



Observatoire québécois
de l'adaptation
aux changements climatiques

Développement d'un indice d'adaptation à la chaleur chez les personnes habitant dans les 10 villes les plus peuplées du Québec

19 août 2016



Pierre Valois, Ph. D.
Denis Talbot, Ph. D.
Jean-Sébastien Renaud, Ph. D.
Maxime Caron, M. Sc.
Marie-Pier Carrier, M. A.

Les reproductions à des fins d'éducation, d'étude privée ou de recherche sont autorisées en vertu de l'article 29 de la Loi sur le droit d'auteur.

Les données contenues dans le document peuvent être citées, à condition d'en mentionner la source.

Ce document peut être cité comme suit :

Valois, P., Talbot, D., Renaud, J.-S., Caron, M., & Carrier, M.-P. (2016). *Développement d'un indice d'adaptation à la chaleur chez les personnes habitant dans les 10 villes les plus peuplées du Québec*. Québec : Université Laval.

©Tous les co-auteurs de ce document (2016)

REMERCIEMENTS

Nous tenons à souligner l'appui financier du Fonds Vert par l'entremise de l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) sans lequel la réalisation de cette étude n'aurait pu être possible. Nous remercions monsieur Pierre Gosselin ainsi que madame Magalie Canuel, de l'INSPQ, pour leurs remarques constructives et judicieuses. Nous remercions également Diane Bélanger, car la méthodologie présentée dans ce document a été inspirée de son étude réalisée dans les secteurs plus défavorisés des villes les plus peuplées du Québec en 2011. Nous exprimons aussi notre gratitude à Claudine Ouellet et à Patrick Blouin, professionnels de recherche qui ont contribué à la mise en œuvre de cette étude. Enfin, nous exprimons notre extrême reconnaissance envers tous les répondants qui ont eu l'amabilité de participer à cette recherche.

SOMMAIRE

L'une des conséquences des changements climatiques consiste en une hausse des événements météorologiques extrêmes, comme les vagues de chaleur (DesJarlais & al., 2010 ; GIEC, 2013). Malheureusement, celles-ci entraînent des impacts sanitaires importants sur la population (Santé Canada, 2011). Dans une perspective de santé publique, il est donc très important de s'assurer dès maintenant que la population s'adapte à la chaleur, notamment celle vivant en région urbaine puisque les îlots de chaleur y sont plus nombreux. L'identification d'indicateurs faisant partie d'un indice parcimonieux pourrait permettre de mieux discriminer l'adaptation de la non-adaptation. Le présent rapport propose un indice d'adaptation à la chaleur applicable à l'ensemble de la population résidant dans l'une des 10 plus grandes villes du Québec, en plus de décrire les liens entre cet indice et différentes variables comme le niveau de favorisation/défavorisation du quartier, l'âge et le sexe. L'étude a permis de développer un indice d'adaptation à la chaleur l'été composé de 12 comportements qui permettent de discriminer les gens qui s'adaptent de ceux qui ne s'adaptent pas. Ces comportements sont des gestes simples qui sont proposés par la santé publique afin de se protéger de la chaleur et ainsi, de ressentir moins d'impacts sanitaires néfastes. Les résultats montrent que les gens qui ressentent davantage d'effets néfastes sur leur santé physique ou mentale adoptent un peu plus de comportements préventifs pour se protéger lorsqu'il fait chaud et humide l'été que ceux qui en ressentent peu ou pas. De plus, le sexe ainsi que l'âge sont les variables qui départagent le plus franchement les personnes qui s'adaptent le plus de celles qui s'adaptent le moins, selon l'indice. En ce qui a trait au sexe, les femmes semblent davantage adopter de comportements d'adaptation que les hommes. Les résultats montrent également que les personnes âgées de 18 à 29 ans sont celles qui s'adaptent le moins, ainsi que les personnes âgées de 70 ans et plus. Ces personnes plus âgées sont aussi parmi celles qui se perçoivent le plus à risque lors de vagues de chaleur, bien qu'elles ne ressentent pas plus d'impacts sanitaires que les autres. Dans un contexte de changement climatique où il a été démontré que les vagues de chaleur seront de plus en plus fréquentes, cette étude permet de documenter un phénomène préoccupant pour la santé des citoyens. De futures études similaires à celle-ci seront conduites afin de suivre l'évolution de l'adoption de comportements d'adaptation aux changements climatiques à partir de l'indice construit dans la présente étude. Plusieurs temps de mesure sont prévus dont un dès l'automne 2016.

Table des matières

Liste des tableaux	vi
Liste des figures.....	vi
1. Introduction	1
2. Méthodologie.....	3
2.1. La population cible	3
2.2. L'échantillon.....	3
2.2.1. Premier niveau de tirage : sélection des aires de diffusion	4
2.2.2. Deuxième niveau de tirage : sélection des participants	5
2.3. La collecte de données	8
2.4. Taux de réponse	8
2.5. Construction de l'indice d'adaptation à la chaleur.....	9
2.5.1. Pondération des données	10
2.5.2. Stratégies d'analyses	11
2.5.3. Validité critériée de l'indice d'adaptation	14
3. Résultats	15
3.1. Développement de l'indice d'adaptation.....	15
3.1.1. Analyse d'items	15
3.1.2. Analyse factorielle confirmatoire.....	20
3.1.3. Analyse en correspondance multiple.....	24
3.1.4. Validité critériée	29
3.2. La chaleur et la santé : résultats complémentaires	30
3.2.1. Les effets de la chaleur sur la santé.....	30
3.2.2. Prévalence des impacts sanitaires selon l'âge et le sexe	31
3.2.3. Prévalence du risque de la chaleur pour la santé selon l'âge et le sexe ...	33
4. Discussion	35
5. Limites de l'étude	39
6. Conclusion.....	40
Références.....	41
Annexes 1 : Tracés des courbes caractéristiques des items.....	44
Annexes 2 : Courbe caractéristique d'item (CCI) et courbe caractéristique des options de réponses (CCO) pour tous les items	45
Annexes 3 : Projection des variables passives dans l'ACM	50

Liste des tableaux

Tableau 1.	Les composantes de l'indice d'adaptation à la chaleur de l'étude de Bélanger & al. (2015a).....	2
Tableau 2.	Nombre d'aires de diffusion retenues par niveau de favorisation/défavorisation et par ville	5
Tableau 3.	Nombre de participants par niveau de favorisation/défavorisation et par ville	6
Tableau 4.	Quotas pour le sexe des répondants	7
Tableau 5.	Quotas pour l'âge des répondants	7
Tableau 6.	Indices de discrimination des comportements	16
Tableau 7.	Tableau de fréquences des comportements	17
Tableau 8.	Indicateurs retirés du modèle d'AFC.....	20
Tableau 9.	Ajustement du modèle en combinant des comportements.....	22
Tableau 10.	Contributions des modalités sur la première dimension	26
Tableau 11.	Prévalence d'adaptation en fonction du type de ménage.....	28
Tableau 12.	Prévalence d'adaptation en fonction de l'âge et du sexe	29
Tableau 13.	Prévalence d'impacts sanitaires néfastes auto-rapportés lorsqu'il fait très chaud et très humide l'été en fonction de l'indice d'adaptation.....	29
Tableau 14.	Problèmes de santé rapportés lors de vagues de chaleur	30
Tableau 15.	Principaux symptômes rapportés par la population interrogée.....	31

Liste des figures

Figure 1.	Distribution de l'échantillon et taux de réponse.....	9
Figure 2.	Exemple d'une courbe caractéristique d'un item mesurant l'adaptation	13
Figure 3.	Modèle final éprouvé par analyse factorielle confirmatoire.....	23
Figure 4.	Diagramme d'éboulis illustrant le nombre de dimensions retenues.....	24
Figure 5.	Projection des variables actives de l'ACM	25
Figure 6.	Prévalence d'impacts sanitaires perçus selon le groupe d'âge	32
Figure 7.	Prévalence d'impacts sanitaires perçus selon le sexe	32
Figure 8.	Proportion des participants percevant un risque élevé pour leur santé lors de vagues de chaleur selon le groupe d'âge	33
Figure 9.	Proportion des participants percevant un risque élevé pour leur santé lors de vagues de chaleur selon le sexe	34

1. Introduction

L'une des conséquences des changements climatiques consiste en une hausse des événements météorologiques extrêmes, comme les vagues de chaleur (DesJarlais & al., 2010 ; GIEC, 2013). Malheureusement, celles-ci entraînent des impacts sanitaires importants sur la population (Santé Canada, 2011), résultant en une augmentation des décès prématurés, des appels à Info-Santé, des visites à l'urgence et des hospitalisations (Lebel & Bustinza, 2011). Les gens habitant dans les grandes villes sont plus à risque de subir des conséquences sanitaires étant donné la présence de nombreuses surfaces réfléchissantes, un environnement propice à la création d'îlots de chaleur (INSPQ, 2006 ; Oke, 1982). Dans une perspective de santé publique, il est très important de s'assurer dès maintenant que la population urbaine s'adapte à la chaleur. Pour ce faire, il existe une multitude de comportements d'adaptation individuels pouvant être adoptés lors des fortes chaleurs estivales. Ces comportements permettent de se protéger contre le soleil (ex. port d'un chapeau), de se rafraîchir personnellement (ex. se baigner dans une piscine publique), de rafraîchir le logement (ex. ouvrir les fenêtres en soirée), de conserver la fraîcheur (ex. fermer les rideaux lorsque le soleil tape) ou de diminuer les sources de chaleur (ex. éviter d'utiliser la cuisinière) (Bélanger, Gosselin, Valois, Abdous, & Morin, 2013). Le nombre élevé de comportements à adopter rend le suivi temporel difficile. L'identification d'indicateurs faisant partie d'un indice parcimonieux permettrait de mieux discriminer l'adaptation de la non-adaptation.

Les indices composites sont reconnus comme étant efficaces pour illustrer des questions complexes et parfois difficiles à cerner (p. ex. environnement, pauvreté), tout en réduisant la taille d'un ensemble d'indicateurs sans perdre l'information de base sous-jacente (OCDE, 2008). En outre, leurs valeurs agrégées et pondérées, définies pour chaque unité de population étudiée, facilitent l'interprétation des résultats par rapport à une batterie d'indicateurs distincts (OCDE, 2008). En raison de leur popularité, le nombre d'indices composites augmente d'année en année à travers le monde (Bandura, 2008). Au Québec, un indice composite a déjà été développé pour l'aléa « chaleur » (Bélanger, Abdous, Gosselin, & Valois, 2015a). Par contre, ce dernier a été construit en ne considérant que des comportements d'adaptation effectués par des gens résidant dans des aires de diffusion (AD) comptant parmi les plus défavorisées. Les 14 composantes de cet indice sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1
Les composantes de l'indice d'adaptation à la chaleur
de l'étude de Bélanger & al. (2015a)

1.	port d'un couvre-tête si le soleil tape
2.	prise de douches ou de bains plus souvent qu'à l'habitude
3.	épongeage ou vaporisation du visage ou du cou avec de l'eau fraîche
4.	consommation d'aliments glacés pour se rafraîchir
5.	fermeture de l'ordinateur si non utilisé pour réduire les sources de chaleur à la maison
6.	diminution de l'utilisation de la sècheuse pour réduire les sources de chaleur à la maison
7.	diminution de l'utilisation du four pour réduire les sources de chaleur à la maison
8.	utilisation du balcon pour se rafraîchir en soirée
9.	utilisation de la cour pour se rafraîchir en soirée
10.	baignade dans une piscine publique, un lac ou un cours d'eau pour se rafraîchir
11.	fréquentation de lieux climatisés autres que le logement pour se rafraîchir
12.	adoption de comportements préventifs selon les informations météorologiques transmises dans les médias ou sur l'Internet
13.	fermeture des rideaux pour conserver la fraîcheur du logement lorsque le soleil tape
14.	consommation d'eau plate comme principale boisson pour se rafraîchir

L'objectif principal de cette étude est donc de développer un indice d'adaptation à la chaleur applicable à l'ensemble de la population résidant dans l'une des 10 plus grandes villes du Québec. Diverses méthodes statistiques seront utilisées afin de créer le meilleur indice d'adaptation à la chaleur possible à partir de 18 comportements d'adaptation individuels relevés dans la littérature. Par la suite, il sera possible de décrire les liens entre l'indice d'adaptation obtenu et différentes variables comme le niveau de favorisation/défavorisation du quartier, l'âge et le sexe.

2. Méthodologie

2.1. La population cible

La population ciblée pour cette étude est composée de personnes âgées de 18 ans ou plus qui habitent dans l'une ou l'autre des 10 villes les plus peuplées du Québec, soit Gatineau, Laval, Lévis, Longueuil, Montréal, Québec, Saguenay, Sherbrooke, Terrebonne et Trois-Rivières. Ces villes ont été sélectionnées puisque les îlots thermiques sont généralement beaucoup plus nombreux et importants dans les régions densément peuplées, comparativement aux régions rurales ou semi-urbaines (INSPQ, 2009, 2010). Pour participer à l'étude, les répondants devaient être âgés de 18 ans ou plus et être capables de mener à terme une entrevue en français ou en anglais. Il n'y avait aucune procédure de sélection particulière lorsqu'un ménage comptait plus d'une personne répondant aux critères. La première personne manifestant son intérêt pour participer à l'étude était automatiquement sélectionnée.

2.2. L'échantillon

La taille d'échantillon ($n = 2\,000$) a été déterminée en fonction de trois paramètres, soit un niveau de confiance à 95 %, une variance maximale dans les réponses, ainsi qu'un niveau de précision de 0,12. L'un des objectifs de cette étude étant de déterminer les liens entre l'indice d'adaptation à la chaleur et différentes variables, celles-ci ont été prises en compte lors de la composition de l'échantillon. Nous avons donc eu recours à un échantillon stratifié par ville et par niveau de favorisation/défavorisation au plan matériel des AD (favorisés, ni favorisés ni défavorisés et défavorisés), mesuré à l'aide de différentes informations telles que la proportion de personnes sans diplôme d'études secondaires (Pampalon & Raymond, 2003). L'échantillon a été extrait de la population en deux niveaux de tirage : le premier concerne le choix des AD par niveau de favorisation/défavorisation dans une ville donnée et le second vise la sélection des participants à l'intérieur des AD. Une description plus détaillée de ces deux niveaux est présentée dans les deux prochaines sections.

2.2.1. Premier niveau de tirage : sélection des aires de diffusion

La première étape de la procédure d'échantillonnage vise à choisir pour chacune des villes retenues un certain nombre d'AD par niveau de favorisation/défavorisation. Le nombre d'AD à sélectionner devait être suffisamment élevé pour assurer une bonne précision statistique, mais suffisamment petit pour disposer d'une masse critique de sujets par AD. Ainsi, le nombre d'AD retenu par niveau de favorisation/défavorisation et par ville (ce qui donne 30 cellules, soit 3 niveaux $\times$ 10 villes) est proportionnel à ce que l'on observe dans la population. Toutefois, pour assurer une meilleure précision statistique des paramètres, un minimum de 5 AD par cellule a été retenu. Cela évite de sélectionner, par exemple, une seule AD défavorisée dans la ville de Lévis. Le nombre d'AD par cellule est présenté dans le tableau 2. La sélection des AD s'inspire de la procédure d'échantillonnage de Vallée & al. (2007). La procédure mise en œuvre consiste à sélectionner un sous-ensemble d'AD permettant de représenter l'hétérogénéité de la population dans toutes les AD de même niveau provenant de la même ville. Par exemple, huit AD favorisées dans la ville de Gatineau ont été sélectionnées parmi les 169¹ AD favorisées de cette ville. La séquence suivante a été utilisée pour faire la sélection des AD dans chacune des trente cellules de cette étude :

1. Déterminer les variables sociodémographiques à considérer pour assurer la représentativité de la population : le sexe et l'âge dans la présente étude
2. Déterminer la variance (VAR) de chacune de ces variables entre les AD à l'intérieur de la cellule
3. Sélectionner aléatoirement un nombre d'AD à l'intérieur de la cellule selon le tableau 2
4. Pour chaque variable sociodémographique, calculer l'erreur quadratique moyenne (EQM) : $\frac{\sum_{i=1}^n (f_i - \bar{f})^2}{n}$ où f_i représente la valeur d'une variable pour l'AD i sélectionnée et $\bar{f}$ est la moyenne de cette variable pour la strate
5. Si la racine carrée de EQM/VAR est comprise entre 0,85 et 1,15 pour toutes les

¹ Seules les AD ayant une densité de population supérieure à 400 ont été conservées puisque les îlots de chaleur y sont beaucoup plus présents.

