A., L. MATAMALE et S. KHARIDZA. 2012. « Impact of Climate Change on Children's Health in Limpopo Province, South Africa », *International journal of environmental research and public health*, vol. 9, n° 3 : 831-854.

TURNER, B., R. KASPERSON, P. MATSON, J. MCCARTHY, R. CORELL, L. CHRISTENSEN, N. ECKLEY, J. KASPERSON, A. LUERS, M. MARTELLO, C. POLSKY, A. PULSIPHER et A. SCHILLER. 2003. « A framework for vulnerability analysis in sustainability science », *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 100, n° 14 : 8074-8079.

WALDRON, I. 1983. « Sex differences in illness incidence, prognosis and mortality: issues and evidence », *Social Science & Medicine*, vol. 17, n° 16 : 1107-1123.

WISNER, B., P. BLAIKIE, T. CANNON et I. DAVIS. 2003. *At Risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters : Second edition*, Londres, Routledge, 496 p.

XU, Z., R. ETZEL, H. SU, C. HUANG, Y. GUO et S. TONG. 2012. « Impact of ambient temperature on children's health: A systematic review », *Environmental Research*, vol. 117 : 120-131.

ZUO, J., S. PULLEN, J. PALMER, H. BENNETTS, N. CHILESHE et T. MA. 2015. « Impacts of heat waves and corresponding measures: a review », *Journal of Cleaner Production*, vol. 92 : 1-12.

# Annexe

Tableau A.I. Rapports de cotes de présenter des symptômes chez l'enfant de cinq ans et moins lors des périodes de très forte chaleur à Ouagadougou, avec intervalles de confiance (la diminution du nombre de variables indépendantes considérées dans les modèles 2,3 et 4)

