

# **Étude des facteurs de risque de décès des personnes âgées résidant à domicile durant la vague de chaleur d'août 2003**

Juillet 2004

## Participants

**Coordination** : Martine Ledrans, responsable du Département santé environnement à l'Institut de veille sanitaire assistée de Stéphanie Vandentorren et Philippe Bretin (épidémiologistes au DSE).

**Rédaction du protocole initial** : Martine Ledrans, Stéphanie Vandentorren, Philippe Bretin, Alice Croisier (stagiaire EPIET).

**Conseils méthodologiques** : Christian Cochet (CSTB), Jacques Ribéron (CSTB), Christian Thibault (laurif), Michel Hénin (laurif), Laurence Bruno (Cire Ile-de-France), Mathilde Pascal (Métrologue InVS).

### Recueil de données

- **coordination InVS** : Stéphanie Vandentorren, Philippe Bretin, Alice Croisier, Isabelle Sibéran, Béatrice De Clercq, Martine Ledrans,

- **sélection des cas au CépiDc** : Françoise Laurent, Gérard Pavillon, Eric Jougla (CépiDc), Martine Ledrans, Laurence Bruno, Philippe Bretin, Stéphanie Vandentorren, Hélène Tillaut (stagiaire Profet), Alice Croisier,

#### - enquête cas-témoins CSA

- coordination CSA : Sabine Méléze, Marie-Anne Noël, Caroline Suret, Michèle Duffit, Florence Patriarche, Chantal Termes, Sami Brauner,

- réalisation des enquêtes : enquêteurs face à face et téléphoniques CSA,

- appui psychologique : Michel Hanus (Association Vivre son deuil),

#### - enquête auprès des médecins traitants

- coordination et gestion de base de données : Stéphanie Vandentorren, Yves Delasnerie,

- réalisation des enquêtes : Rosemary Ancelle-Park, François Belanger, Céline Caserio, Marie-Christine Delmas, Delphine Daube, Jean Donadieu, Frédéric Dor, Véronique Goulet, Eugénia Gomes, Christine Helynck, Andrea Infuso, Corinne Le Goaster, Florence Lot, Alexandra Mailles, Sylvia Medina, Anne Perrocheau, Philippe Pirard, Renée Pomarède, Isabelle Quatresous, Georges Salines, Florence Suzan, Arnaud Tarantolat, Bertrand Thélot, Stéphanie Vandentorren,

#### - données sur l'environnement et le bâtiment

- coordination InVS : Philippe Bretin, Adeline Maulpoix,

- données d'occupation des sols en Ile-de-France et cartes thermiques et de végétation pour l'Ile-de-France et le Centre : Christian Thibault, Michel Hénin, Régis Dugué, Sophie Foulard (laurif),

- données d'occupation des sols dans le Loiret : Angeline Mercier (SIG Orléans), Daniel Rivière (Cire Centre-ouest), Adeline Maulpoix,

- données d'occupation des sols en Indre-et-Loire : Christophe Mariot (Agence d'urbanisme de l'agglomération de Tours),

- extraction de données du fichier des propriétés bâties : Véronique Bayssié (DGI).

**Codage des questionnaires** : Béatrice Declercq, Christel Guillaume, Céline Sérazin, Delphine Daube, Stéphanie Vandentorren.

#### Saisie des questionnaires :

- réalisation de l'outil de saisie : Céline Sérazin,

- saisie : société CSA.

**Stratégie d'analyse et réalisation de l'analyse** : Abdelkrim Zeghnoun (statisticien InVS/DSE), Stéphanie Vandentorren, Philippe Bretin, Martine Ledrans, Laurence Bruno.

**Rédaction du rapport** : Philippe Bretin, Stéphanie Vandentorren, Abdelkrim Zeghnoun, Martine Ledrans.

**Secrétariat** : Julie Debout.

**Support administratif, financier et logistique** : Christel Guillaume (InVS/DSE), Christelle Fauconnier (InVS/Service financier), Carine Fotinar (InVS/Service ressources humaines).

**Relecture du rapport** : Eric Jougla (Inserm/CépiDc), Jean-Claude Desenclos (InVS/DMI).

## Remerciements

Les auteurs remercient les nombreuses autres personnes qui ont concouru à la réalisation de cette étude, notamment :

- les personnes interviewées,

- les médecins traitants,

- le Pr Dominique Lecomte, Institut médico-légal de Paris,

- les personnels des services d'état civil et des services sociaux des communes concernées,

- les personnels des entreprises de pompes funèbres.