- variables sociodémographiques, la combinaison d'AD tirée est conservée. Sinon, retourner à l'étape 3
6. On répète, au plus, 10 000 fois les étapes 3 à 5. Si aucune combinaison de quartiers n'est retenue à la suite de ces essais, assouplir le critère EQM/VAR.

Tableau 2
Nombre d'aires de diffusion retenues par niveau de
favorisation/défavorisation et par ville

Ville	Niveau de favorisation/défavorisation		
	Favorisée	Ni favorisée ni défavorisée	Défavorisée
Gatineau	8	5	5
Laval	5	5	5
Lévis	13	6	8
Longueuil	6	5	7
Montréal	48	25	62
Québec	24	7	9
Saguenay	5	5	5
Sherbrooke	5	5	5
Terrebonne	5	5	5
Trois-Rivières	5	5	5

2.2.2. Deuxième niveau de tirage : sélection des participants

La deuxième étape de la procédure consiste à sélectionner aléatoirement des participants dans chacune des AD choisies. La situation idéale aurait été de respecter parfaitement les proportions observées dans la population. Cela n'a toutefois pas été le cas, bien que les proportions échantillonnale et populationnelle se comparent entre elles avantageusement. La décision de déroger quelque peu à l'égalité des proportions a été prise, car la taille d'échantillon de certaines AD aurait été trop petite pour permettre une bonne représentativité des AD. Par exemple, dans la ville de Lévis, 7 personnes auraient dû être sélectionnées dans les AD défavorisées, selon la méthode proportionnelle. Afin de pallier ce problème, la méthode de sur-échantillonnage de Kish (1976, 1988) a été utilisée. Le tableau 3 donne la répartition des tailles d'échantillons ainsi obtenues. L'examen des tailles d'échantillons rapportées révèle qu'un minimum de 30 personnes a été sélectionné par cellule.

Tableau 3
Nombre de participants par niveau de favorisation/
défavorisation et par ville^a

Ville	Niveau de favorisation/défavorisation		
	Favorisée	Ni favorisée ni défavorisée	Défavorisée
Gatineau	57 (61)	39 (28)	41 (33)
Laval	45 (40)	35 (14)	33 (7)
Lévis	82 (99)	44 (38)	51 (51)
Longueuil	49 (48)	40 (30)	51 (52)
Montréal	271 (355)	138 (177)	340 (447)
Québec	138 (177)	49 (47)	57 (61)
Saguenay	38 (24)	34 (9)	39 (28)
Sherbrooke	40 (31)	35 (14)	38 (25)
Terrebonne	36 (18)	34 (12)	34 (13)
Trois-Rivières	38 (25)	34 (12)	39 (27)

^a Chaque nombre entre parenthèses représente le nombre de participants qui auraient été sélectionnés dans l'échantillon si nous avions respecté les proportions populationnelles avec exactitude.

La taille de chaque cellule étant déterminée, il ne reste qu'une étape à ce niveau de tirage, soit la répartition proportionnelle de la taille d'échantillon associée à une cellule parmi les AD retenues pour celle-ci. Enfin, malgré la sélection aléatoire des sujets à l'intérieur des AD choisies, rien ne garantissait que les sujets qui accepteraient de participer à l'étude seraient représentatifs de la population visée. En effet, il est bien connu que divers facteurs influencent le taux de réponse aux sondages. Par exemple, une étude menée par Bréchon (2011) a démontré que l'échantillonnage aléatoire, mais constitué de volontaires, peut mener à un échantillon trop féminin, trop diplômé, trop rural et comprenant trop de personnes à hauts revenus. Afin de contrer ce problème, une approche par quotas (Bréchon, 2011) a été utilisée. Selon cette approche, un nombre minimal de personnes répondant à certaines caractéristiques doivent être sélectionnées dans l'échantillon. Les caractéristiques sélectionnées dans cette étude sont le sexe et l'âge des répondants. Aux fins de l'étude, trois groupes d'âge ont été retenus : 1) 18 à 39 ans, 2) 40 à 59 ans, et 3) 60 ans et plus. Les quotas sont présentés dans les tableaux 4 et 5.

Tableau 4
Quotas pour le sexe des répondants

Sexe	Niveau de favorisation/défavorisation		
	Favorisée	Ni favorisée ni défavorisée	Défavorisée
Homme	382	233	348
Femme	412	249	376

Tableau 5
Quotas pour l'âge des répondants

Âge	Niveau de favorisation/défavorisation		
	Favorisée	Ni favorisée ni défavorisée	Défavorisée
18-39 ans	296	180	285
40-59 ans	312	182	254
60 ans et plus	186	120	185

Lors de la collecte, il a été difficile de recruter des participants dans certaines cellules et ainsi de respecter tous les quotas demandés. Par exemple, vers la fin de la collecte (1 905 entrevues complétées sur 2 000), pour les AD favorisés, seuls des hommes âgés de 18 à 39 ans pouvaient répondre au questionnaire. Puisque ces critères devenaient trop contraignants et qu'il était souhaitable d'éviter d'obtenir des AD contenant un échantillon de participants trop homogène, il a été décidé de ne plus respecter les quotas à partir de cette étape pour le sexe et l'âge. Une pondération *a posteriori* a donc été utilisée pour respecter les quotas visés. Ainsi, l'échantillon final de cette étude est composé de 2 000 répondants âgés de 18 ans à 96 ans. Les hommes représentent 45,05 % de l'échantillon et les femmes 54,95 % avant la pondération.

Parmi les répondants, 39,65 % proviennent d'AD favorisées, 24,10 % d'AD ni favorisées ni défavorisées et 36,25 % d'AD défavorisées. Ces proportions s'approchent de celles de la population qui sont respectivement de 43,74 %, 19,11 % et 37,14 % (données du recensement de 2006 de Statistique Canada).

2.3. La collecte de données

Une liste d'adresses tirées de la base de données d'*Adresses Québec* a été transmise à une firme de sondage mandatée pour réaliser la collecte de données. Celle-ci a apparié ces adresses à des numéros de téléphone. La collecte a été effectuée par entrevue téléphonique au moyen d'un questionnaire développé par l'Observatoire québécois de l'adaptation aux changements climatiques (OQACC). Le questionnaire comprenait 88 questions, majoritairement de type fermé. La présence de filtres permettait à certains répondants de ne pas répondre à un ensemble des questions lorsque celles-ci ne s'appliquaient pas. Plusieurs variables ont été mesurées dans le questionnaire, dont les caractéristiques du logement, les caractéristiques du quartier, les impacts des vagues de chaleur, la perception du risque, l'adoption de certains comportements d'adaptation, l'état de santé, le soutien social et la perception de l'efficacité des mesures proposées par les autorités pour s'adapter aux fortes chaleurs estivales. Le prétest effectué par la firme de sondage auprès de 30 répondants (20 francophones et 10 anglophones) a permis de valider la durée du questionnaire, sa fluidité et son organisation logique. Ces 30 participants n'ont pas été retenus dans l'échantillon final parce qu'ils s'étaient déjà familiarisés avec le questionnaire.

La collecte de données s'est étendue sur un peu plus de 6 semaines (48 jours). La durée moyenne des entrevues était de 23 minutes et 10 secondes, l'entrevue la plus courte étant de 10 minutes et 14 secondes et la plus longue de 68 minutes et 27 secondes.

2.4. Taux de réponse

Au total, 29 645 numéros de téléphone ont été utilisés lors de la collecte de données. En l'absence de contact lors de la première tentative, les interviewers ont effectué un maximum de 9 rappels (pour un total de 10 tentatives) à des moments variés avant de rejeter le numéro de téléphone. Au final, 2 000 répondants ont accepté de participer à l'étude. Le taux de réponse est de 8,84 % (TR1) en considérant comme un refus non seulement les gens qui ont été contactés et qui ont refusé de participer au sondage, mais aussi les gens qui n'ont pu être contactés, c'est-à-dire ceux pour lesquels l'appel est demeuré sans réponse (avec ou sans activation du répondant) (voir la figure 1). Dans le cas où les appels qui sont demeurés sans réponse ne sont pas considérés comme des

refus, le taux de réponse passe alors à 11,11 % (TR2). Le taux de réponse pour les données traitables par question est d'au moins 95 % pour 19 questions sur 20, c'est-à-dire que 95 % des participants ont donné une réponse valide à 95 % des questions du questionnaire.

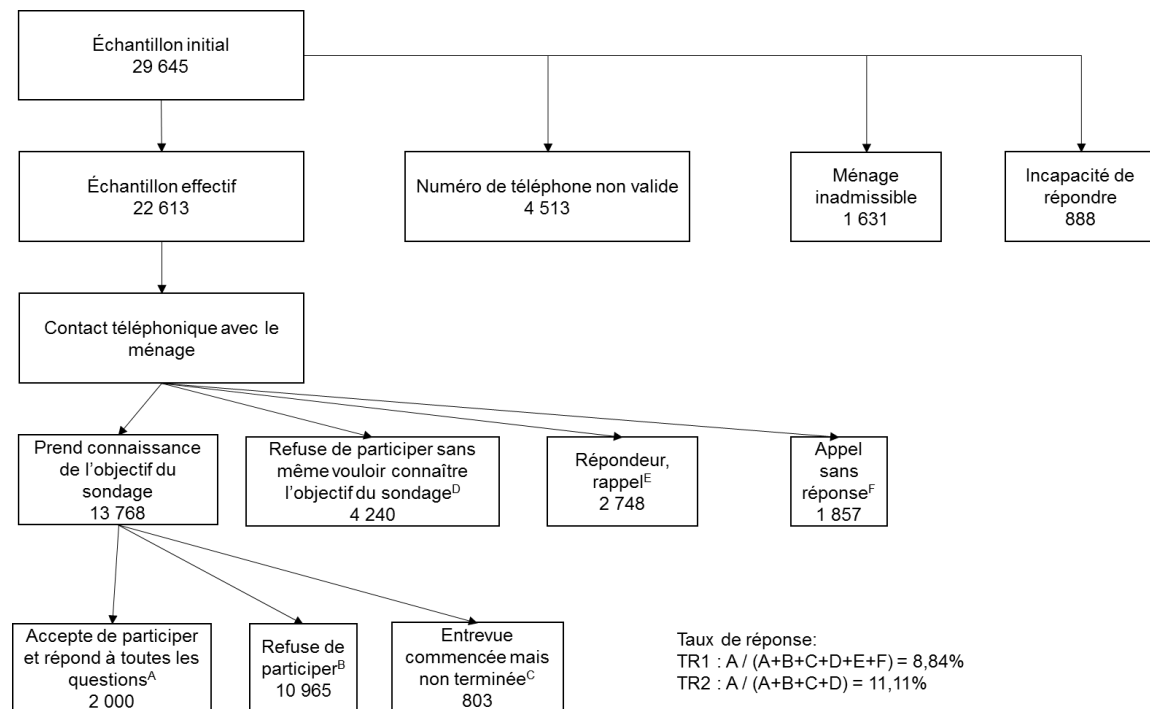


Figure 1. Distribution de l'échantillon et taux de réponse

2.5. Construction de l'indice d'adaptation à la chaleur

Pour développer l'indice d'adaptation à la chaleur, 18 comportements d'adaptation ont été utilisés. Il s'agit des 14 mesures comportementales provenant de l'étude de Bélanger & al. (2015a) et présentées dans le tableau 1, ainsi que de quatre autres comportements d'adaptation : (1) se baigner dans une piscine privée ; (2) avoir une liste de numéros de téléphone d'urgence ; (3) rester chez soi lors d'une vague de chaleur ; (4) utiliser le climatiseur lors d'une vague de chaleur. Les répondants devaient indiquer leurs réponses sur une échelle en 5 points pour la majorité des comportements : (1) je n'adopte jamais ce comportement, (2) j'adopte rarement ce comportement, (3) j'adopte occasionnellement ce comportement, (4) j'adopte souvent ce comportement, (5) j'adopte toujours ce comportement. Tout comme l'ont fait Bélanger & al. (2015a), nous avons regroupé ces choix de réponse en deux catégories, la première d'entre elles désignant un

comportement préventif (j'adopte souvent le comportement ; je l'adopte toujours) et la deuxième désignant un comportement non préventif (j'adopte occasionnellement ce comportement ; je l'adopte rarement ; je ne l'adopte jamais). Pour certains comportements, aucun regroupement n'a été effectué, car les échelles de réponse étaient déjà de type dichotomique (p. ex. : oui, j'adopte ce comportement ; non je n'adopte pas ce comportement).

Enfin, les répondants qui ne possédaient pas d'ordinateur, de sècheuse ou de four ont été regroupés sous la modalité préventive, alors que ceux qui n'avaient pas accès à une cour ou à un balcon ont été regroupés sous la modalité non préventive.

2.5.1. Pondération des données

Plusieurs logiciels ont été utilisés pour réaliser les analyses permettant de créer l'indice, soit SAS², Mplus³ et Microsoft Excel. Avant de procéder aux analyses statistiques, nous avons effectué une repondération des individus, en utilisant une information auxiliaire disponible sur un certain nombre de variables, appelées variables de calage. Plus spécifiquement, nous avons eu recours à la méthode de calage sur marges de type « itérative du quotient » (*raking ratio*) (Sautory, 1993)⁴. Cette méthode a été utilisée afin d'améliorer l'estimation de notre variable d'intérêt (c.-à-d. l'adaptation à la chaleur), car la variance de l'estimateur est réduite lorsque les variables de calage sont corrélées avec la variable d'intérêt. Cette technique consiste à faire coïncider les marges de quelques variables de l'échantillon avec celles de la population en modifiant la pondération. Les données du recensement de 2006 de Statistique Canada ont été utilisées comme information auxiliaire. Les variables de calage utilisées sont : (1) l'interaction entre les niveaux de favorisation/défavorisation et les villes (cette variable de calage a été retenue pour atteindre le nombre de participants visés par le plan échantillonnal ; voir le tableau 3) ; (2) le sexe ; (3) l'âge et (4) l'éducation. Puisqu'il y avait certaines valeurs manquantes pour l'âge et le niveau d'éducation, la méthode de la correspondance prédictive des moyennes (*predictive mean matching*) (White, Royston, & Wood, 2011) a été utilisée pour

² Version 9,4

³ Version 7,4

⁴ Statistique Canada utilise parfois cette méthode : <http://www.statcan.gc.ca/pub/12-539-x/steps-etapes/4147790-fra.htm>, consulté le 4 février 2016.

remplacer les données manquantes sur les variables de calage. La variable « revenu » n'a pas été considérée lors de la pondération, parce qu'elle contenait plus de 15 % de données manquantes.

2.5.2. Stratégies d'analyses

Trois types d'analyses ont été effectués pour créer l'indice d'adaptation à la chaleur. Dans le but de vérifier les qualités psychométriques de l'indice d'adaptation, nous avons d'abord procédé à l'examen du comportement empirique des questions, une opération souvent qualifiée d'*analyse d'items*. L'objectif de cette analyse est de qualifier les items par rapport à un certain nombre de paramètres psychométriques et de déterminer quels sont ceux qui méritent d'être conservés pour faire partie de l'instrument de mesure. Nous avons réalisé l'analyse d'items en recourant à la théorie de la réponse aux items (TRI). La TRI est une approche dans laquelle la mesure ou l'estimation du niveau d'un trait donné (habileté à raisonner, leadership, adaptation à la chaleur, etc.) dépend à la fois des caractéristiques du répondant et des propriétés du questionnaire. Elle constitue une modélisation qui exprime le lien ou l'association entre la réponse d'un individu à un item et la variable latente mesurée par l'instrument (Embretson & Reise, 2013). Cette variable latente est parfois appelée « habileté » ou « trait ». Elle est communément notée θ (thêta). Selon la TRI, θ représente un construit unidimensionnel continu expliquant la covariance entre les réponses aux items (Steinberg & Thissen, 1995). Un individu dont le comportement ou trait d'adaptation θ est élevé a une forte probabilité d'endosser un item mesurant un comportement spécifique d'adaptation. Chaque item est caractérisé par un ou plusieurs paramètres du modèle basé sur la TRI :

- L'indice de difficulté d'un item (c.-à-d. le paramètre « b ») désigne la valeur de θ pour laquelle un candidat a 50 % de chance d'endosser l'item. Un item dont l'indice de difficulté est élevé est moins souvent endossé (Steinberg & Thissen, 1995). Par exemple, plus la valeur du paramètre « b » d'un item à choix multiple mesurant un comportement d'adaptation spécifique (p. ex porter un chapeau) est élevée, plus il faut, en général, un niveau élevé de conduite d'adaptation pour endosser l'item (p. ex. choisir l'option 5 ou 6 sur une échelle de réponse en 6 points). Cette interprétation est contraire à celle que l'on fait des moyennes d'items estimées à l'aide du modèle de la

théorie classique des tests, où un score élevé signifie qu'il s'agit d'un comportement d'adaptation relativement facile à adopter. Puisque la corrélation entre les indices de difficulté des items estimés à l'aide du modèle basé sur la TRI et les moyennes d'items est très élevée ($r = -0,97$ dans la présente étude), nous allons rapporter uniquement ces dernières, sous forme de pourcentages pour simplifier l'interprétation des données (voir le tableau 7).