| Variables   | Rapports de cotes par rapport aux autres variables de référence |   |                            |                            |                            |                            |
|---|---|---|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
|   | Bruts   | Cotes nets par rapport aux modalités de référence |                            |                            |                            |                            |
|   | Modèle 0  | Modèle 1  | Modèle 2                   | Modèle 3                   | Modèle 4                   | Modèle 5                   |
| <b>A. Type de toit dans la chambre de l'enfant</b>  |   |   |                            |                            |                            |                            |
| Tôle galvanisée / Métal / Fer-Blanc / Zinc  | réf.  |   | réf.                       |                            |                            | réf.                       |
| Zinc (métal) + paille / faux plafond ou Ciment / Béton (dalle)                            | 1,68*<br>(0,97 ; 2,91)  |   | 1,54ns<br>( 0,87 ; 2,72)   |                            |                            | 1,35ns<br>(0,74 ; 2,47)    |
| <b>B. Meilleur équipement de rafraîchissement à disposition</b>                           |   |   |                            |                            |                            |                            |
| Aucun équipement de rafraîchissement  | réf.  |   | réf.                       |                            |                            | réf.                       |
| Éventail  | 2,15***<br>(1,31 ; 3,54)  |   | 2,16***<br>(1,30 ; 3,58)   |                            |                            | 1,80**<br>(1,04 ; 3,12)    |
| Ventilateur ou climatiseur  | 1,39ns<br>(0,84 ; 2,29)   |   | 1,28ns<br>(0,77 ; 2,15)    |                            |                            | 1,05ns<br>(0,58 ; 1,91)    |
| <b>C. Aide supplémentaire apportée aux très jeunes enfants lors des vagues de chaleur</b> |   |   |                            |                            |                            |                            |
| Aide supplémentaire apportée  | réf.  |   |                            | réf.                       |                            | réf.                       |
| Absence d'aide supplémentaire apportée  | 0,60*<br>(0,36 ; 1,01)  |   |                            | 0,66ns<br>(0,39 ; 1,14)    |                            | 0,81ns<br>(0,45 ; 1,43)    |
| <b>D. Surveillance d'un adulte</b>  |   |   |                            |                            |                            |                            |
| Enfant parfois laissé à lui-même  | réf.  |   |                            | réf.                       |                            | réf.                       |
| Enfant jamais laissé à lui-même   | 1,51*<br>(1,00 ; 2,28)  |   |                            | 1,39ns<br>(0,88 ; 2,21)    |                            | 1,18ns<br>(0,71 ; 1,96)    |
| <b>E. Modification de l'heure de l'activité lors des vagues de chaleur</b>                |   |   |                            |                            |                            |                            |
| Modifie l'heure de l'activité   | réf.  |   |                            |                            | réf.                       | réf.                       |
| Ne modifie pas l'heure de l'activité  | 0,86ns<br>(0,55 ; 1,34)   |   |                            |                            | 0,90ns<br>(0,57 ; 1,41)    | 0,98ns<br>(0,62 ; 1,57)    |
| <b>F. Augmentation du nombre de douches ou de bains lors des vagues de chaleur</b>        |   |   |                            |                            |                            |                            |
| Augmente le nombre de douches   | réf.  |   |                            |                            | réf.                       | réf.                       |
| N'augmente pas le nombre de douches   | 0,66ns<br>(0,40 ; 1,08)   |   |                            |                            | 0,68ns<br>(0,41 ; 1,13)    | 0,82ns<br>(0,48 ; 1,41)    |
| <b>G. Type de quartier</b>  |   |   |                            |                            |                            |                            |