# Résumé

## Introduction

Une vague de chaleur d'une ampleur exceptionnelle est survenue en France au cours de la période du 1<sup>er</sup> au 15 août 2003, qui a causé le décès de près de 15 000 personnes. Les personnes décédées étaient surtout des personnes âgées de 65 ans et plus (91 %), habitant dans les agglomérations ; 35 % des décès sont survenus au domicile des personnes. Une étude visant à appréhender au mieux les facteurs de risque de la mortalité chez les personnes âgées vivant à domicile a été conduite afin d'orienter les programmes de prévention.

## Méthodes

Une étude cas-témoins appariée a été réalisée. Les cas étaient des personnes habitant à Paris, Orléans, Tours ou une des communes du Val-de-Marne, qui résidaient à leur domicile au moins depuis le 4 août, décédées entre le 8 et le 13 août de causes autres qu'accidents, suicides et complications chirurgicales. Les témoins étaient des personnes ayant survécu à la période de canicule, appariées aux cas sur le sexe, la classe d'âge et la zone d'habitation. Les témoins ont été recrutés à partir d'une liste téléphonique incluant les numéros en liste rouge.

Les variables collectées concernaient les caractéristiques sociodémographiques, les comportements pendant la canicule, l'environnement social et familial, l'autonomie, l'état de santé, les caractéristiques du logement, et celles de l'environnement dans un rayon de 200 m.

Les données ont été analysées par un modèle de régression logistique conditionnelle.

## Résultats

259 paires de cas et témoins ont pu être constituées.

Les variables significativement liées au décès au seuil de 5 % en analyse multivariée étaient la catégorie socioprofessionnelle (OR=3,6 pour les ouvriers), le degré d'autonomie (OR=9,6 pour les personnes confinées au lit ou au fauteuil, 4,0 pour les personnes non confinées au lit ou au fauteuil mais ne pouvant pas s'habiller ou se laver seule), les maladies cardiovasculaires (OR=3,7), les maladies psychiatriques (OR=5,0) les maladies neurologiques (OR=3,5), la qualité de l'isolation du logement (OR=4,8 pour les immeubles anciens non isolés par rapport aux immeubles récents, ou anciens isolés), le fait d'avoir sa chambre sous les toits (OR=4,1), la température moyenne des surfaces mesurée par satellite dans un rayon de 200 m du domicile (OR=1,8 pour une augmentation de 1°C). Certains comportements d'adaptation à la canicule avaient un effet protecteur, comme se vêtir moins (OR=0,22) et utiliser un moyen de rafraîchissement (OR=0,32).

## Discussion

Les résultats sont globalement cohérents avec ceux d'autres études. Ils aident à définir un profil de personnes à risque et montrent l'importance des comportements individuels pour lutter contre la chaleur. L'amélioration de l'habitat apparaît aussi comme une voie de prévention. La mise en évidence d'un effet sur la mortalité des différences de température à l'intérieur même des villes permet également d'orienter la prévention sur les caractéristiques de l'urbanisme à l'échelle du quartier.

## Acronymes utilisés

|               |   |
|---------------|---|
| <b>ADH</b>    | Antidiuretic Hormone  |
| <b>CépiDc</b> | Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de décès (Inserm)       |
| <b>Cire</b>   | Cellule interrégionale d'épidémiologie d'intervention                   |
| <b>Credoc</b> | Centre de recherche pour l'étude et l'observation des conditions de vie |
| <b>CSA</b>    | Conseil sondage analyse   |
| <b>CSTB</b>   | Centre scientifique et technique du bâtiment                            |
| <b>Ddass</b>  | Direction départementale des affaires sanitaires et sociales            |
| <b>DGI</b>    | Direction générale des impôts   |
| <b>DMI</b>    | Département des maladies infectieuses                                   |
| <b>DSE</b>    | Département santé environnement   |
| <b>Ehpad</b>  | Etablissements d'hébergement pour personnes âgées dépendantes           |
| <b>Epiet</b>  | European Programme for Intervention Epidemiology Training               |
| <b>Finess</b> | Fichier national des établissements sanitaires et sociaux               |
| <b>Gir</b>    | Groupes iso-ressources  |
| <b>laurif</b> | Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Ile-de-France        |
| <b>IML</b>    | Institut médico-légal   |
| <b>Insee</b>  | Institut national de la statistique et des études économiques           |
| <b>Inserm</b> | Institut national de la santé et de la recherche médicale               |
| <b>InVS</b>   | Institut de veille sanitaire  |
| <b>Mos</b>    | Mode d'occupation du sol  |
| <b>OR</b>     | Odds ratio (ou rapport des cotes)                                       |
| <b>SIG</b>    | Système d'information géographique                                      |
| <b>UTC</b>    | Temps universel coordonné   |