- L'indice de discrimination ou la pente d'un item (c.-à-d. le paramètre « a ») réfère à l'intensité avec laquelle un item est capable de discriminer entre les personnes dont les traits sont plus petits (c.-à-d. les personnes qui ne s'adaptent pas) et celles dont les traits sont supérieurs (c.-à-d. les personnes qui s'adaptent). En d'autres mots, ce paramètre peut être conçu comme une description du lien entre l'item et le trait mesuré, puisque plus l'indice de discrimination d'un item mesurant l'adaptation est élevé, plus l'item permet de discriminer les personnes qui s'adaptent de celles qui ne s'adaptent pas. Baker (2001) suggère la table suivante pour interpréter ou juger des valeurs de la discrimination :
 - 0,34 et moins : très faible
 - 0,35 - 0,64 : faible
 - 0,65 - 1,34 : modérée
 - 1,35 - 1,69 : bonne
 - 1,70 et + : très bonne

La TRI utilise ces paramètres pour modéliser une courbe caractéristique d'item (CCI) reliant la variable latente sous-jacente θ mesurée par l'instrument et la probabilité qu'une personne de sélectionner une option spécifique pour un item donné (c.-à-d. endosser l'item). Par exemple, la CCI présentée dans la figure 2 réfère à une question évaluant le comportement d'adaptation. Dans ce cas, il est plus probable que les personnes possédant de bonnes habitudes en matière d'adaptation obtiennent un score plus élevé à cette question que les candidats ayant de moins bonnes habitudes en adaptation (score θ inférieur à zéro).

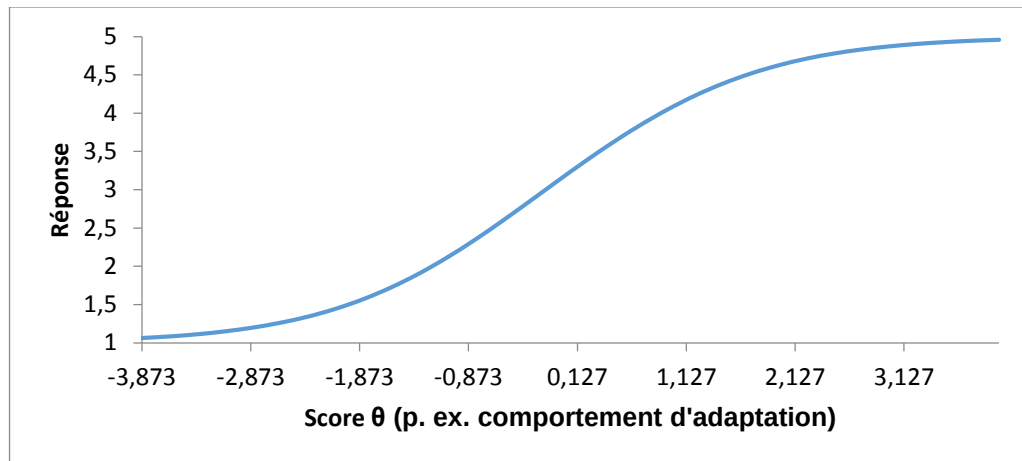


Figure 2. Exemple d'une courbe caractéristique d'un item mesurant l'adaptation

Les analyses psychométriques ont été réalisées avec la version 1.3.0 du logiciel libre *eirt* et la méthode d'estimation par maximum de vraisemblance marginalisée. Ce logiciel métrologique consiste en un module *Excel* qui permet d'obtenir l'estimation des paramètres d'items selon la théorie classique des tests et de la théorie des réponses aux items (TRI), de même que les courbes caractéristiques d'items et les courbes d'options de réponses pour chaque item (Valois, Houssemand, Germain, & Abdous, 2011).

Par la suite, une analyse factorielle confirmatoire (AFC) a été effectuée pour vérifier l'unidimensionnalité du questionnaire d'adaptation à la chaleur. Il s'agissait d'éprouver un modèle où les 18 mesures comportementales représentent des indicateurs d'adaptation à la chaleur. Différents coefficients permettent de vérifier la correspondance entre le modèle de mesure hypothétique et les données empiriques, tels que le « Comparative fit index » (CFI), le « Tucker-Lewis index » (TLI), le χ^2/dl et le « Root mean squares error of approximation » (RMSEA). Plusieurs chercheurs s'entendent pour reconnaître que l'ajustement d'un modèle aux données est acceptable et excellent si les valeurs du CFI et du TLI sont supérieures à 0,90 et 0,95, que la valeur du χ^2/dl est inférieure à 5 et à 2, et que la valeur du RMSEA est plus petite que 0,08 et 0,06, respectivement.

Une analyse en correspondance multiple (ACM) a finalement été réalisée. C'est une procédure de réduction des données pour des variables catégorielles (Greenacre, 2007) qui est fréquemment utilisée dans la construction d'indices composites (Bélanger, Abdous, Gosselin, & Valois, 2015b ; Canuel, Abdous, Bélanger, & Gosselin, 2014). En réalisant cette analyse, il sera possible de vérifier si les résultats obtenus

(c.-à-d. l'inertie expliquée par les comportements retenus et l'influence des variables passives) auprès de la population québécoise âgée de plus de 18 ans et provenant de différents niveaux de favorisation/défavorisation, concordent avec ceux de Bélanger & al. (2015a), obtenus auprès de personnes vivant en milieu défavorisé.

L'interprétation des résultats de l'ACM repose principalement sur les représentations graphiques ainsi que sur la contribution à la formation des dimensions factorielles obtenues. Le pourcentage d'inertie expliquée par dimension ajustée selon la méthode de Greenacre (1984) est également une bonne mesure de l'information apportée par chaque dimension. Pour déterminer le nombre de dimensions à retenir, le critère du coude a été utilisé. Quelques variables passives ont été ajoutées pour décrire leurs liens avec l'indice d'adaptation, notamment le sexe croisé avec l'âge, le type de ménage et le niveau de scolarité. L'ajout de ces variables n'a aucun impact sur la construction de l'indice. Leur lien respectif avec l'indice d'adaptation s'interprète à partir de leurs coordonnées dans l'espace.

2.5.3. Validité critériée de l'indice d'adaptation

Après avoir éprouvé les qualités psychométriques de l'indice d'adaptation, nous avons vérifié s'il possédait une bonne validité critériée. Pour ce faire, nous avons d'abord calculé la corrélation tétrachorique entre l'indice et un critère considéré comme étant associé à cet indice. Ce critère correspond aux impacts sanitaires néfastes auto-rapportés lorsqu'il fait très chaud et très humide l'été, soit l'état de santé perçu pendant cette période de chaleur. Les personnes ayant affirmé ressentir moyennement ou beaucoup d'effets néfastes ont été considérées comme formant le groupe à risque, alors que celles ayant affirmé ne pas ressentir d'effets néfastes ou en ressentir peu ont été considérées comme formant le groupe sans risque ou à moindre risque. Ainsi, il est plausible que les personnes ayant affirmé ressentir des effets néfastes sur leur santé soient celles qui s'adaptent le plus. Cela impliquerait donc une corrélation positive entre l'indice et ce critère. De plus, la prévalence des effets néfastes ressentis en fonction du niveau d'adaptation et le rapport de cote ont aussi été calculés pour vérifier la validité critériée.

3. Résultats

3.1. Développement de l'indice d'adaptation

3.1.1. Analyse d'items

Les résultats de l'analyse d'items (voir le tableau 6) révèlent que l'indice d'adaptation est fidèle, c'est-à-dire que parmi les 18 comportements d'adaptation, tous semblent mesurer le trait d'adaptation à la chaleur, à l'exception du comportement qui consiste à utiliser de la climatisation lors d'une vague de chaleur. Cet item a donc été retiré puisque son indice de discrimination avoisine la valeur zéro (-0,057). Ce faible pouvoir discriminant n'est pas dû au fait que la variabilité des réponses à cette question est faible, car 67,37 % des répondants utilisent la climatisation lors d'une vague de chaleur (voir le comportement n° 11 dans le tableau 7).

Les résultats du tableau 6 indiquent que les comportements les plus discriminants sont « diminuer l'utilisation du four » (1,36 ; bon pouvoir discriminant), « réduire l'utilisation de la sècheuse » (1,13 ; pouvoir discriminant modéré) et « fermer les rideaux » (0,97 ; pouvoir discriminant modéré). Outre l'utilisation de la climatisation lors d'une vague de chaleur, les comportements les moins discriminants sont « posséder une liste de numéros de téléphone d'urgence » (0,31), « se baigner dans une piscine privée » (0,39) et « rester chez soi » (0,44).

Ce pouvoir discriminant des indicateurs est illustré dans les courbes caractéristiques d'items (annexes 1 et 2). En effet, toutes ces courbes, excepté celle concernant l'utilisation du climatiseur, sont croissantes monotones, ce qui signifie qu'il est plus probable qu'une personne dont les traits d'adaptation à la chaleur sont élevés adopte chacun de ces comportements préventifs.

Enfin, les résultats du tableau 7 révèlent que les comportements les plus adoptés sont « boire de l'eau plate » (79,01 %), « fermer les rideaux » (72,84 %), « modifier ses comportements en fonction des bulletins météorologiques » (68,62 %) et « diminuer l'utilisation du four » (64,22 %). De même, il apparaît que les comportements les moins

adoptés pour s'adapter à la chaleur sont « aller se rafraîchir dans un autre lieu climatisé que le logement » (13,79 %), « se baigner dans une piscine publique, un lac ou une rivière » (17,38 %), « s'éponger le visage ou le cou » (23,47 %) et « se baigner dans une piscine privée » (26,54 %).

Tableau 6
Indices de discrimination des comportements

Comportements d'adaptation	Indice de discrimination	99 % IC
1. Port d'un couvre-tête si le soleil tape	0,512	[0,386-0,638]
2. Épongeage ou vaporisation du visage ou du cou avec de l'eau fraîche	0,962	[0,790-1,134]
3. Prise de douches ou de bains plus souvent qu'à l'habitude pour se rafraîchir	0,753	[0,615-0,890]
4. Consommation d'eau plate comme principale boisson pour se rafraîchir	0,473	[0,323-0,622]
5. Consommation d'aliments glacés pour se rafraîchir	0,512	[0,382-0,641]
6. Baignade dans une piscine publique, un lac ou un cours d'eau pour se rafraîchir	0,591	[0,427-0,755]
7. Baignade dans une piscine privée pour se rafraîchir	0,394	[0,261-0,526]
8. Modification des comportements en fonction des bulletins météorologiques	0,856	[0,703-1,009]
9. Rester chez soi lors d'une vague de chaleur pour éviter les conséquences de la chaleur sur la santé	0,441	[0,315-0,566]
10. Posséder une liste de numéros de téléphone pouvant être utiles en cas d'urgence	0,314	[0,195-0,432]
11. Utilisation du climatiseur lors d'une vague de chaleur	-0,057	[-0,178-0,063]
12. Fermeture des rideaux pour conserver la fraîcheur du logement lorsque le soleil tape	0,966	[0,803-1,128]
13. Diminution de l'utilisation de la sècheuse pour réduire les sources de chaleur	1,132	[0,972-1,293]
14. Fermeture de l'ordinateur lorsqu'il n'est pas utilisé afin de réduire les sources de chaleur à l'intérieur du logement	0,789	[0,651-0,928]
15. Diminution de l'utilisation du four pour réduire les sources de chaleur dans le logement	1,359	[1,175-1,543]
16. Fréquentation de lieux climatisés autres que le logement pour se rafraîchir	0,782	[0,589-0,974]
17. Utilisation du balcon pour se rafraîchir en soirée	0,731	[0,595-0,866]
18. Utilisation de la cour pour se rafraîchir en soirée	0,641	[0,506-0,776]

Tableau 7
Tableau de fréquences des comportements

Comportements d'adaptation adoptés lorsqu'il fait très chaud et très humide l'été	Fréquences et pourcentages pondérés pour l'ensemble des données		Pourcentages pondérés sans les données manquantes	
	n	%	%	Cumulatif
1. Port d'un couvre-tête si le soleil tape				
0 [jamais/rarement/occasionnellement]	1206,09	60,18	60,35	60,35
1 [souvent/toujours]	792,42	39,54	39,65	100
Total de données sans les données manquantes	1998,51	99,73		
Total de données manquantes (Refus, NSP)	5,48	0,27		
Total des données	2003,99	100,00		
2. Épongeage ou vaporisation du visage ou du cou avec de l'eau fraîche				
0 [jamais/rarement/occasionnellement]	1528,15	76,25	76,56	76,56
1 [souvent/toujours]	467,79	23,34	23,44	100
Total de données sans les données manquantes	1995,94	99,60		
Total de données manquantes (Refus, NSP)	8,07	0,40		
Total des données	2004,01	100,00		
3. Prise de douches ou de bains plus souvent qu'à l'habitude pour se rafraîchir				
0 [jamais/rarement/occasionnellement]	1068,21	53,30	53,59	53,59
1 [souvent/toujours]	924,95	46,15	46,41	100
Total de données sans les données manquantes	1993,16	99,46		
Total de données manquantes (Refus, NSP)	10,85	0,54		
Total des données	2004,01	100,00		
4. Consommation d'eau plate comme principale boisson pour se rafraîchir				
0 [jamais/rarement/occasionnellement]	420,29	20,97	21,00	21,00
1 [souvent/toujours]	1580,96	78,89	79,00	100
Total de données sans les données manquantes	2001,25	99,86		
Total de données manquantes (Refus, NSP)	2,75	0,14		
Total des données	2004	100,00		
5. Consommation d'aliments glacés pour se rafraîchir				
0 [jamais/rarement/occasionnellement]	1220,95	60,93	61,04	61,04
1 [souvent/toujours]	779,34	38,89	38,96	100
Total de données sans les données manquantes	2000,29	99,81		
Total de données manquantes (Refus, NSP)	3,71	0,19		
Total des données	2004	100,00		
6. Baignade dans une piscine publique, un lac ou un cours d'eau pour se rafraîchir				
0 [jamais/rarement/occasionnellement]	1644,04	82,04	82,61	82,61
1 [souvent/toujours]	346,07	17,27	17,39	100
Total de données sans les données manquantes	1990,11	99,31		
Total de données manquantes (Refus, NSP)	13,89	0,69		
Total des données	2004	100,00		
7. Baignade dans une piscine privée pour se rafraîchir				