| Lotis   | réf.  | réf.  |                            |                            |                            | réf.                       |
| Non lotis   | 0,87ns<br>(0,53 ; 1,40)   | 0,966ns<br>(0,58 ; 1,57)                          |                            |                            |                            | 0,98ns<br>(0,57 ; 1,68)    |
| <b>H. Niveau d'éducation de la mère</b>   |   |   |                            |                            |                            |                            |
| Sans instruction  | réf.  | réf.  |                            |                            |                            | réf.                       |
| Niveau élémentaire ou plus haut   | 1,30ns<br>(0,85 ; 1,98)   | 1,29ns<br>(0,84 ; 1,97)                           |                            |                            |                            | 1,36ns<br>(0,86 ; 2,15)    |
| <b>I. Âge de la mère</b>  |   |   |                            |                            |                            |                            |
| 24 ans et moins   | réf.  | réf.  | réf.                       | réf.                       | réf.                       | réf.                       |
| 25 à 34 ans   | 0,82ns<br>(0,43 ; 1,57)   | 0,85ns<br>(0,44 ; 1,64)                           | 0,79ns<br>(0,41 ; 1,52)    | 0,83ns<br>(0,43 ; 1,60)    | 0,87ns<br>(0,45 ; 1,68)    | 0,82ns<br>(0,42 ; 1,60)    |
| 35 ans et plus  | 0,71ns<br>(0,35 ; 1,47)   | 0,76ns<br>(0,37 ; 1,58)                           | 0,67ns<br>(0,32 ; 1,41)    | 0,77ns<br>(0,38 ; 1,60)    | 0,77ns<br>(0,37 ; 1,60)    | 0,76ns<br>(0,36 ; 1,63)    |
| <b>J. Sexe de l'enfant</b>  |   |   |                            |                            |                            |                            |
| Fille   | réf.  | réf.  | réf.                       | réf.                       | réf.                       | réf.                       |
| Garçon  | 1,00ns<br>(0,66 ; 1,50)   | 0,98ns<br>(0,65 ; 1,49)                           | 0,97ns<br>(0,64 ; 1,47)    | 0,99ns<br>(0,65 ; 1,50)    | 0,98ns<br>(0,65 ; 1,49)    | 0,96ns<br>(0,62 ; 1,48)    |
| <b>K. Âge de l'enfant</b>   |   |   |                            |                            |                            |                            |
| 1 an et moins   | réf.  | réf.  | réf.                       | réf.                       | réf.                       | réf.                       |
| 2 à 3 ans   | 0,92ns<br>(0,54 ; 1,57)   | 0,96ns<br>(0,56 ; 1,65)                           | 0,95ns<br>(0,55 ; 1,64)    | 1,08ns<br>(0,61 ; 1,90)    | 0,90ns<br>(0,53 ; 1,54)    | 1,03ns<br>(0,57 ; 1,84)    |
| 4 à 5 ans   | 0,83ns<br>(0,45 ; 1,54)   | 0,89ns<br>(0,47 ; 1,68)                           | 0,79ns<br>(0,42 ; 1,51)    | 1,00ns<br>(0,51 ; 1,97)    | 0,81ns<br>(0,43 ; 1,54)    | 0,92ns<br>(0,46 ; 1,84)    |
| Taille de l'échantillon (n)   | x   | 327   | 325                        | 323                        | 325                        | 318                        |
| LR chi-2 (Wald chi2)  | x   | 2,30  | 13,89                      | 6,73                       | 4,18                       | 15,27                      |
| Prob > chi2   | x   | 0,9415  | 0,0847                     | 0,4575                     | 0,7592                     | 0,3598                     |
| Pseudo R2   | x   | 0,0035  | 0,021                      | 0,0102                     | 0,0063                     | 0,0235                     |
| Log likelihood  | x   | -331,14   | -323,73                    | -325,58                    | -328,59                    | -317,13                    |
| Constante 1   | x   | -1,8576<br>(-2,76 ; -0,96)                        | -1,6732<br>(-2,50 ; -0,85) | -1,7487<br>(-2,64 ; -0,86) | -2,1195<br>(-2,96 ; -1,28) | -1,5724<br>(-2,71 ; -0,44) |
| Constante 2   | x   | 0,0432<br>(-0,83 ; 0,92)                          | 0,4214<br>(-0,52 ; 1,09)   | 0,1738<br>(-0,69 ; 1,04)   | -0,2030<br>(-1,00 ; 0,60)  | 0,3925<br>(-0,72 ; 1,51)   |
| Seuils de signification : *** p < 1 % ; ** p < 5 % ; * p < 10 % ; ns=non significatif     |   |   |                            |                            |                            |                            |