# Sommaire

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. Introduction</b>   | <b>9</b>  |
| 1.1. Une vague de chaleur exceptionnelle   | 9         |
| 1.2. Un lourd bilan  | 9         |
| 1.3. La population la plus à risque est celle des personnes âgées vivant dans les grandes villes | 10        |
| 1.4. Toutes les causes de décès ont augmenté   | 10        |
| 1.5. Connaître les facteurs de risque de décès pour mieux prévenir                               | 10        |
| <b>2. Objectifs</b>  | <b>11</b> |
| <b>3. Méthodes</b>   | <b>11</b> |
| 3.1. Type d'enquête  | 11        |
| 3.2. Période d'étude   | 11        |
| 3.3. Population d'étude  | 12        |
| 3.3.1. Population cible  | 12        |
| 3.3.2. Population source   | 13        |
| 3.4. Echantillonnage   | 16        |
| 3.4.1. Recrutement des cas   | 16        |
| 3.4.2. Recrutement des témoins   | 17        |
| 3.5. Variables étudiées  | 17        |
| 3.5.1. Caractéristiques individuelles  | 17        |
| 3.5.2. Variables décrivant l'habitat et le proche environnement                                  | 18        |
| 3.5.3. Documentation de la prise en charge médicale des cas                                      | 19        |
| 3.6. Recueil des données et organisation de l'étude  | 19        |
| 3.6.1. Partenariats  | 19        |
| 3.6.2. Déroulement de l'enquête auprès des proches des cas et des témoins                        | 20        |
| 3.6.3. Réalisation de l'enquête auprès des médecins traitants                                    | 23        |
| 3.6.4. Extraction de données du fichier des propriétés bâties                                    | 23        |
| 3.6.5. Caractérisation des îlots de chaleur  | 23        |
| 3.7. Saisie et qualité des données   | 24        |
| 3.8. Analyse des données   | 25        |
| 3.8.1. Stratégie d'analyse   | 25        |
| 3.8.2. Appariement   | 25        |
| 3.8.3. Méthode d'analyse statistique   | 26        |
| 3.9. Aspects éthiques et déontologiques  | 26        |
| 3.10. Calendrier de l'étude  | 27        |
| <b>4. Résultats</b>  | <b>28</b> |
| 4.1. Analyse descriptive   | 28        |
| 4.1.1. Description de l'échantillon  | 28        |
| 4.1.2. Représentativité des cas retenus  | 28        |

|  |            |
|--|------------|
| 4.1.3. Représentativité des témoins du point de vue de leur état matrimonial ..... | 29         |
| 4.1.4. Caractéristiques des interviewés .....                                      | 30         |
| 4.1.5. Causes de décès .....   | 30         |
| 4.1.6. Description de la prise en charge des cas .....                             | 30         |
| 4.1.7. Remarques exprimées par des proches en dehors du questionnaire .....        | 32         |
| 4.2. Analyse appariée univariée toutes causes de décès .....                       | 32         |
| 4.3. Analyse appariée multivariée toutes causes de décès .....                     | 40         |
| 4.4. Analyses par causes de décès .....  | 42         |
| 4.4.1. Causes liées à la chaleur .....   | 42         |
| 4.4.2. Causes cardiovasculaires .....  | 44         |
| <b>5. Discussion .....</b>   | <b>45</b>  |
| 5.1. Les principaux résultats .....  | 45         |
| 5.2. Les biais .....   | 47         |
| 5.3. Interprétation des résultats .....  | 48         |
| 5.4. Comparaison avec les études antérieures .....                                 | 52         |
| <b>6. Recommandations .....</b>  | <b>53</b>  |
| <b>Annexes .....</b>   | <b>55</b>  |
| <b>Références bibliographiques .....</b>   | <b>115</b> |