0 [jamais/rarement/occasionnellement]	1467,84	73,25	73,46	73,46
1 [souvent/toujours]	530,2	26,46	26,54	100
Total de données sans les données manquantes	1998,04	99,70		
Total de données manquantes (Refus, NSP)	5,96	0,30		
Total des données	2004	100,00		
8. Modification des comportements en fonction des bulletins météorologiques				
0 [Non]	628,13	31,34	31,38	31,38
1 [Oui]	1373,31	68,53	68,62	100
Total de données sans les données manquantes	2001,44	99,87		
Total de données manquantes (Refus, NSP)	2,56	0,13		
Total des données	2004	100,00		
9. Rester chez soi lors d'une vague de chaleur pour éviter les conséquences de la chaleur sur la santé				
0 [jamais/rarement/occasionnellement]	1244,98	62,12	62,27	62,27
1 [souvent/toujours]	754,19	37,63	37,73	100
Total de données sans les données manquantes	1999,17	99,76		
Total de données manquantes (Refus, NSP)	4,83	0,24		
Total des données	2004	100,00		
10. Posséder une liste de numéros de téléphone pouvant être utiles en cas d'urgence				
0 [Non]	949,68	47,39	47,51	47,51
1 [Oui]	1049,43	52,37	52,49	100
Total de données sans les données manquantes	1999,11	99,76		
Total de données manquantes (Refus, NSP)	4,89	0,24		
Total des données	2004	100,00		
11. Utilisation du climatiseur lors d'une vague de chaleur				
0 [Non]	651,62	32,52	32,63	32,63
1 [Oui]	1345,11	67,12	67,37	100
Total de données sans les données manquantes	1996,73	99,64		
Total de données manquantes (Refus, NSP)	7,27	0,36		
Total des données	2004	100,00		
12. Fermeture des rideaux pour conserver la fraîcheur du logement lorsque le soleil tape				
0 [jamais/rarement/occasionnellement]	542,82	27,09	27,16	27,16
1 [souvent/toujours]	1455,59	72,63	72,84	100
Total de données sans les données manquantes	1998,41	99,72		
Total de données manquantes (Refus, NSP)	5,59	0,28		
Total des données	2004	100,00		
13. Diminution de l'utilisation de la sècheuse pour réduire les sources de chaleur				
0 [jamais/rarement/occasionnellement]	954,24	47,62	49,80	49,80
1 [souvent/toujours]	962,08	48,01	50,20	100
Total de données sans les données manquantes	1916,32	95,63		
Total de données manquantes (Refus, NSP)	87,67	4,37		
Total des données	2003,99	100,00		
14. Fermeture de l'ordinateur lorsqu'il n'est pas utilisé afin de réduire les sources de chaleur à l'intérieur du logement				
0 [jamais/rarement/occasionnellement]	958,42	47,83	50,34	50,34

1 [souvent/toujours]	945,38	47,17	49,66	100
Total de données sans les données manquantes	1903,80	95,00		
Total de données manquantes (Refus, NSP)	100,20	5,00		
Total des données	2004	100,00		
15. Diminution de l'utilisation du four pour réduire les sources de chaleur dans le logement				
0 [jamais/rarement/occasionnellement]	709,93	35,43	35,78	35,78
1 [souvent/toujours]	1274,2	63,58	64,22	100
Total de données sans les données manquantes	1984,13	99,01		
Total de données manquantes (Refus, NSP)	19,87	0,99		
Total des données	2004	100,00		
16. Fréquentation de lieux climatisés autres que le logement pour se rafraîchir				
0 [jamais/rarement/occasionnellement]	1727,00	86,18	86,21	86,21
1 [souvent/toujours]	276,34	13,79	13,79	100
Total de données	2003,34	99,97		
Total de données manquantes (Refus, NSP)	0,66	0,03		
Total des données	2004	100,00		
17. Utilisation du balcon pour se rafraîchir en soirée				
0 [jamais/rarement/occasionnellement]	1112,11	55,49	55,58	55,58
1 [souvent/toujours]	888,78	44,35	44,42	100
Total de données sans les données manquantes	2000,89	99,84		
Total de données manquantes (Refus, NSP)	3,11	0,16		
Total des données	2004	100,00		
18. Utilisation de la cour pour se rafraîchir en soirée				
0 [jamais/rarement/occasionnellement]	1298,88	64,81	65,00	65,00
1 [souvent/toujours]	699,54	34,91	35,00	100
Total de données sans les données manquantes	1998,42	99,72		
Total de données manquantes (Refus, NSP)	5,57	0,28		
Total des données	2003,99	100,00		

3.1.2. Analyse factorielle confirmatoire

Nous avons ensuite éprouvé la validité factorielle de l'indice. Il s'agissait en fait de vérifier si les comportements d'adaptation relevaient d'un seul et même trait latent, soit l'adaptation aux vagues de chaleur. Les résultats obtenus indiquent que les données ne s'ajustent pas bien au modèle comprenant les 17 indicateurs d'adaptation retenus à la suite de l'analyse d'items (CFI = 0,631, TLI = 0,558, χ^2/dl = 5,99 et RMSEA = 0,050). Nous nous sommes basés sur les valeurs des indices (*modification indices*) fournies par le logiciel Mplus pour identifier les indicateurs potentiellement problématiques. Dans le cas d'un modèle unidimensionnel comme celui que nous éprouvons, ces indices révèlent, notamment, quels indicateurs devraient être retirés du modèle pour améliorer de façon significative son ajustement aux données. Toutefois, les raisons exclusivement statistiques ne sont pas suffisantes pour retirer un indicateur du modèle ; il faut aussi justifier ce retrait sur la base de considérations conceptuelles et théoriques. Par exemple, l'indicateur « utilisation de la cour pour se rafraîchir en soirée » a été enlevé de l'indice en raison de sa relation trop élevée avec l'indicateur « utilisation du balcon pour se rafraîchir en soirée ». Pareillement, l'indicateur « épongeage ou vaporisation du visage ou du cou avec de l'eau fraîche » a été enlevé puisqu'il constituait un double de l'indicateur « prendre des douches et des bains plus souvent ». Le tableau 8 présente, dans l'ordre, les cinq indicateurs qui ont été retirés de l'indice.

Tableau 8
Indicateurs retirés du modèle d'AFC

Comportements retirés	Nombre de comportements composant l'indice	Raisons	Ajustement du modèle			
			CFI	TLI	χ^2/dl	RMSEA
Aucun – Modèle de base	17		0,631	0,578	5,99	0,050
Utilisation de la cour pour se rafraîchir en soirée	16	Relation trop élevée avec « utilisation du balcon pour se rafraîchir en soirée » ($r = 0,67$)	0,741	0,701	3,87	0,038
Épongeage ou vaporisation du visage ou du cou avec de l'eau fraîche	15	Relation trop élevée avec « prendre des douches ou des bains plus souvent » ($r = 0,49$)	0,751	0,709	3,62	0,036
Baignade dans un lieu privé	14	Relation négative avec « rester chez soi » ($r = -0,22$) et relation trop	0,812	0,778	3,17	0,033

		élevée avec « se baigner dans un lieu public » ($r = 0,27$)				
Rester chez soi lors d'une vague de chaleur	13	Relation trop élevée avec « modifier ses comportements en fonction des bulletins météorologiques » ($r = 0,38$)	0,876	0,851	2,47	0,027
Consommation d'aliments glacés	12	Comportement qui semble ne pas appartenir au même construit théorique que celui mesuré par les autres indicateurs. Une explication possible à cela est que les répondants n'adoptent pas nécessairement ce comportement pour combattre la chaleur.	0,921	0,903	2,02	0,023

Le modèle obtenu présente de bons indices d'ajustement ($CFI = 0,921$, $TLI = 0,903$, $\chi^2/dl = 2,02$ et $RMSEA = 0,023$).

Dans le souci d'améliorer la validité de l'indice, nous avons vérifié l'ajustement du modèle final en combinant certains comportements non retenus dans les étapes précédentes, et qui sont corrélés et complémentaires aux comportements retenus pour faire partie de l'indice. Par exemple, nous avons créé une variable unique qui combine les comportements « se baigner dans un lieu public » et « se baigner dans un lieu privé » pour obtenir une mesure plus précise du comportement général consistant à « se baigner lorsqu'il fait chaud et humide l'été ». Trois autres variables ont aussi été créées par combinaison de deux comportements corrélés et complémentaires.

Les résultats du tableau 9 montrent que deux combinaisons comportementales parmi les quatre éprouvées améliorent la qualité de l'indice, soit se baigner dans un lieu public ou privé (deuxième combinaison de comportements testée) et profiter du balcon ou de la cour en soirée (quatrième combinaison de comportements testée). Cependant, l'ajout simultané de ces deux combinaisons comportementales fait que le modèle s'ajuste moins bien aux données ($TLI = 0,893$; données non présentées) et est donc moins approprié que celui contenant seulement la combinaison « se baigner dans un lieu public » et « se baigner dans un lieu privé » ($TLI = 0,909$). Ce modèle final comprend donc 12

comportements (dont une combinaison comportementale) et présente un excellent degré d'ajustement (CFI = 0,926, TLI = 0,909, $\chi^2/dl = 1,99$ et RMSEA = 0,022) (voir la figure 3). Dix de ces 12 comportements étaient présents dans l'indice de Bélanger & al. (2015a).

Tableau 9
Ajustement du modèle en combinant des comportements

Combinaisons de comportements ^a	CFI ^b	TLI ^b	χ^2/dl ^b	RMSEA ^b
Première combinaison testée				
• Prendre des douches ou des bains plus souvent • Épongeage ou vaporisation du visage ou du cou avec de l'eau fraîche	Moins bon ajustement du modèle aux données 0,915 < 0,921	Moins bon ajustement du modèle aux données 0,896 < 0,903	Moins bon ajustement du modèle aux données 2,13 > 2,02	Moins bon ajustement du modèle aux données 0,024 > 0,023
Deuxième combinaison testée				
• Se baigner dans un lieu public • Se baigner dans un lieu privé	Meilleur ajustement du modèle aux données 0,926 > 0,921	Meilleur ajustement du modèle aux données 0,909 > 0,903	Meilleur ajustement du modèle aux données 1,99 < 2,02	Meilleur ajustement du modèle aux données 0,022 < 0,023
Troisième combinaison testée				
• Modifier ses comportements en fonction des bulletins météorologiques • Rester chez soi lors d'une vague de chaleur	Moins bon ajustement du modèle aux données 0,915 < 0,921	Moins bon ajustement du modèle aux données 0,896 < 0,903	Moins bon ajustement du modèle aux données 2,07 > 2,02	Même ajustement du modèle aux données 0,023 = 0,023
Quatrième combinaison testée				
• Utilisation du balcon pour se rafraîchir en soirée • Utilisation de la cour pour se rafraîchir en soirée	Meilleur ajustement du modèle aux données 0,923 > 0,921	Meilleur ajustement du modèle aux données 0,906 > 0,903	Meilleur ajustement du modèle aux données 2,01 < 2,02	Meilleur ajustement du modèle aux données 0,022 < 0,023

^a Pour chacune des quatre combinaisons testées, le premier comportement présenté est celui retenu dans l'indice final du tableau 8 (où cinq comportements ont été exclus) et le deuxième est un des comportements exclus de l'indice final.

^b La première valeur d'ajustement correspond au modèle où deux comportements sont combinés, tandis que la deuxième valeur correspond au modèle final du tableau 8 (où cinq comportements ont été exclus).

Légende

CP1: Port d'un couvre-tête lorsque le soleil tape
CP2: Prise de douches ou de bains plus souvent qu'à l'habitude
CP3: Consommation d'eau plate comme principal breuvage
CP4: Se baigner dans une piscine publique ou privée
CP5: Modification des comportements en fonction du bulletin météo

CP6: Fermeture des rideaux pour garder la fraîcheur à l'intérieur du logement
CP7: Diminution de l'utilisation de la sècheuse
CP8: Fermeture de l'ordinateur lorsque ce dernier est inutilisé
CP9: Diminution de l'utilisation du four
CP10: Fréquentation de lieux climatisés
CP11: Utilisation du balcon en soirée
CP12: Avoir une liste de numéros de téléphone d'urgence

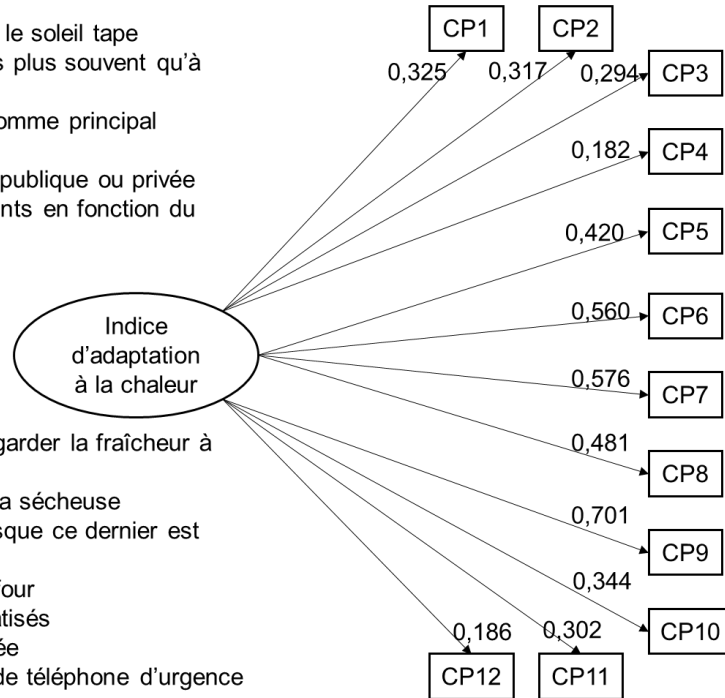


Figure 3. Modèle final éprouvé par analyse factorielle confirmatoire

À titre exploratoire, nous avons ajouté le comportement consistant à « utiliser la climatisation lors d'une vague de chaleur » au modèle final. Les résultats révèlent que le coefficient de saturation associé à cet indicateur est négatif et non significatif ($\beta = -0,030$; $p = 0,548$) et nuit à l'ajustement du modèle ($CFI = 0,861$, $TLI = 0,833$, $\chi^2/dl = 2,58$ et $RMSEA = 0,028$). En clair, comme pour l'analyse d'items réalisée dans l'étape précédente, les résultats de l'analyse factorielle confirmatoire semblent indiquer que ce comportement n'appartient pas au trait d'adaptation à la chaleur. Deux hypothèses peuvent expliquer ce résultat. Premièrement, le nombre élevé de personnes (67,37 %) qui disent utiliser la climatisation pour se protéger de la chaleur peut expliquer, du moins statistiquement, le fait que cet indicateur ne permet pas de discriminer les personnes qui s'adaptent de celles qui ne s'adaptent pas (les résultats de l'analyse d'items vont en ce sens). Deuxièmement, une personne pourrait désirer utiliser la climatisation pour se protéger de la chaleur, mais ne pas le faire en raison du prix élevé des climatiseurs. En effet, nos résultats indiquent que les gens ayant un revenu inférieur à 40 000 \$ utilisent moins le climatiseur que les gens ayant un revenu supérieur à 40 000 \$. Plus précisément, 56,94 % des gens ayant un revenu inférieur à 40 000 \$ utilisent la climatisation,

comparativement à 66,79 % pour les gens ayant un revenu entre 40 001 et 60 000 \$ ($p = 0,01$), 73,09 % pour ceux ayant un revenu entre 60 001 et 80 000 \$ ($p < 0,01$) et 75,86 % pour ceux ayant un revenu supérieur à 80 000 \$ ($p < 0,01$). Il apparaît donc qu'utiliser la climatisation lors d'une vague de chaleur pourrait difficilement être vu comme un indicateur d'adaptation, compte tenu de la barrière financière y étant associée.

3.1.3. Analyse en correspondance multiple

Une analyse en correspondance multiple a finalement été réalisée sur les 12 indicateurs retenus à la suite de l'AFC. Les résultats révèlent que l'inertie totale expliquée par la première dimension est de 83,81 % et de 1,16 % sur la seconde, ce qui corrobore les résultats de Bélanger & al. (2015a), dont la première dimension expliquait 75 % de l'inertie totale. Le diagramme d'éboulis (figure 4) montre qu'il n'y a qu'une seule dimension à l'indice.