Rapport de cotes >1 = risque plus élevé de vivre l'événement étudié que de ne pas le vivre, quand l'enfant est dans la catégorie identifiée par rapport à un enfant qui serait dans la catégorie de référence (3 symptômes lors des vagues de chaleur et plus)

Rapport de cotes <1 = risque moins élevé de vivre l'événement étudié que de ne pas le vivre, quand l'enfant est dans la catégorie identifiée par rapport à un enfant qui serait dans la catégorie de référence (aucun symptôme lors des vagues de chaleur)

Source : *Projet ACASIS de l'OPO, 2017 et nos calculs*

Tableau A.II. Rapports de cotes de présenter des symptômes chez l'enfant de cinq ans et moins lors des périodes de très forte chaleur à Ouagadougou, avec intervalles de confiance (variable dépendante dichotomique)

| Variables   | Rapports de cotes par rapport aux autres variables de référence |                         |   |                          |                          |                          |
|---|---|-------------------------|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|   | Bruts   |                         | Cotes nets par rapport aux modalités de référence |                          |                          |                          |
|   | Modèle 0  | Modèle 1                | Modèle 2  | Modèle 3                 | Modèle 4                 | Modèle 5                 |
| <b>A. Type de toit dans la chambre de l'enfant</b>  |   |                         |   |                          |                          |                          |
| Tôle galvanisée / Métal / Fer-Blanc / Zinc  | réf.  |                         | réf.  |                          |                          | réf.                     |
| Zinc (métal) + paille ou faux plafond ou Ciment / Béton (dalle)                           | 2,74*<br>(0,94 ; 7,94)  |                         | 2,61*<br>(0,88 ; 7,78)                            |                          |                          | 2,07ns<br>(0,67 ; 6,45)  |
| <b>B. Meilleur équipement de rafraîchissement à disposition</b>                           |   |                         |   |                          |                          |                          |
| Aucun équipement de rafraîchissement  | réf.  |                         | réf.  |                          |                          | réf.                     |
| Éventail  | 2,17**<br>(1,03 ; 4,54)   |                         | 2,21**<br>(1,03 ; 4,75)                           |                          |                          | 1,77ns<br>(0,77 ; 4,05)  |
| Ventilateur ou climatiseur  | 1,67ns<br>(0,81 ; 3,46)   |                         | 1,57ns<br>(0,69 ; 3,59)                           |                          |                          | 1,36ns<br>(0,58 ; 3,19)  |
| <b>C. Aide supplémentaire apportée aux très jeunes enfants lors des vagues de chaleur</b> |   |                         |   |                          |                          |                          |
| Aide supplémentaire apportée  | réf.  |                         |   | réf.                     |                          | réf.                     |
| Absence d'aide supplémentaire apportée  | 0,39***<br>(0,20 ; 0,75)  |                         |   | 0,47**<br>(0,23 ; 0,94)  |                          | 0,52*<br>(0,25 ; 1,08)   |
| <b>D. Surveillance d'un adulte</b>  |   |                         |   |                          |                          |                          |
| Enfant parfois laissé à lui-même  | réf.  |                         |   | réf.                     |                          | réf.                     |
| Enfant jamais laissé à lui-même   | 2,29**<br>(1,22 ; 4,30)   |                         |   | 2,14**<br>(1,04 ; 4,40)  |                          | 1,86ns<br>(0,87 ; 3,96)  |
| <b>E. Modification de l'heure de l'activité lors des vagues de chaleur</b>                |   |                         |   |                          |                          |                          |
| Modifie l'heure de l'activité   | réf.  |                         |   |                          | réf.                     | réf.                     |
| Ne modifie pas l'heure de l'activité  | 1,09ns<br>(0,58 ; 2,06)   |                         |   |                          | 1,11ns<br>(0,58 ; 2,13)  | 1,29ns<br>(0,65 ; 2,55)  |
| <b>F. Augmentation du nombre de douches ou de bains lors des vagues de chaleur</b>        |   |                         |   |                          |                          |                          |
| Augmente le nombre de douches   | réf.  |                         |   |                          | réf.                     | réf.                     |