## Liste des annexes

|   |     |
|---|-----|
| <b>Annexe 1</b> : lexique des variables .....   | 55  |
| <b>Annexe 2</b> : algorithme de sélection des témoins .....   | 64  |
| <b>Annexe 3</b> : algorithme de prise de contact avec les proches des cas.....                        | 65  |
| <b>Annexe 4</b> : questionnaire cas .....   | 66  |
| <b>Annexe 5</b> : questionnaire médecins traitants .....  | 81  |
| <b>Annexe 6</b> : caractérisation des îlots de chaleur.....   | 82  |
| <b>Annexe 7</b> : carte des indices de végétation pour Paris et le Val-de-Marne .....                 | 87  |
| <b>Annexe 8</b> : carte des indices thermiques pour Paris et le Val-de-Marne .....                    | 87  |
| <b>Annexe 9</b> : carte des indices thermiques pour l'agglomération d'Orléans .....                   | 88  |
| <b>Annexe 10</b> : carte des indices thermiques pour l'agglomération de Tours .....                   | 88  |
| <b>Annexe 11</b> : caractéristiques de l'ensemble des cas et témoins - variables qualitatives .....   | 89  |
| <b>Annexe 12</b> : caractéristiques de l'ensemble des cas et témoins - variables quantitatives .....  | 95  |
| <b>Annexe 13</b> : histogrammes de distribution des principales variables quantitatives .....         | 97  |
| <b>Annexe 14</b> : distribution des différences d'âge entre cas et témoins appariés .....             | 99  |
| <b>Annexe 15</b> : différences entre cas et témoins appariés pour l'indice de végétation brut .....   | 100 |
| <b>Annexe 16</b> : différences entre cas et témoins appariés pour l'indice thermique 200 m.....       | 101 |
| <b>Annexe 17</b> : résultats de l'analyse univariée pour les causes de décès liées à la chaleur ..... | 102 |
| <b>Annexe 18</b> : résultats de l'analyse univariée pour les causes de décès cardiovasculaires .....  | 108 |

## Liste des tableaux

|   |    |
|---|----|
| <b>Tableau 1</b> : répartition des décès par âge pendant la période du 1 <sup>er</sup> au 20 août .....               | 12 |
| <b>Tableau 2</b> : répartition régionale des décès du Centre et de l'Ile-de-France du 1 <sup>er</sup> au 20 août..... | 14 |
| <b>Tableau 3</b> : calcul de la taille de l'échantillon.....  | 16 |
| <b>Tableau 4</b> : résultats des contacts avec les proches des cas.....   | 22 |
| <b>Tableau 5</b> : répartition géographique des cas et témoins.....   | 28 |
| <b>Tableau 6</b> : résultats de l'analyse univariée—caractéristiques sociodémographiques .....                        | 33 |
| <b>Tableau 7</b> : résultats de l'analyse univariée—vie quotidienne et autonomie .....                                | 33 |
| <b>Tableau 8</b> : résultats de l'analyse univariée—adaptation à la canicule .....                                    | 34 |
| <b>Tableau 9</b> : résultats de l'analyse univariée—environnement social et familial.....                             | 35 |
| <b>Tableau 10</b> : résultats de l'analyse univariée—état de santé .....  | 35 |
| <b>Tableau 11</b> : résultats de l'analyse univariée—médicaments.....   | 36 |
| <b>Tableau 12</b> : résultats de l'analyse univariée—caractéristiques du bâtiment .....                               | 37 |
| <b>Tableau 13</b> : résultats de l'analyse univariée—caractéristiques du logement .....                               | 38 |
| <b>Tableau 14</b> : résultats de l'analyse univariée—caractéristiques des pièces de vie .....                         | 39 |
| <b>Tableau 15</b> : résultats de l'analyse univariée—caractéristiques de l'environnement .....                        | 40 |
| <b>Tableau 16</b> : résultats de l'analyse multivariée toutes causes de décès.....                                    | 41 |
| <b>Tableau 17</b> : résultats de l'analyse multivariée pour les causes de décès liées à la chaleur .....              | 43 |
| <b>Tableau 18</b> : résultats de l'analyse multivariée pour les causes de décès cardiovasculaires.....                | 44 |
| <b>Tableau 19</b> : synthèse des résultats des analyses multivariées .....  | 46 |
| <b>Tableau 20</b> : classification retenue pour l'indice de végétation .....  | 84 |
| <b>Tableau 21</b> : classification retenue pour le canal thermique .....  | 85 |