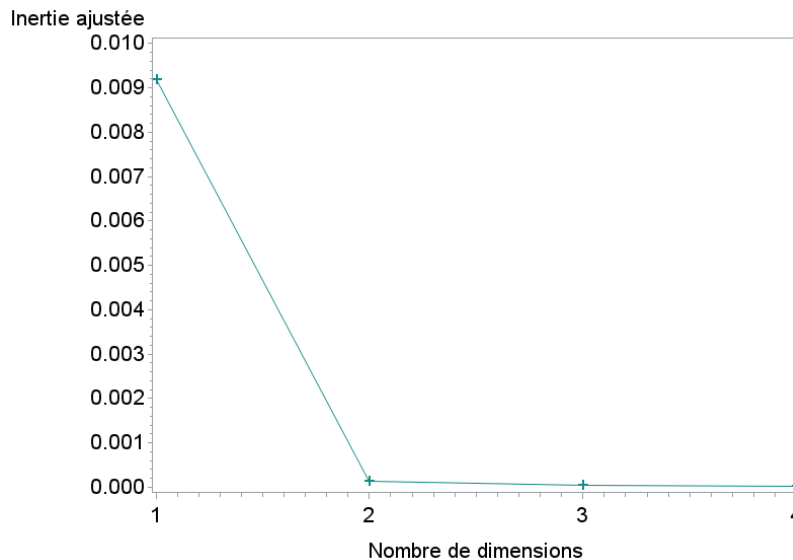
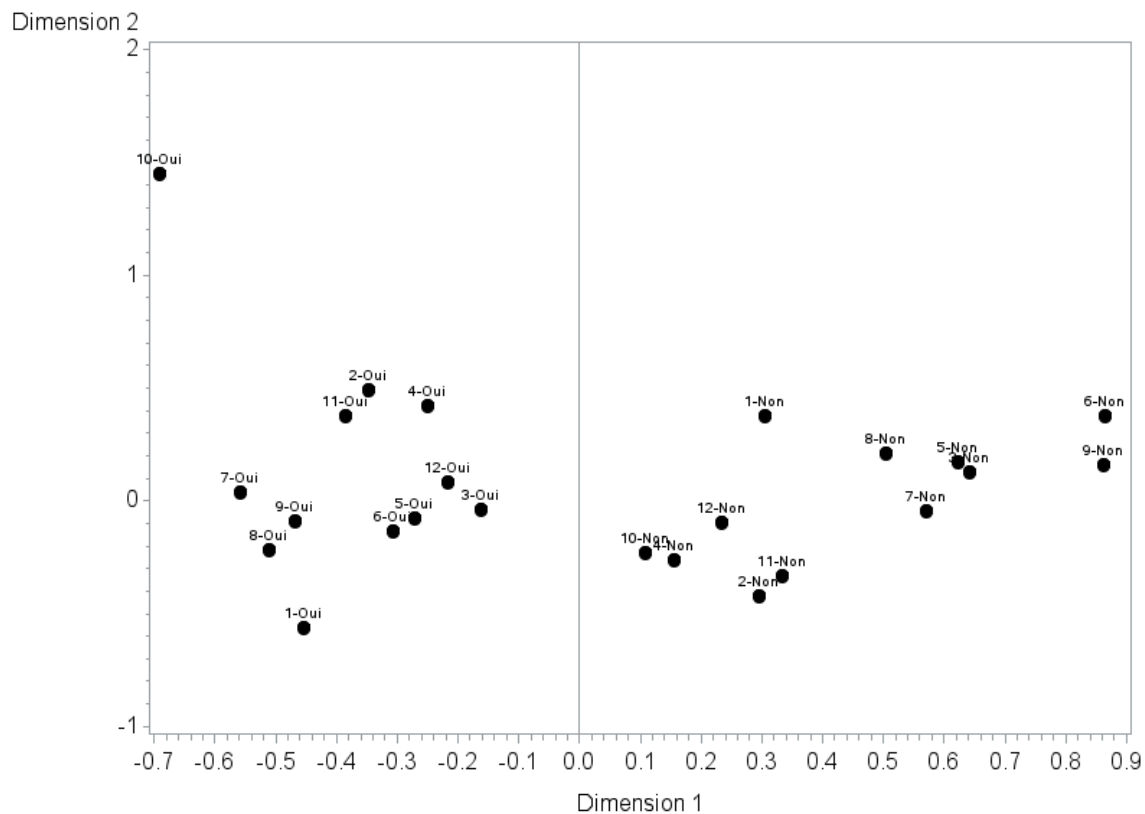


Figure 4. Diagramme d'éboulis illustrant le nombre de dimensions retenues

La projection des coordonnées des variables actives (figure 5) montre que toutes les modalités préventives se situent à gauche sur le graphique, alors que toutes les modalités non préventives se situent à droite. Ainsi, la modalité préventive la plus fortement liée à l'adaptation selon le tableau 10 est de diminuer l'utilisation de la sècheuse afin de réduire les sources de chaleur dans le logement ainsi que de diminuer l'utilisation du four. S'ajoutent ensuite la fermeture de l'ordinateur lorsque ce dernier n'est pas utilisé et le port

d'un couvre-tête si le soleil tape. Pour ce qui est des modalités non préventives, celle qui est la plus associée à la non-adaptation est de ne pas réduire l'utilisation du four, suivie par la modalité de ne pas fermer les rideaux pour conserver la fraîcheur dans le logement. Ne pas diminuer l'utilisation de la sècheuse est la troisième modalité la plus associée à la non-adaptation.



Légende. Pour toutes les variables, « oui » représente la modalité préventive et « non » la modalité non préventive : 1- port d'un couvre-tête lorsque le soleil tape ; 2- prise de douches ou de bains plus souvent qu'à l'habitude ; 3- consommation d'eau plate comme principale boisson ; 4- se baigner dans une piscine publique ou privée, ou un cours d'eau ; 5- modification des comportements en fonction des bulletins météo ; 6- fermer les rideaux pour garder la fraîcheur à l'intérieur du logement ; 7- diminuer l'utilisation de la sècheuse ; 8- fermer l'ordinateur lorsque ce dernier n'est pas utilisé ; 9- diminuer l'utilisation du four ; 10- fréquentation de lieux climatisés ; 11- utilisation du balcon en soirée ; 12- avoir une liste de numéros de téléphone d'urgence.

Figure 5. Projection des variables actives dans l'ACM

Tableau 10
Contributions des modalités sur la première dimension

Comportement	Modalité	Contribution
1. Port d'un couvre-tête si le soleil tape	Oui	0,040
	Non	0,027
2. Prise de douches ou de bains plus souvent qu'à l'habitude pour se rafraîchir	Oui	0,027
	Non	0,023
3. Consommation d'eau plate comme principale boisson pour se rafraîchir	Oui	0,010
	Non	0,040
4. Baignade dans une piscine publique ou privée, un lac ou un cours d'eau pour se rafraîchir	Oui	0,012
	Non	0,007
5. Modification des comportements en fonction des bulletins météorologiques	Oui	0,025
	Non	0,057
6. Fermeture des rideaux pour conserver la fraîcheur du logement lorsque le soleil tape	Oui	0,034
	Non	0,096
7. Diminution de l'utilisation de la sècheuse pour réduire les sources de chaleur	Oui	0,077
	Non	0,079
8. Fermeture de l'ordinateur lorsqu'il n'est pas utilisé afin de réduire les sources de chaleur à l'intérieur du logement	Oui	0,063
	Non	0,062
9. Diminution de l'utilisation du four pour réduire les sources de chaleur dans le logement	Oui	0,069
	Non	0,127
10. Fréquentation de lieux climatisés autres que le logement pour se rafraîchir	Oui	0,032
	Non	0,005
11. Utilisation du balcon pour se rafraîchir en soirée	Oui	0,033
	Non	0,029
12. Posséder une liste de numéros de téléphone pouvant être utiles en cas d'urgence	Oui	0,012
	Non	0,013

L'ajout de variables passives permet d'en apprendre beaucoup sur les caractéristiques des personnes qui s'adaptent et celles des gens qui ne s'adaptent pas. La figure de

l'annexe 3 montre qu'en général les femmes semblent s'adapter plus que les hommes. De plus, les familles avec enfants semblent s'adapter le plus, alors que vivre seul ou en colocation semblent des situations moins favorables à l'adaptation. Les analyses en correspondance multiple ne comprenant pas de test statistique, ces résultats doivent être interprétés avec prudence.

La figure indique aussi que le revenu ne semble pas être une caractéristique reliée à l'adaptation puisque les différentes modalités oscillent autour de 0 sur la première dimension. Dans une moindre mesure, les répondants ayant un diplôme universitaire ont tendance à adopter davantage de comportements d'adaptation que ceux qui n'ont pas d'études post-secondaires.

Le niveau de favorisation/défavorisation a également été ajouté comme variable passive. Les résultats révèlent que cette variable n'est pas reliée à l'adaptation puisque les différentes modalités se situent autour de 0 sur la première dimension.

Finalement, en guise de comparaison avec les autres méthodes utilisées, nous avons inclus le comportement qui consiste à « utiliser le climatiseur lors d'une vague de chaleur » comme variable passive. Les résultats indiquent que le fait d'utiliser un climatiseur ou non n'est pas relié à l'adaptation, ce qui va dans le même sens que les résultats obtenus lors de l'analyse factorielle confirmatoire.

Puisque les résultats suggèrent que l'âge, le sexe et la composition des ménages (c.-à-d. avec ou sans enfant) sont les caractéristiques permettant de bien distinguer l'adaptation de la non-adaptation, nous avons effectué des analyses complémentaires pour déterminer la prévalence d'adaptation à la chaleur en fonction de ces variables. Pour cela, il nous fallait d'abord déterminer un point de coupure, c'est-à-dire un score baromètre permettant de départager les gens qui s'adaptent de ceux qui ne s'adaptent pas. Pour ce faire, nous avons utilisé les scores d'adaptation générés par l'analyse en correspondance multiple. Ceux-ci oscillent entre -5 et +5 et sont distribués de façon quasi normale. Par la suite, ces scores d'adaptation ont été dichotomisés arbitrairement, les personnes ayant obtenu un score inférieur à 0 étant considérées comme celles qui s'adaptent à la chaleur et celles dont le score était supérieur à 0 comme des personnes qui ne s'adaptent pas à la chaleur. Nous avons ensuite estimé la prévalence d'adaptation pour le type de ménage

(c.-à-d. avec ou sans enfant), le groupe d'âge et le sexe. Une analyse de la variance a permis de déterminer s'il y avait des différences d'adaptation statistiquement significatives entre les types de ménage, les différents groupes d'âge ainsi qu'entre les hommes et les femmes.

Les résultats montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre les familles avec et sans enfant ($p = 0,36$) (voir tableau 11). Par contre, ils indiquent que la prévalence de l'adaptation diffère significativement selon le sexe et l'âge ($p < 0,05$). Les résultats montrent aussi que l'effet d'interaction sexe*âge sur l'adaptation n'est pas significatif, ce qui signifie, par exemple, que l'effet de l'âge sur l'adaptation ne varie pas en fonction du sexe. En clair, les résultats de l'analyse de variance montrent que les femmes adoptent plus de comportements d'adaptation à la chaleur que les hommes (voir la dernière ligne du tableau 12). De plus, des tests de comparaisons multiples *a posteriori* suggèrent que les personnes âgées de 18 à 29 ans et celles de 70 ans et plus ont les prévalences d'adaptation les plus faibles (voir la dernière colonne du tableau 12). Plus précisément, la prévalence d'adaptation des personnes de 18-29 ans et celle des personnes de 70 ans et plus ne diffèrent pas significativement l'une de l'autre. Toutefois, la prévalence des personnes ayant entre 18 et 29 ans est significativement plus petite que celles des personnes ayant entre 30 et 49 ans ($p < 0,01$) et entre 50 et 69 ans ($p < 0,01$). Enfin, la prévalence des personnes de 70 ans et plus est significativement plus petite que celle des personnes ayant entre 30 et 49 ans ($p < 0,01$), mais elle ne l'est pas si on la compare à la prévalence des personnes ayant entre 50 et 69 ans.

Tableau 11
Prévalence d'adaptation en fonction du type de ménage

Type de ménage	Total
Avec enfant	54,10 %
Sans enfant	52,24 %

Tableau 12
Prévalence d'adaptation en fonction de l'âge et du sexe

Groupe d'âge	Sexe		Total
	Homme	Femme	
18-29 ans	34,81 %	40,86 %	37,48 %
30-49 ans	52,40 %	69,78 %	61,78 %
50-69 ans	48,13 %	61,22 %	55,13 %
70 ans et +	44,98 %	51,39 %	48,90 %
Total	45,99 %	59,59 %	

3.1.4. Validité critériée

En reprenant les scores d'adaptation mesurés précédemment, il est possible de créer des groupes d'adaptation. Les résultats montrent que 53,12 % des répondants semblent s'adapter à la chaleur (valeur < 0) et que 46,88 % ne s'adapteraient pas (valeur > 0).

Pour éprouver davantage la validité de l'indice, nous avons calculé la corrélation entre le niveau d'adaptation tel que mesuré par l'indice dichotomisé (adaptation et non-adaptation) et les impacts sanitaires néfastes perçus (groupe à risque, groupe à moindre risque). La valeur de la corrélation obtenue est de 0,12 ($p < 0,05$), ce qui indique que les gens qui ressentent plus d'impacts sanitaires néfastes s'adaptent un peu plus. Ce résultat suggère que notre indice possède une bonne validité critériée.

Les résultats des analyses (voir le tableau 13) supportent cette conclusion : la prévalence d'impacts sanitaires est estimée à 45,77 % dans le groupe qui s'adapte le plus, selon l'indice, et à 38,11 % dans le groupe qui s'adapte le moins ($RC = 1,37$, $p = 0,0011$).

Tableau 13
Prévalence d'impacts sanitaires néfastes auto-rapportés lorsqu'il fait très chaud et très humide l'été en fonction de l'indice d'adaptation

Adoption de l'indice	%	Intervalle de confiance	Coeff. de variation	Rapport de cote	Intervalle de confiance	Pr > χ^2
Adaptation	45,77	[41,78-49,76]	4,44	1,37	[1,13-1,66]	0,0011
Non-adaptation	38,11	[33,66-42,56]	5,95	1,00		

3.2. La chaleur et la santé : résultats complémentaires

3.2.1. Les effets de la chaleur sur la santé

En période de chaleur, la santé de plusieurs répondants va être affectée (Santé Canada, 2011). En effet, 39,52 % des participants ont affirmé être incommodés par la chaleur sur le plan de leur santé physique et 18,97 % au plan mental. Parmi les problèmes de santé qui affectent le plus les personnes, une partie de ceux-ci proviennent du système respiratoire (voir tableau 14), soit l'asthme, la bronchite chronique ou l'emphysème.

Tableau 14
Problèmes de santé rapportés lors de vagues de chaleur

Maladies rapportées	Prévalence
Maladies respiratoires	7,40 %
Maladies circulatoires	1,42 %
Maladies neuropsychiatriques	0,61 %
Autres maladies	2,24 %

Plusieurs symptômes ont également été mentionnés par les participants. Les principaux symptômes qui sont ressentis lors de vagues de chaleur par les personnes interrogées sont présentés dans le tableau 15 : 14,39 % d'entre elles perçoivent de la fatigue et un manque d'énergie, 5,05 % ressentent de la difficulté à dormir et 5,03 % se disent plus irritables.

Tableau 15
Principaux symptômes rapportés par la population interrogée

Symptômes rapportés	Prévalence
Fatigue et manque d'énergie	14,39 %
Difficulté à dormir	5,05 %
Irritabilité	5,03 %
Mal de tête, problème de concentration	3,84 %
Problème de peau, transpiration abondante	3,19 %
Inconfort physique	2,09 %

3.2.2. Prévalence d'impacts sanitaires perçus selon l'âge et le sexe

Il a également été demandé aux participants d'indiquer les impacts sanitaires qu'ils ressentent quand il fait très chaud et très humide l'été. Les résultats présentés dans la figure 6 indiquent que les personnes âgées de 18 à 29 ans perçoivent moins d'impacts sanitaires (33,38 %) que celles âgées de 30 à 49 ans (43,15 %) et de 50 à 69 ans (47,53 %) lorsqu'il fait très chaud et très humide l'été ($p < 0,01$ pour les deux comparaisons), mais qu'elles ne diffèrent pas des personnes âgées de 70 ans et plus (40,07 %, $p = 0,31$). Les résultats montrent aussi qu'il n'y a pas de différence significative entre la prévalence d'impacts sanitaires perçus par les gens âgés de plus de 70 ans et celle des trois autres groupes d'âge (18-29 ans : $p = 0,31$; 30-49 ans : $p = 0,82$; 50-69 ans : $p = 0,18$). Cela signifie que les personnes les plus âgées perçoivent autant d'impacts sanitaires que les autres.

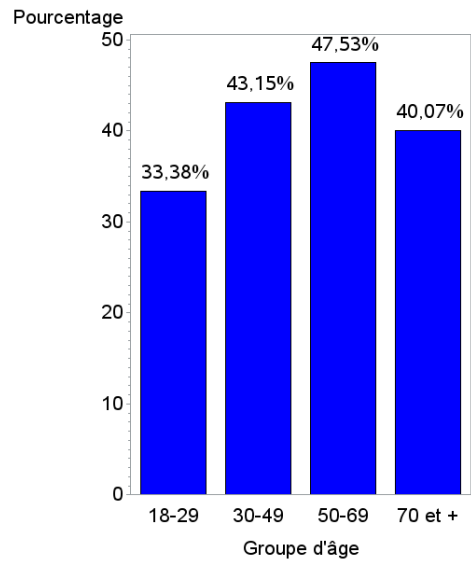


Figure 6. Prévalence d'impacts sanitaires perçus selon le groupe d'âge

Le sexe étant également une variable associée à l'adaptation, nous avons vérifié son lien avec les impacts sanitaires perçus. La figure 7 montre que les hommes (35,49 %) perçoivent moins d'impacts sanitaires que les femmes (47,87 %, $p < 0,01$), ce qui pourrait expliquer le fait qu'elles s'adaptent plus que ces derniers.