| N'augmente pas le nombre de douches   | 0,91ns<br>(0,44 ; 1,89)   |                         |   |                          | 0,93ns<br>(0,44 ; 1,98)  | 1,33ns<br>(0,60 ; 2,95)  |
| <b>G. Type de quartier</b>  |   |                         |   |                          |                          |                          |
| Lotis   | réf.  | réf.                    | réf.  | réf.                     | réf.                     | réf.                     |
| Non lotis   | 0,99ns<br>(0,49 ; 2,01)   | 1,07ns<br>(0,52 ; 2,19) | 1,33ns<br>(0,61 ; 2,89)                           | 1,13ns<br>(0,54 ; 2,35)  | 1,05ns<br>(0,51 ; 2,16)  | 1,28ns<br>(0,58 ; 2,80)  |
| <b>H. Niveau d'éducation de la mère</b>   |   |                         |   |                          |                          |                          |
| Sans instruction  | réf.  | réf.                    | réf.  | réf.                     | réf.                     | réf.                     |
| Niveau élémentaire ou plus haut   | 1,33ns<br>(0,71 ; 2,49)   | 1,31ns<br>(0,69 ; 2,49) | 1,21ns<br>(0,61 ; 2,37)                           | 1,36ns<br>(0,71 ; 2,61)  | 1,34ns<br>(0,70 ; 2,54)  | 1,27ns<br>(0,64 ; 2,52)  |
| <b>I. Âge de la mère</b>  |   |                         |   |                          |                          |                          |
| 24 ans et moins   | réf.  | réf.                    | réf.  | réf.                     | réf.                     | réf.                     |
| 25 à 34 ans   | 0,63ns<br>(0,21 ; 1,90)   | 0,64ns<br>(0,21 ; 1,95) | 0,59ns<br>(0,19 ; 1,80)                           | 0,67ns<br>(0,22 ; 2,06)  | 0,64ns<br>(0,21 ; 1,94)  | 0,60ns<br>(0,19 ; 1,85)  |
| 35 ans et plus  | 0,51ns<br>(0,16 ; 1,66)   | 0,55ns<br>(0,17 ; 1,79) | 0,49ns<br>(0,15 ; 1,66)                           | 0,63ns<br>(0,19 ; 2,10)  | 0,53ns<br>(0,16 ; 1,76)  | 0,54ns<br>(0,16 ; 1,85)  |
| <b>J. Sexe de l'enfant</b>  |   |                         |   |                          |                          |                          |
| Fille   | réf.  | réf.                    | réf.  | réf.                     | réf.                     | réf.                     |
| Garçon  | 0,89ns<br>(0,49 ; 1,61)   | 0,84ns<br>(0,46 ; 1,55) | 0,86ns<br>(0,46 ; 1,61)                           | 0,80ns<br>(0,43 ; 1,49)  | 0,84ns<br>(0,45 ; 1,55)  | 0,78ns<br>(0,41 ; 1,49)  |
| <b>K. Âge de l'enfant</b>   |   |                         |   |                          |                          |                          |
| 1 an et moins   | réf.  | réf.                    | réf.  | réf.                     | réf.                     | réf.                     |
| 2 à 3 ans   | 0,92ns<br>(0,41 ; 2,08)   | 0,97ns<br>(0,42 ; 2,20) | 1,05ns<br>(0,46 ; 2,44)                           | 1,43ns<br>(0,58 ; 3,51)  | 0,95ns<br>(0,42 ; 2,17)  | 1,45ns<br>(0,58 ; 3,61)  |
| 4 à 5 ans   | 0,67ns<br>(0,27 ; 1,66)   | 0,72ns<br>(0,29 ; 1,80) | 0,69ns<br>(0,27 ; 1,76)                           | 1,07ns<br>(0,39 ; 2,91)  | 0,69ns<br>(0,28 ; 1,74)  | 1,01ns<br>(0,36 ; 2,80)  |
| Taille de l'échantillon (n)   | x   | 327                     | 322   | 320                      | 322                      | 318                      |
| LR chi-2 (Wald chi2)  | x   | 3                       | 11,95   | 14,92                    | 3,48                     | 19,13                    |
| Prob > chi2   | x   | 0,8854                  | 0,2881  | 0,093                    | 0,9421                   | 0,16                     |
| Pseudo R2   | x   | 0,0106                  | 0,0425  | 0,0532                   | 0,0124                   | 0,0683                   |
| Log likelihood  | x   | -140,06537              | -134,73   | -132,90027               | -138,97                  | -130,45                  |
| Constante   | x   | 8,753<br>(2,13 ; 35,99) | 4,8273<br>(1,08 ; 21,67)                          | 4,9464<br>(1,01 ; 24,27) | 8,4315<br>(1,94 ; 36,61) | 3,0569<br>(0,54 ; 17,17) |
| Seuils de signification : *** p < 1 % ; ** p < 5 % ; * p < 10 % ; ns=non significatif     |   |                         |   |                          |                          |                          |

Rapport de cotes >1 = risque plus élevé de vivre l'événement étudié que de ne pas le vivre, quand l'enfant est dans la catégorie identifiée par rapport à un enfant qui serait dans la catégorie de référence (3 symptômes lors des vagues de chaleur et plus)

Rapport de cotes <1 = risque moins élevé de vivre l'événement étudié que de ne pas le vivre, quand l'enfant est dans la catégorie identifiée par rapport à un enfant qui serait dans la catégorie de référence (aucun symptôme lors des vagues de chaleur)

Source : *Projet ACASIS de l'OPO, 2017 et nos calculs*