## Liste des figures

|   |    |
|---|----|
| <b>Figure 1</b> : températures minimales et maximales moyennes observées dans 13 grandes villes françaises entre le 25 mai et le 19 août pour les années 1999-2002 et 2003 .....                                | 9  |
| <b>Figure 2</b> : excès de décès observés quotidiennement pendant le mois d'août 2003 en France .....   | 12 |
| <b>Figure 3</b> : nombre de jours pour lesquels la température maximale a atteint ou dépassé 35°C et 40°C en France, entre le 1 <sup>er</sup> et le 18 août 2003.....   | 13 |
| <b>Figure 4</b> : analyse de la surmortalité par département en France du 1 <sup>er</sup> au 15 août 2003 par rapport à la moyenne des décès des années 2000 à 2002 - données recueillies au 26 août 2003 ..... | 13 |
| <b>Figure 5</b> : carte des zones d'appariement pour l'Ile-de-France.....   | 25 |
| <b>Figure 6</b> : distribution de l'âge et du sexe des cas potentiels et des cas retenus .....  | 29 |
| <b>Figure 7</b> : répartition géographique des cas potentiels et des cas retenus sur Paris et le Val-de-Marne .....   | 29 |
| <b>Figure 8</b> : nombre de transferts à l'hôpital du 1 <sup>er</sup> au 13 août 2003 .....   | 31 |
| <b>Figure 9</b> : exemple de calcul des indices thermiques autour d'une adresse .....   | 86 |



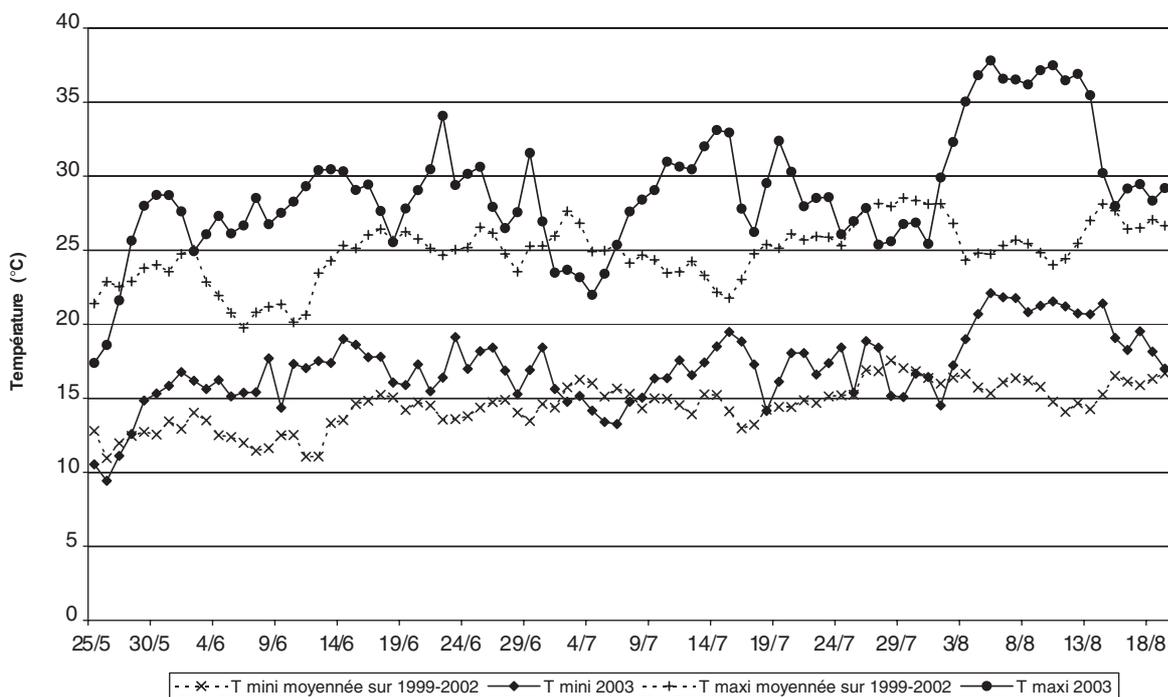
# 1. Introduction

## 1.1. Une vague de chaleur exceptionnelle

L'été 2003 a été le plus chaud depuis 53 ans pour les températures maximales (2°C au-dessus des trois derniers étés les plus chauds, 1976, 1983 et 1994) et minimales (3,5°C au-dessus de la moyenne pour la période 1950-1980), selon Météo France. Tout le pays a été concerné puisque des températures supérieures à 35°C ont été mesurées dans deux tiers des stations météorologiques réparties sur le territoire. Des températures supérieures à 40°C ont même été observées dans 15 % des stations. La persistance de cette situation conjuguant températures minimales et maximales élevées est exceptionnelle.