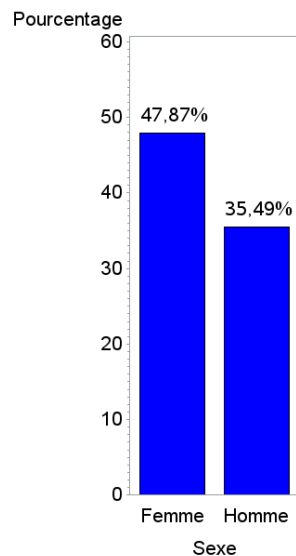


Figure 7. Prévalence d'impacts sanitaires perçus selon le sexe

3.2.3. Prévalence du risque de la chaleur pour la santé selon l'âge et le sexe

Il a également été demandé aux participants d'indiquer leur perception du risque pour leur santé quand il fait très chaud et très humide l'été. Les résultats présentés dans la figure 8 indiquent que les personnes âgées de 50 ans et plus perçoivent un plus grand risque pour leur santé comparativement aux personnes âgées de moins de 50 ans. Plus précisément, respectivement 34,28 % et 33,52 % des personnes âgées de 50 à 69 ans et de 70 ans et plus ($p = 1,00$) ont rapporté ressentir un risque modéré, élevé ou très élevé pour leur santé lors de vagues de chaleur. Par ailleurs, le groupe des 18 à 29 ans et celui des 30 à 49 ans sont ceux qui se perçoivent comment étant le moins à risque (23,12 % et 25,6 % respectivement) ($p = 0,81$). Il est intéressant de noter qu'en dépit du fait que les personnes plus âgées sont parmi celles qui se perçoivent le plus à risque lors de vagues de chaleur, elles sont aussi parmi celles qui s'adaptent le moins bien, même si elles perçoivent autant d'impacts sanitaires que les autres (voir la figure 6).

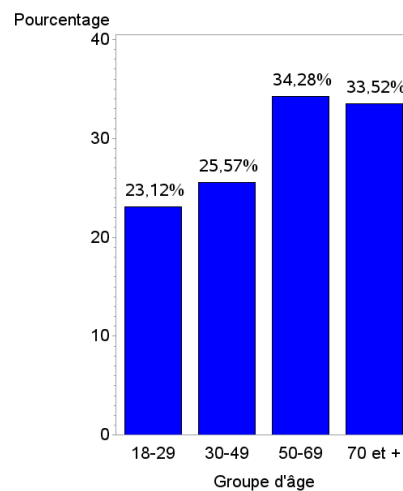


Figure 8. Proportion des participants percevant un risque élevé pour leur santé lors de vagues de chaleur selon le groupe d'âge

Le sexe étant également une variable associée à l'adaptation, nous avons vérifié son lien avec le risque perçu. La figure 9 montre que les hommes (23,55 %) se perçoivent moins à risque que les femmes (33,28 %), ce qui pourrait également expliquer le fait que les femmes s'adaptent plus qu'eux.

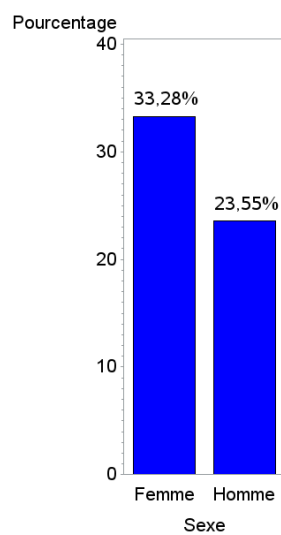


Figure 9. Proportion des participants percevant un risque élevé pour leur santé lors de vagues de chaleur selon le sexe

4. Discussion

L'indice développé dans l'étude permet de constater l'aspect parcimonieux de l'indice d'adaptation à la chaleur dans les 10 villes les plus peuplées du Québec en 2015. Celui-ci est constitué de 12 comportements qui permettent de se rafraîchir, de se protéger contre le soleil, à domicile ou à l'extérieur, de conserver la fraîcheur dans le logement et de diminuer les sources de chaleur. Il explique près de 84 % de l'inertie totale avec une seule dimension. De plus, les valeurs des indices d'ajustement de l'analyse factorielle confirmatoire montrent que le modèle unidimensionnel d'adaptation à la chaleur s'ajuste bien aux données. Cet indice d'adaptation sera donc utilisé par l'OQACC pour faire la surveillance et le suivi de l'évolution de l'adaptation à la chaleur de la population québécoise lors d'enquêtes futures. Un deuxième temps de mesure aura lieu en 2016 et plusieurs autres devraient suivre dans les années à venir. Ce suivi temporel pourrait permettre aux organismes de santé publique de mieux cibler les mesures de protection à promouvoir lors des campagnes de promotion de la santé et d'en mesurer les effets. Il devrait aussi permettre de mieux cibler les groupes à risque ou les groupes qui s'adaptent moins bien.

Une comparaison de l'indice obtenu dans cette étude avec celui développé par Bélanger & al. (2015a) dans une enquête menée dans les aires de diffusion très défavorisées permet de constater leur degré de concordance élevé, puisque 10 comportements d'adaptation à la chaleur sont présents dans les deux indices, et ce, malgré qu'ils ne s'appliquent pas aux mêmes populations. Ces deux populations se différencient, entre autres, sur le plan de la scolarité, mais surtout au niveau du revenu moyen des ménages. En effet, Bélanger & al. (2015a) mentionnent que 55 % des répondants n'ont pas fait d'études post-secondaires, tandis que cette proportion est de 45 % dans notre étude. Au niveau du revenu l'écart entre les deux études est encore plus grand : 73 % de leur échantillon a un revenu familial inférieur à 30 000 \$ et 43 % a un revenu inférieur à 15 000 \$ (Bélanger & al., 2015a), tandis que 22 % de notre échantillon a un revenu familial inférieur à 30 000 \$ et 11 % a un revenu familial inférieur à 20 000 \$. Ces résultats suggèrent que le tronc commun de comportements permettant de différencier l'adaptation de la non-adaptation à la chaleur lorsqu'il fait chaud l'été dans différentes populations est assez élevé, soit 10 des 12 comportements de la présente étude et des 14 de celle de

Bélanger & al. (2015a). Des études supplémentaires sur différentes populations devront être conduites afin de vérifier cette hypothèse. Pour le moment, on peut seulement supposer que les caractéristiques des populations étudiées (p. ex. niveau de favorisation/défavorisation) peuvent expliquer en partie cette différence, étant donné que la méthodologie de ces deux études est très similaire.

Par contre, concernant la climatisation à domicile, les résultats sont similaires, peu importe la population visée (Bélanger & al., 2015a). En effet, dans notre étude, cette variable n'a pas été conservée dans l'indice puisque, selon l'analyse d'item, son indice de discrimination est très faible (-0,057) et elle ne permet pas de discriminer les personnes les plus adaptatives de celles qui le sont moins. Tel que mentionné par Bélanger & al. (2015a), ceci est contradictoire aux résultats généralement rapportés dans la littérature, qui montre que l'utilisation de la climatisation à domicile est une adaptation efficace pour les personnes dont la santé est fragilisée lors des fortes chaleurs estivales. On peut avancer l'hypothèse que la climatisation à domicile ne permet pas de discriminer les personnes qui s'adaptent de celles qui ne s'adaptent pas en raison du nombre relativement élevé de personnes (67,37 %) qui affirment utiliser la climatisation pour se protéger de la chaleur. Les résultats de l'analyse d'items vont en ce sens et, en d'autres mots, appuient, du moins statistiquement, l'hypothèse que les Québécois sont sensibilisés au fait que la climatisation à domicile est une mesure efficace pour s'adapter à la chaleur. Ceci est, somme toute, une bonne nouvelle, puisqu'il a été montré que la climatisation à domicile réduit les décès et les maladies lors de vagues de chaleur (Patz, Frumkin, Holloway, Vimont, & Haines, 2014). On peut aussi émettre l'hypothèse qu'une personne pourrait exprimer le désir d'utiliser la climatisation pour se protéger de la chaleur, mais ne pas le faire en raison du prix élevé des climatiseurs. Nos résultats indiquent que les gens à moindre revenu utilisent moins la climatisation lorsqu'il fait très chaud et humide l'été. Il apparaît donc qu'utiliser la climatisation lors d'une vague de chaleur pourrait difficilement être vu comme un indicateur d'adaptation, compte tenu de la barrière financière y étant associée. Ainsi, on peut penser que le pouvoir de discrimination de la climatisation à domicile a pu être réduit par l'efficacité de la promotion de ce comportement par la santé publique et le coût élevé de l'utilisation de certains de ces appareils. Ceci ne rend pas ce comportement moins important à nos yeux. Il serait donc judicieux d'ajouter quand même cet indicateur aux systèmes de surveillance des impacts sanitaires néfastes.

Les résultats montrent également que les gens qui ressentent davantage d'effets néfastes sur leur santé physique ou mentale adoptent un peu plus de comportements préventifs pour se protéger lorsqu'il fait chaud et humide l'été que ceux qui n'en ressentent peu ou pas. Par contre, il n'est pas possible pour l'instant de déterminer si l'adoption de l'ensemble de ces comportements a un impact sur la perception de l'efficacité de ces mesures d'adaptation. Dans une future recherche, il serait intéressant d'ajouter une question afin de vérifier si les gens qui s'adaptent le plus selon l'indice sont aussi ceux qui perçoivent l'adoption de ces comportements comme étant efficace.

Le sexe ainsi que l'âge sont les variables qui départagent le plus franchement les personnes qui s'adaptent le plus de celles qui s'adaptent le moins, selon l'indice. En ce qui a trait au sexe, les femmes semblent davantage adopter de comportements d'adaptation que les hommes. Ce résultat a également été noté dans l'étude de Bélanger & al. (2015a), les femmes s'adaptant plus, particulièrement celles entre 18 et 64 ans.

Dans la littérature, il a été rapporté que les personnes âgées sont plus vulnérables aux effets des vagues de chaleur (Glass, Tait, Hanna, & Dear, 2015). Il est donc souhaitable que cette population adopte les comportements promus par la santé publique pour se protéger de la chaleur. L'indice développé dans cette étude permet de répertorier un ensemble de comportements qui semblent avoir un réel impact sur l'adaptation à la chaleur. Malheureusement, les résultats montrent qu'en fonction de cet indice, les personnes plus âgées (70 ans et plus) sont parmi celles qui s'adaptent le moins (avec les jeunes âgés de 18 à 29 ans), mais aussi parmi celles qui perçoivent davantage le risque de la chaleur pour leur santé comparativement aux autres groupes d'âge. Plus précisément, 33,52 % d'entre elles disent ressentir un risque modéré, élevé ou très élevé pour leur santé lors de vagues de chaleur. En clair, en dépit du fait que les personnes plus âgées sont parmi celles qui se perçoivent le plus à risque lors de vagues de chaleur, elles sont aussi parmi celles qui s'adaptent le moins (voir tableau 12), et ce, même si elles ressentent autant d'impacts sanitaires que les autres. L'Observatoire québécois de l'adaptation aux changements climatiques entreprendra prochainement une étude à ce sujet permettant de mieux comprendre ce qui, chez les personnes âgées, peut freiner ou favoriser l'adoption de comportements préventifs lors de vagues de chaleur. Plusieurs chercheurs ont abordé la question des déterminants de l'adaptation individuelle aux changements climatiques (incluant la préparation aux événements météorologiques

extrêmes) sous un angle psychologique (Levac, Toal-Sullivan, & O`Sullivan, 2012 ; Miceli, Sotgiu, & Settanni, 2008 ; Mishra, Mazumdar, & Suar, 2010 ; Mishra & Suar, 2012 ; Mishra, Suar, & Paton, 2011 ; Motoyoshi, Takao, & Ikeda, 2008). Toutefois, ces études à caractère descriptif n'ont pas encore permis d'identifier les facteurs psychologiques qui poussent une personne à s'adapter (Donahue, Eckel, & Wilson, 2014). De telles études permettraient d'identifier les meilleurs prédicteurs de l'adaptation à la chaleur et, par conséquent, les facteurs sur lesquels les messages de santé publique devraient tabler pour favoriser l'adoption des comportements d'adaptation chez les personnes vulnérables.

5. Limites de l'étude

Cette étude présente un certain nombre de limites. Premièrement, le faible taux de réponse peut avoir nui à la représentativité de l'échantillon. Par exemple, nous ne pouvons rejeter l'hypothèse que l'échantillon obtenu soit composé principalement de gens qui se sentent concernés par les vagues de chaleur.

Par contre, le taux de réponses traitables pour chacune des questions est bon. Ainsi, les gens qui ont accepté de participer à l'étude ont répondu à la grande majorité des questions. La comparaison de ce taux de réponse avec celui d'autres études a été impossible étant donné qu'à notre connaissance aucune ne visait les mêmes AD au Québec. De plus, il est impossible de faire cette comparaison avec les données du recensement de 2006 puisque des quotas avaient été établis au début de l'étude. Toutefois, une comparaison sera possible lors des enquêtes ultérieures effectuées dans le cadre du suivi temporel de l'indice par l'OQACC.

Cette étude est construite à partir d'un plan d'échantillonnage complexe où les participants ont été sélectionnés en fonction de trois caractéristiques : 1) l'âge, 2) le sexe et 3) le niveau de favorisation/défavorisation. Ce plan permet normalement de minimiser le biais de sélection et d'obtenir un échantillon représentatif de la population vivant dans les différents types d'AD et dans les dix villes les plus peuplées du Québec. Par contre, certains quotas prévus au devis de l'étude n'ont pu être respectés en raison de la difficulté à trouver des hommes âgés de 18 à 39 ans vivant dans des AD favorisés. Notons toutefois que malgré cette difficulté, l'échantillon est tout de même représentatif de la population grâce à l'ajout d'une pondération sur le sexe, l'âge et le niveau de scolarité.

6. Conclusion

Ce rapport a permis de développer un indice d'adaptation à la chaleur applicable à la population provenant des 10 villes les plus peuplées du Québec. Cet indice se compose de 12 comportements qui permettent de discriminer les gens qui s'adaptent de ceux qui ne s'adaptent pas à ce phénomène. Ces comportements sont des gestes simples qui sont proposés par la santé publique afin de se protéger de la chaleur et ainsi, de réduire ses impacts néfastes ressentis. Dans un contexte de changement climatique où il a été démontré que les vagues de chaleur seront de plus en plus fréquentes, cette étude permet de documenter un phénomène préoccupant pour la santé des citoyens. De futures études similaires à celle-ci seront conduites afin de suivre l'évolution de cet indice. Plusieurs temps de mesure sont prévus, dont un dès l'automne 2016.