Les plus fortes chaleurs ont été enregistrées pendant la première quinzaine du mois d'août (figure 1).

Figure 1. Températures minimales et maximales moyennes observées dans 13 grandes villes françaises entre le 25 mai et le 19 août pour les années 1999-2002 et 2003



Source : rapport InVS [1]

La montée progressive des températures entre le 1<sup>er</sup> et le 5 août a été fortement marquée (+12°C sur 6 jours pour la température maximale, +7°C en 6 jours pour la température minimale), suivie d'une période de forte chaleur jusqu'au 13 août, date de l'amorce de la baisse progressive des températures.

## 1.2. Un lourd bilan

Le bilan humain de la vague de chaleur a fait l'objet d'une première estimation dans le rapport rendu public par l'InVS le 28 août 2003 [1], puis complété dans le rapport remis au ministre de la santé, de la famille et des personnes handicapées par l'Inserm, le 25 septembre 2003 [2]. Ces rapports faisaient état d'une surmortalité exceptionnelle durant la vague de chaleur : pour la seule journée du 4 août, pour l'ensemble de la France, près de 300 décès ont été observés en excès par rapport aux années

précédentes ; l'excès a augmenté régulièrement et massivement jusqu'à atteindre, pour la journée du 12 août, plus de 2 000 décès. A partir du 19 août et au cours de la semaine qui a suivi, la mortalité quotidienne a retrouvé un niveau normal. Au total, le nombre cumulé des décès en excès par rapport aux années précédentes a été d'environ 400 le 4 août, 3 900 le 8 août, 10 600 le 12 août et 14 800 le 20 août, soit une augmentation de 60 % par rapport à la mortalité attendue.

### **1.3. La population la plus à risque est celle des personnes âgées vivant dans les grandes villes**

Une enquête menée sur la mortalité par coup de chaleur dans les établissements de santé au cours de la période de canicule révélait que les victimes étaient en proportion importante des personnes âgées (81 % avaient plus de 75 ans avec un âge médian à 84 ans) [1]. Cette observation corrobore les données de la littérature. En effet, la personne âgée n'éprouve une sensation de chaleur et ne ressent le besoin de se protéger que pour une élévation de 5°C de sa température cutanée contre 0,5°C chez l'adulte plus jeune ; le seuil de déclenchement de la sudation est également plus élevé, avec une diminution du volume de la sécrétion sudorale en ambiance chaude [3,4]. En outre, le besoin de boire est de moins en moins bien perçu avec l'âge, une déshydratation modérée n'entraînant peu ou pas de sensation de soif après 70 ou 75 ans [3].

La surmortalité due à la chaleur se concentre dans les grandes agglomérations [3]. Les activités humaines, sources de chaleur, y sont plus nombreuses, l'air ne circule pas, la température nocturne reste élevée [5]. Les matériaux de surface à forte capacité calorifique (murs, chaussées) absorbent la chaleur pendant la journée et la restituent la nuit, maintenant ainsi des températures nocturnes élevées. L'imperméabilisation des sols et la rareté de la végétation réduit le refroidissement lié à l'évaporation de l'eau des sols et la transpiration des végétaux (évapotranspiration). Le grand nombre de constructions ralentit le vent. La pollution atmosphérique forme par ailleurs une chape au-dessus des villes qui renvoie la chaleur [3]. La conjonction de l'ensemble de ces facteurs contribue à la création d'îlots de chaleur.

L'enquête de mortalité hospitalière citée plus haut [1] ainsi que les données transmises par les sapeurs pompiers de Paris indiquent qu'une part importante des victimes, qu'elles soient décédées à l'hôpital ou à leur domicile, vivaient dans un logement individuel : 32 % des personnes décédées d'un coup de chaleur à l'hôpital vivaient dans un logement individuel.

### **1.4. Toutes les causes de décès ont augmenté**

Le rapport de l'Inserm du 25 septembre 2003 [2] indique que l'ensemble des causes de décès ont augmenté. Pour la période du 1<sup>er</sup> au 20 août, en région Centre, les causes de décès directement liées à la chaleur (coup de chaleur, déshydratation, hyperthermie) ont vu leur fréquence multipliée par 34 mais les autres causes de décès ont augmenté également, dans des proportions moindres (cardiopathies ischémiques : 2,1, autres maladies de l'appareil circulatoire : 1,7, tumeurs : 1,2). Les causes de décès ayant le poids le plus important par rapport à l'excès général de surmortalité étaient les causes directement liées à la chaleur (coup de chaleur, déshydratation, hyperthermie) : 28,9 % des décès, les maladies de l'appareil circulatoire : 20,6 % des décès, devant les maladies de l'appareil respiratoire : 7,7 %, les tumeurs : 5,5 % et les troubles mentaux : 5,2 %.

### **1.5. Connaître les facteurs de risque de décès pour mieux prévenir**

Devant de telles conséquences sanitaires, il s'avérait indispensable de connaître les facteurs de risque des décès survenus au cours de cette période, tout particulièrement ceux sur lesquels on peut agir, afin d'argumenter les politiques publiques en la matière sur des faits avérés. Des investigations analytiques devaient donc être conduites de manière rapide afin de pouvoir mobiliser la mémoire de l'entourage personnel et éventuellement professionnel des personnes décédées.

La recherche des facteurs de risque a été réalisée de manière séparée chez les personnes qui résidaient dans un logement individuel et chez celles qui résidaient en institution car les populations elles-mêmes sont différentes en termes d'âge et d'état de santé et leurs environnements social et physique le sont également [6].

Les facteurs de risques de décès sont de deux ordres. Il y a d'une part, les facteurs de risque qui concourent à ce que les personnes exposées à la chaleur tombent dans un état morbide ou aggravent un état morbide sous-jacent. Il peut, d'autre part, y avoir des facteurs de risque liés à la prise en charge

médicale de la personne après l'apparition de signes cliniques. Des différences dans la prise en charge à état pathologique égal peuvent contribuer à ce que l'issue de la maladie soit favorable ou non.

La présente étude étudie les facteurs de risques de décès pendant la canicule, des personnes de 65 ans et plus qui résidaient dans un logement individuel : caractéristiques sociodémographiques, pathologies sous-jacentes, prises médicamenteuses, environnement social, adaptation à la canicule, caractéristiques de l'habitat et de l'urbanisme. En effet, ce sont ceux qui permettent d'orienter les mesures de prévention primaire. L'objectif de santé publique est de réduire le nombre de personnes affectées en cas de nouvelle canicule, ce qui, en réduisant les flux de patients, aura aussi un impact favorable sur leur prise en charge.

Il n'en reste pas moins que l'étude des facteurs de risque permettant d'orienter la prévention secondaire (favoriser une issue favorable pour le plus grand nombre possible de malades), est un objectif important qui doit être poursuivi par des études *ad hoc*.

## 2. Objectifs

L'objectif principal est d'identifier les facteurs de risque et de protection de décès pendant la canicule chez les personnes de 65 ans et plus et vivant à domicile (hors institutions).

Un objectif secondaire est de décrire les modes de prise en charge médicale des personnes avant leur décès.

Ces objectifs peuvent être précisés par quelques questions clés :

Q-1 : Les personnes décédées présentaient-elles des caractéristiques sociodémographiques particulières ?

Q-2 : L'environnement social et familial a-t-il été un facteur limitant le risque de décès pendant la canicule ?

Q-3 : Le comportement des personnes pendant la canicule a-t-il influencé le risque de décès ?

Q-4 : L'état physique des personnes préalablement à la canicule (poids, maladies chroniques sous-jacentes, autonomie) a-t-il influencé le risque de décès ?

Q-5 : Quelle a été la prise en charge des personnes décédées pendant la canicule ?

Q-6 : Les caractéristiques architecturales des bâtiments et des logements (exposition, étage, ventilation, isolation, âge du bâtiment...) constituent-elles des facteurs de risque en cas de canicule ?