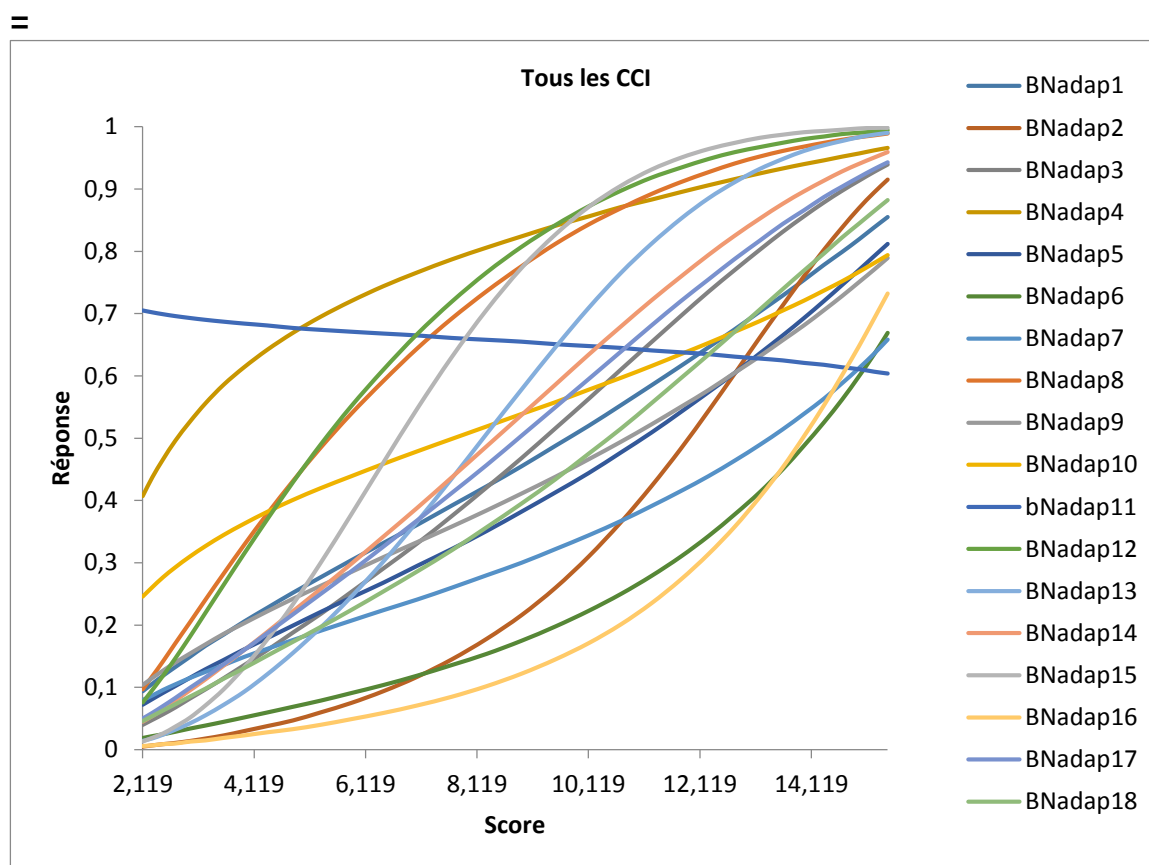
Références

- Baker, F. B. (2001). *The basics of item response theory*. College Park, MD: ERIC Clearinghouse on Assessment and Evaluation.
- Bandura, R. (2008). A survey of composite indices measuring country performance: 2008 update. *UNDP/ODS working paper, United Nations Development Program*.
- Bélanger, D., Abdous, B., Gosselin, P., & Valois, P. (2015a). An adaptation index to high summer heat associated with adverse health impacts in deprived neighborhoods. *Climatic Change*, 132(2), 279-293. doi: 10.1007/s10584-015-1420-4
- Bélanger, D., Abdous, B., Gosselin, P., & Valois, P. (2015b). Développement d'un indice d'adaptation en lien avec les impacts sanitaires néfastes autorapportés lors de conditions très chaudes et humides en été: Rapport final.
- Bélanger, D., Gosselin, P., Valois, P., Abdous, B., & Morin, P. (2013). Étude des vulnérabilités à la chaleur accablante: Synthèse de la description des répondants vivant en HLM et hors HLM dans les aires de diffusion les plus défavorisées des neuf villes québécoises les plus peuplées. *Rapport INRS*.
- Bréchon, P. (2011). Echantillon aléatoire, échantillon par quotas: les enseignements de l'enquête EVS 2008 en France.
- Canuel, M., Abdous, B., Bélanger, D., & Gosselin, P. (2014). Development of Composite Indices to Measure the Adoption of Pro-Environmental Behaviours across Canadian Provinces. *PloS one*, 9(7), e101569. doi: 10.1371/journal.pone.0101569
- DesJarlais, C., Allard, M., Bélanger, D., Blondot, A., Bourque, A., Chaumont, D., . . . Lease, N. (2010). *Learning to Adapt to Climate Change*: Montréal: Ouranos.
- Donahue, A. K., Eckel, C. C., & Wilson, R. K. (2014). Ready or not? How citizens and public officials perceive risk and preparedness. *The American Review of Public Administration*, 44(4 suppl), 89S-111S. doi: 10.1177/0275074013506517
- Embretson, S. E., & Reise, S. P. (2013). *Item response theory for psychologists*. NJ: Mahwah: Psychology Press.
- GIEC. (2013). *Climate change 2013: the physical science basis. Contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*.
- Glass, K., Tait, P. W., Hanna, E. G., & Dear, K. (2015). Estimating risks of heat strain by age and sex: a population-level simulation model. *International Journal Of Environmental Research And Public Health*, 12(5), 5241-5255.
- Greenacre, M. (1984). *Theory and applications of correspondence analysis*.
- Greenacre, M. (2007). *Correspondence analysis in practice*: CRC press.

- INSPQ. (2006). Vagues de chaleur, îlot thermique urbain et santé: examen des initiatives actuelles d'adaptation aux changements climatiques au Québec (pp. 15).
- INSPQ. (2009). *Mesures de luttres aux îlots de chaleur urbains* Retrieved from https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/988_MesuresIlotsChaleur.pdf
- INSPQ. (2010). *Proposition d'indicateurs aux fins de vigie et de surveillance des troubles de la santé liés à la chaleur* Retrieved from http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1079_IndicateursVigieSanteChaleur.pdf
- Kish, L. (1976). Optima and proxima in linear sample designs. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 80-95.
- Kish, L. (1988). Multipurpose sample designs. *Survey Methodology*, 14(1), 19-32.
- Lebel, G., & Bustinza, R. (2011). Surveillance des impacts sanitaires des vagues de chaleur au Québec. Bilan de la saison estivale 2010. Institut national de santé publique du Québec, 2011.
- Levac, J., Toal-Sullivan, D., & O`Sullivan, T. (2012). Household emergency preparedness: A literature review. *Journal of Community Health*, 37(3), 725-733. doi: 10.1007/s10900-011-9488-x
- Miceli, R., Sotgiu, I., & Settanni, M. (2008). Disaster preparedness and perception of flood risk: A study in an Alpine Valley in Italy. *Journal of Environmental Psychology*, 28(2), 164-173. doi: 10.1016/j.jenvp.2007.10.006
- Mishra, S., Mazumdar, S., & Suar, D. (2010). Place attachment and flood preparedness. *Journal of Environmental Psychology*, 30(2), 187-197. doi: 10.1016/j.jenvp.2009.11.005
- Mishra, S., & Suar, D. (2012). Effects of anxiety, disaster education, and resources on disaster preparedness behavior. *Journal of Applied Social Psychology*, 42(5), 1069-1087. doi: 10.1111/j.1559-1816.2011.00853.x
- Mishra, S., Suar, D., & Paton, D. (2011). Self-esteem and sense of mastery influencing disaster preparedness behaviour. *Australasian Journal of Disaster and Trauma Studies*, 2011(1), 1-11.
- Motoyoshi, T., Takao, K., & Ikeda, S. (2008). Determinants of household and community-based disaster preparedness. *The Japanese Journal of Social Psychology*, 23(3), 209-220.
- OCDE. (2008). Handbook on constructing composite indicators. Methodology and user guide.
- Oke, T. R. (1982). The energetic basis of urban heat island. *Journal of the Royal Meteorological Society*, 108(455), 1-24.
- Pampalon, R., & Raymond, G. (2003). Indice de défavorisation matérielle et sociale : son application au secteur de la santé et du bien-être. *Santé, Société et Solidarité*, 191-208.
- Patz, J. A., Frumkin, H., Holloway, T., Vimont, D. J., & Haines, A. (2014). Climate change: Challenges and opportunities for global health. *JAMA*, 312(15), 1565-1580. doi: 10.1001/jama.2014.13186
- Santé Canada. (2011). *Communiquer les risques des périodes de chaleur accablante pour la santé : trousse à l'intention des responsables de la*

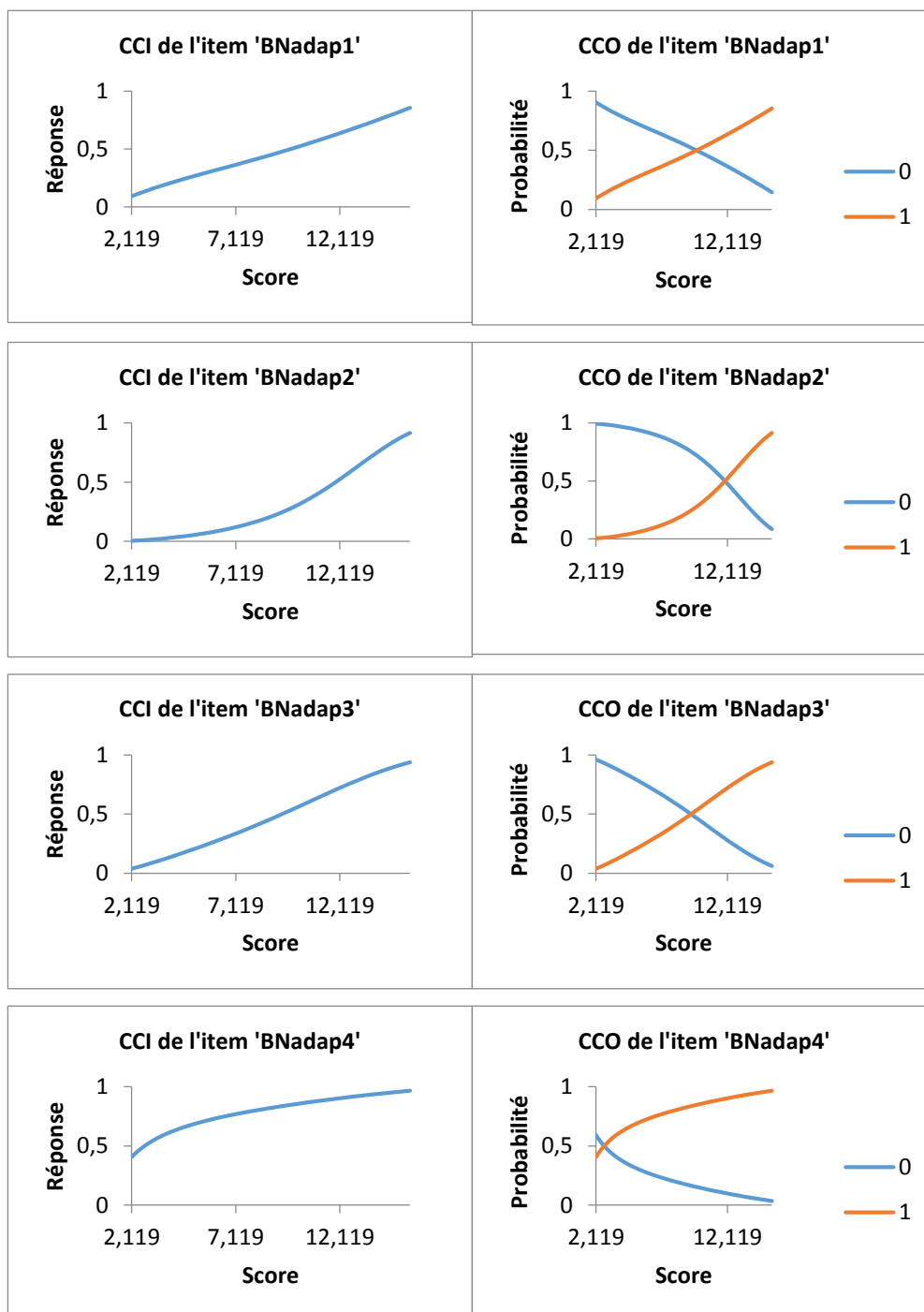
- santé publique et de la gestion des urgences Retrieved from http://publications.gc.ca/collections/collection_2011/sc-hc/H128-1-10-623-fra.pdf
- Sautory, O. (1993). La macro Calmar. Redressement d'un échantillon par calage sur marges. *Document F9310, DSDS, INSEE*.
- Steinberg, L., & Thissen, D. (1995). Item response theory in personality research *In Personality research, methods, and theory: a festschrift honoring Donald W. Fiske* (pp. 161-181). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Vallée, J., Souris, M., Fournet, F., Bochaton, A., Mobillion, V., Peyronnie, K., & Salem, G. (2007). Sampling in health geography: reconciling geographical objectives and probabilistic methods. An example of a health survey in Vientiane (Lao PDR). *Emerging themes in epidemiology*, 4(1), 6. doi: 10.1186/1742-7622-4-6
- Valois, P., Houssemand, C., Germain, S., & Abdous, B. (2011). An open source tool to verify the psychometric properties of an evaluation instrument. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 15, 552-556.
- White, I. R., Royston, P., & Wood, A. M. (2011). Multiple imputation using chained equations: issues and guidance for practice. *Statistics in medicine*, 30(4), 377-399. doi: 10.1002/sim.4067

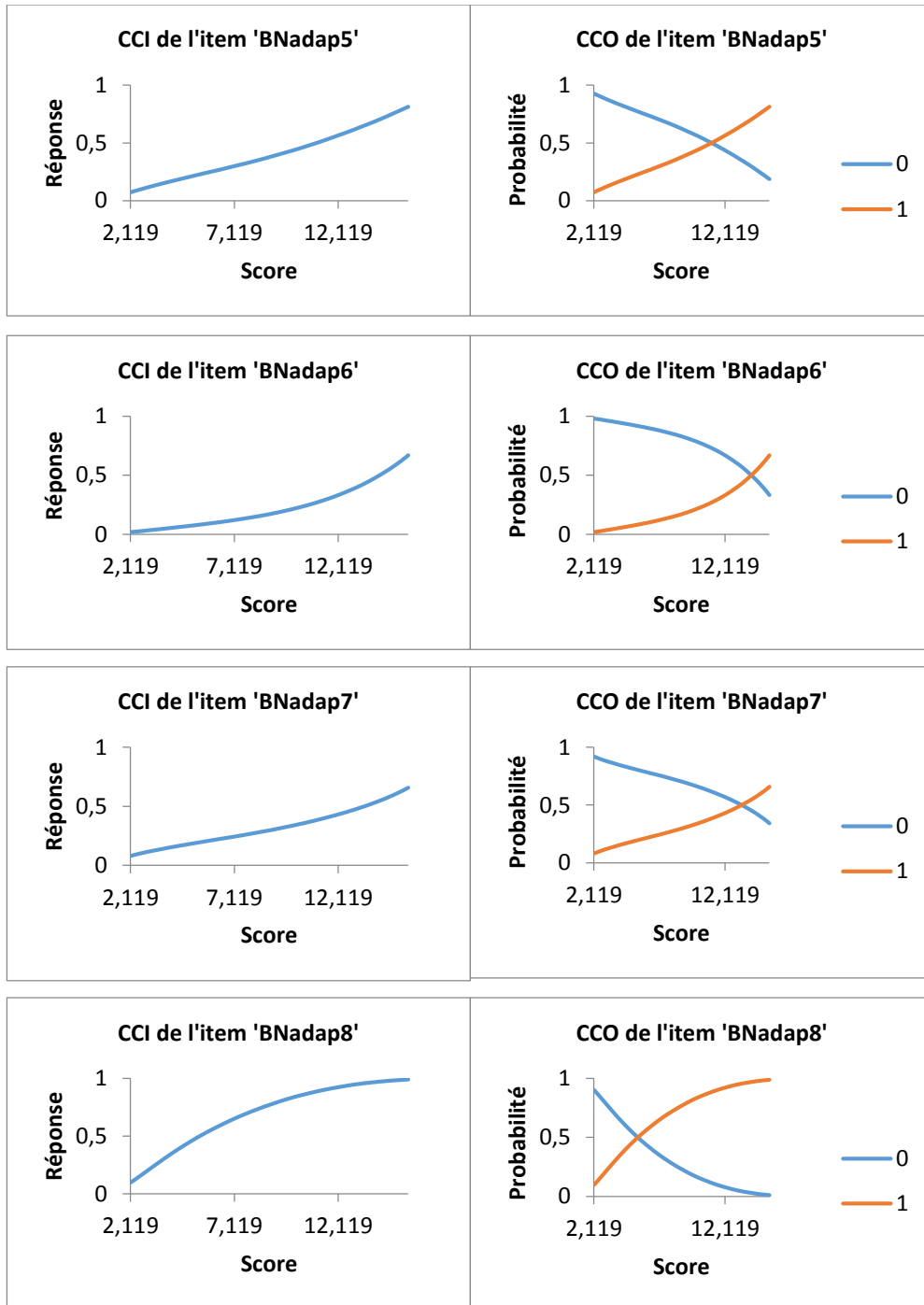
Annexe 1 : Tracés des courbes caractéristiques des items

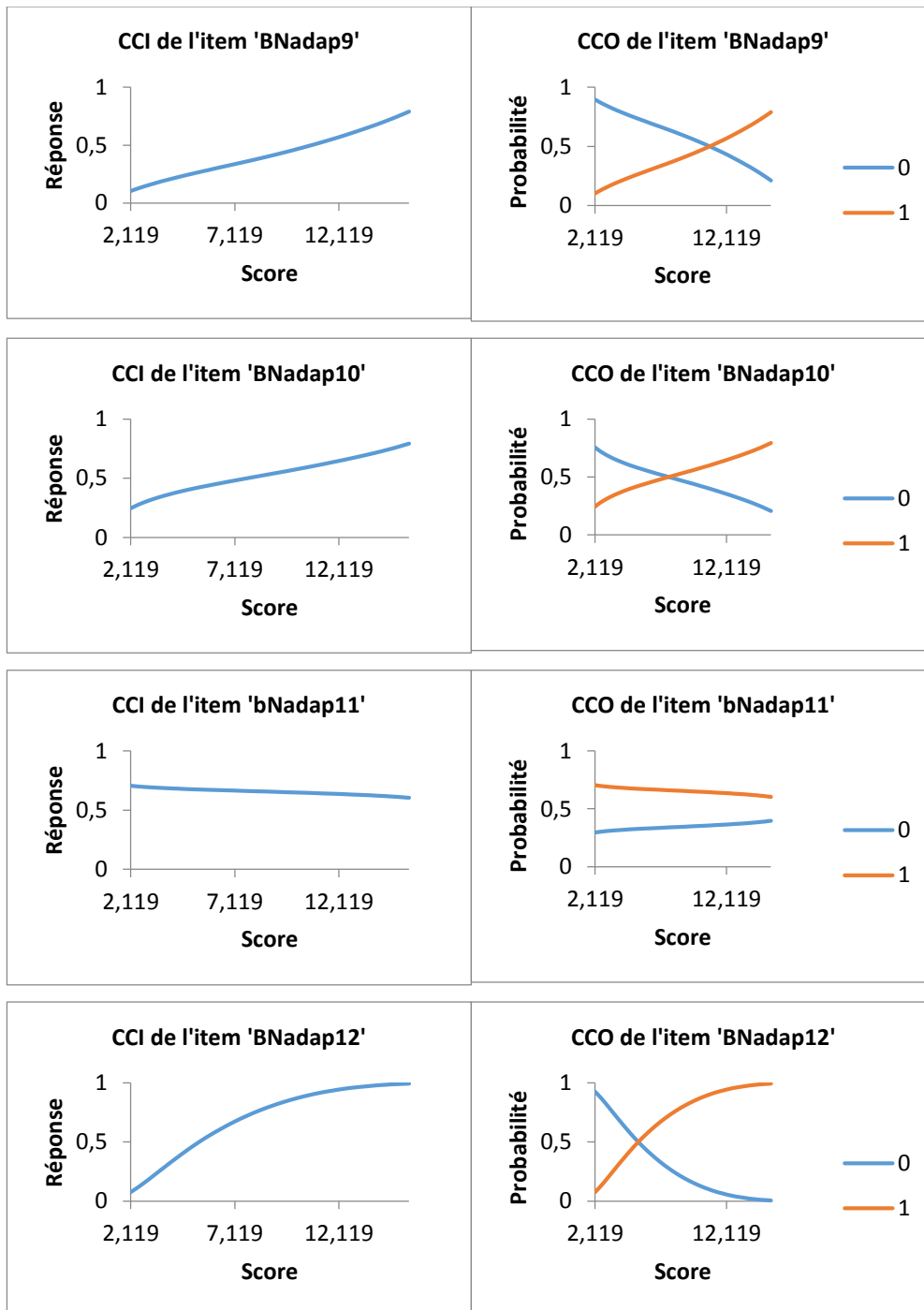


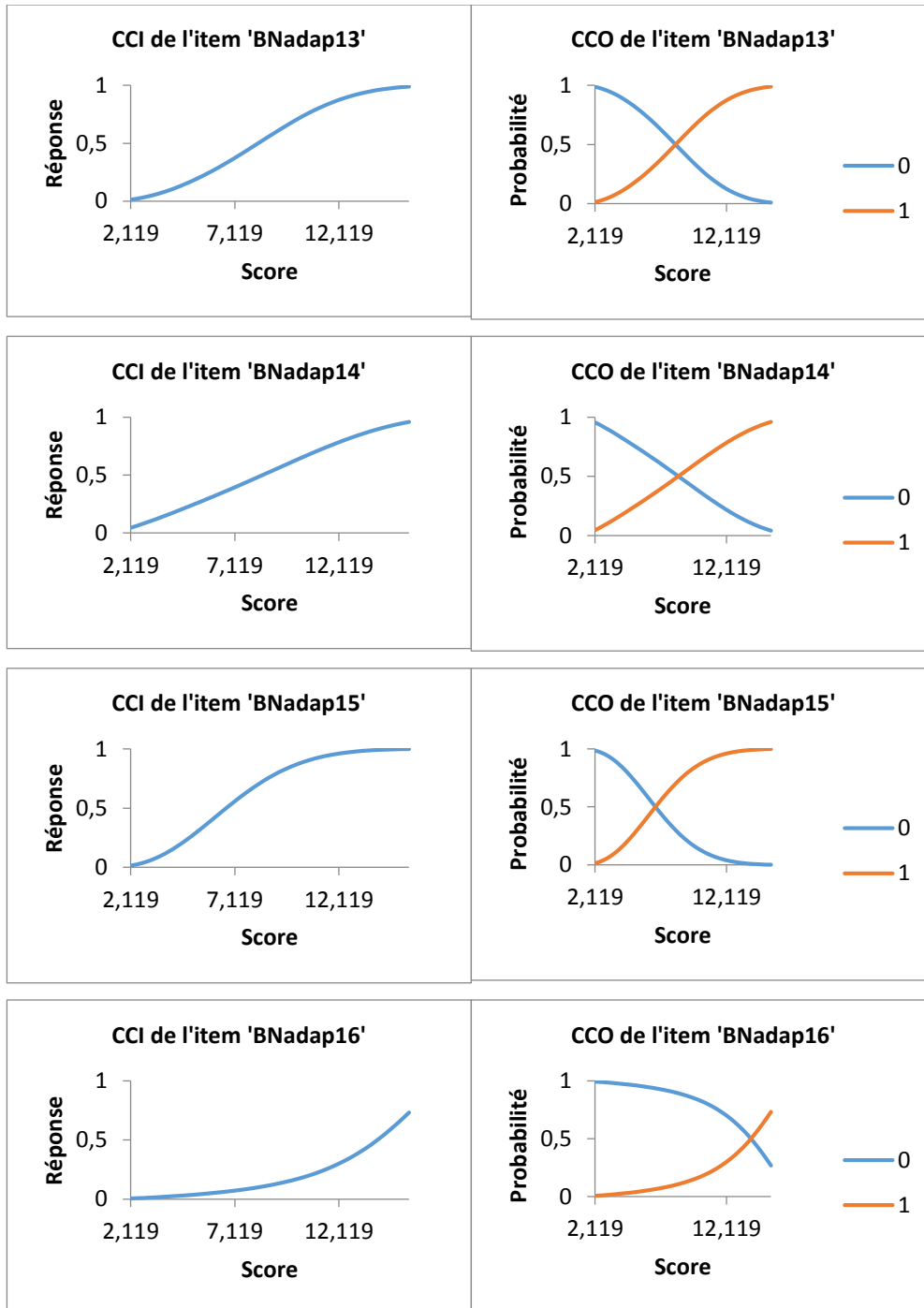
Légende : BNadap1 est le port d'un couvre-tête lorsque le soleil tape ; 2- épongeage ou vaporisation du visage ou du cou ; 3- prise de douches ou de bains plus souvent qu'à l'habitude ; 4- consommation d'eau plate comme principale boisson ; 5- consommation d'aliments glacés ; 6- se baigner dans une piscine municipale ou un cours d'eau ; 7- se baigner dans une piscine privée ; 8- modification des comportements en fonction des bulletins météo ; 9- rester chez soi lors d'une vague de chaleur ; 10- avoir une liste de numéros de téléphone d'urgence ; 11-utilisation de la climatisation lors d'une vague de chaleur ; 12- fermer les rideaux pour garder la fraîcheur à l'intérieur du logement ; 13- diminuer l'utilisation de la sècheuse ; 14- fermer l'ordinateur lorsque ce dernier n'est pas utilisé ; 15- diminuer l'utilisation du four ; 16- fréquentation de lieux climatisés ; 17- utilisation du balcon en soirée ; 18- utilisation de la cour en soirée.

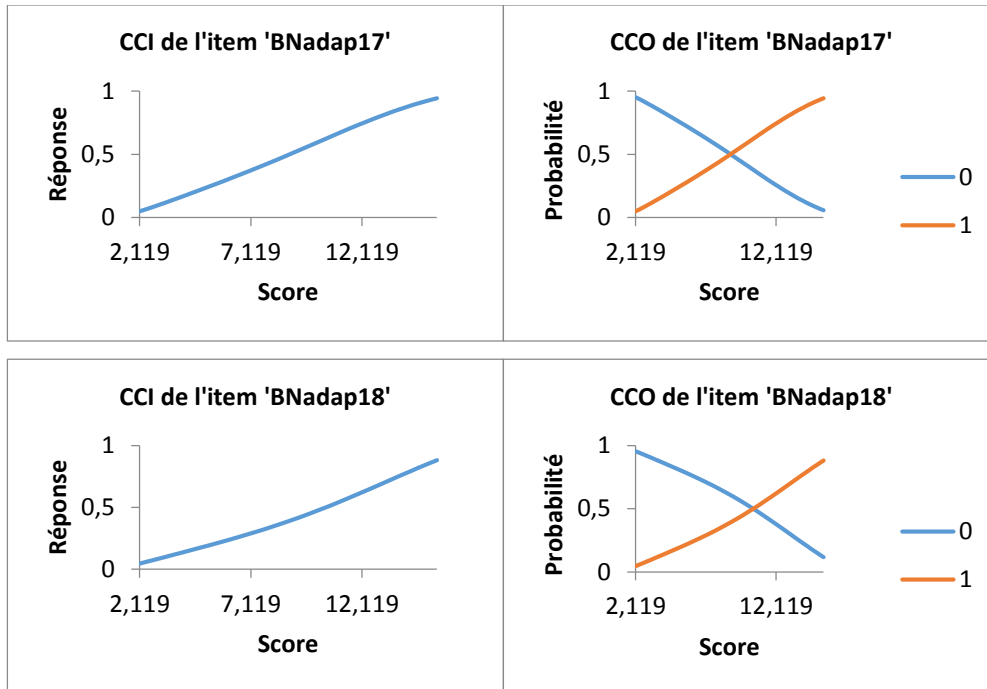
Annexe 2 : Courbe caractéristique d'item (CCI) et courbe caractéristique des options de réponses (CCO) pour tous les items





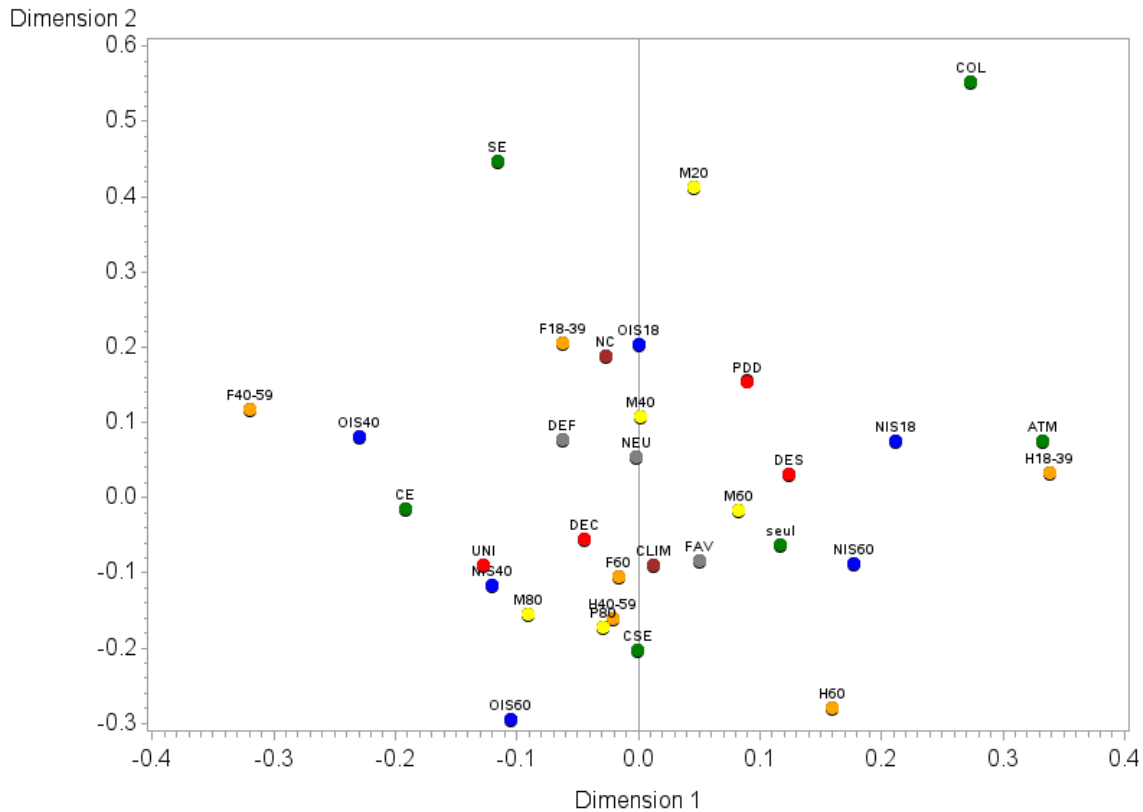






Légende : BNadap1 est le port d'un couvre-tête lorsque le soleil tape ; 2- épongeage ou vaporisation du visage ou du cou ; 3- prise de douches ou de bains plus souvent qu'à l'habitude ; 4- consommation d'eau plate comme principale boisson ; 5- consommation d'aliments glacés ; 6- se baigner dans une piscine municipale ou un cours d'eau ; 7- se baigner dans une piscine privée ; 8- modification des comportements en fonction des bulletins météo ; 9- rester chez soi lors d'une vague de chaleur ; 10- avoir une liste de numéros de téléphone d'urgence ; 11-utilisation de la climatisation lors d'une vague de chaleur ; 12- fermer les rideaux pour garder la fraîcheur à l'intérieur du logement ; 13- diminuer l'utilisation de la sècheuse ; 14- fermer l'ordinateur lorsque ce dernier n'est pas utilisé ; 15- diminuer l'utilisation du four ; 16- fréquentation de lieux climatisés ; 17- utilisation du balcon en soirée ; 18- utilisation de la cour en soirée.

Annexe 3 : Projection des variables passives dans l'ACM



Légende : **Orange** : sexe croisé avec âge. F18-39 : femme entre 18-39 ans ; F40-59 : femme entre 40 et 59 ans ; F60 : femme de 60 ans et plus ; H18-39 : homme entre 18-39 ans ; H40-59 : homme entre 40 et 59 ans ; H60 : homme de 60 ans et plus.

Vert : Composition du ménage : CE : couple avec enfants ; SE : seul avec enfants ; CSE : couple sans enfant ; Seul : vit seul ; COL : vit en colocation ; ATM : autre type de ménage.

Bleu : Impact sanitaire autorapporté croisé avec l'âge : OIS18 : Répondant âgé de 18 à 39 ans à risque ; OIS40 : Répondant âgé de 40 à 59 ans à risque ; OIS60 : Répondant âgé de 60 ans et plus à risque ; NIS18 : Répondant âgé de 18 à 39 ans sans impact sanitaire ; NIS40 : Répondant âgé de 40 à 59 ans sans impact sanitaire ; NIS60 : Répondant âgé de 60 ans et plus sans impact sanitaire.

Gris : Niveau de favoritisation/défavoritisation : DEF : défavorisé ; NEU : ni favorisé ni défavorisé ; FAV : favorisé.

Jaune : Revenu du ménage : M20 : moins de 20 000 \$; M40 : entre 20 000 \$ et 40 000 \$; M60 : entre 40 000 \$ et 60 000 \$; M80 : entre 60 000 \$ et 80 000 \$; P80 : plus de 80 000 \$.

Rouge : Niveau de scolarité : PDD : pas de diplôme (études partielles au primaire ou au secondaire) ; DES : diplôme d'études secondaires ; DEC : diplôme d'études collégiales (ou formation professionnelle) ; UNI : diplôme universitaire.

Brun : Utilisation de la climatisation lors d'une vague de chaleur : CLIM : oui ; NC : non.