Q-7 : Certaines caractéristiques de l'urbanisme ont-elles influencé le risque de décès ?

## 3. Méthodes

### 3.1. Type d'enquête

Il s'agit d'une enquête cas-témoins appariée.

L'étude analyse de façon rétrospective les différences d'état de santé et de conditions de vie chez des personnes âgées décédées, par rapport à des personnes du même âge, du même sexe, habitant dans la même zone géographique et qui sont considérées comme un groupe témoin.

### 3.2. Période d'étude

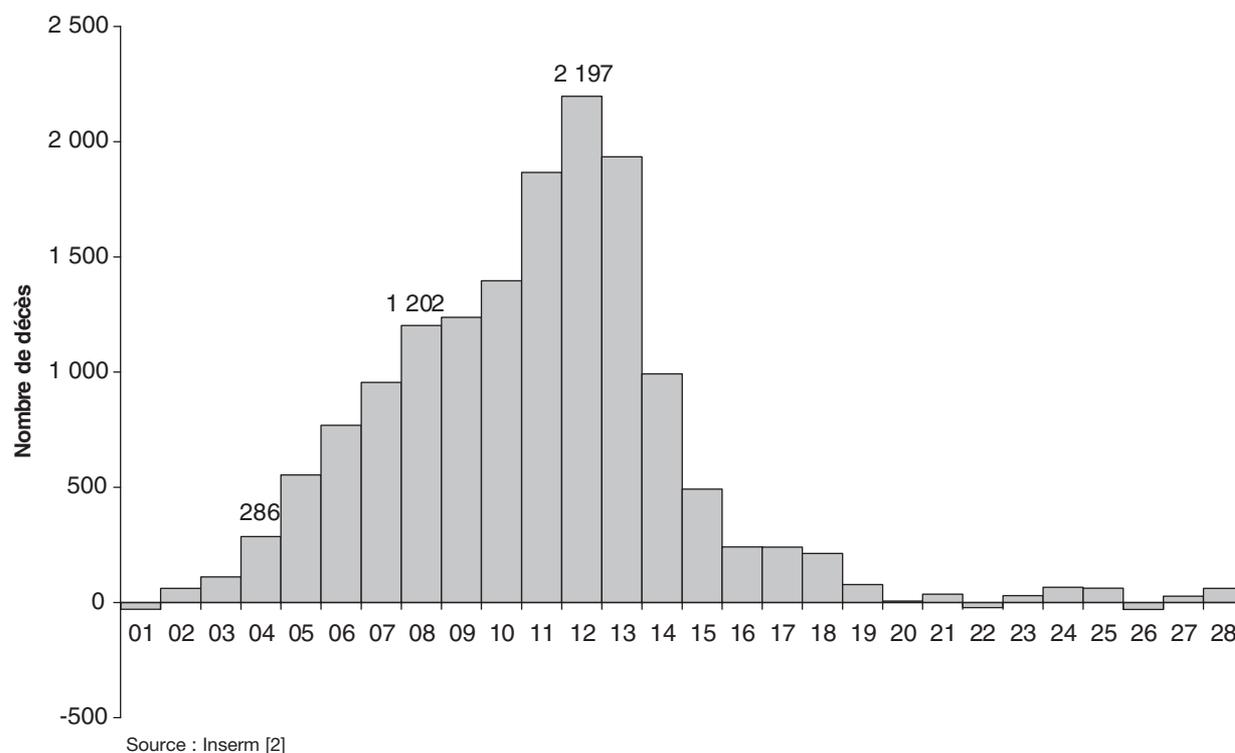
Le choix de la période d'étude s'est appuyé sur les données issues des enquêtes lancées par l'InVS en août 2003 [1] et disponibles au moment où était défini le protocole de la présente étude :

- décès par coup de chaleur dans les établissements de santé en France : 8 août-19 août 2003 ;
- données de mortalité dans 13 villes de France ;
- estimation nationale de la surmortalité due à la canicule entre le 1<sup>er</sup> et le 15 août 2003 à partir des certificats de décès.

Ces données ont conduit à retenir la période du 8 au 13 août, période au cours de laquelle a été observée la plus forte surmortalité. Le choix d'une période restreinte était dicté par le souhait que les décès pris en compte aient une forte probabilité d'être liés à la chaleur.

La figure 2 donne les excès de décès observés par jour selon le rapport publié par l'Inserm le 25 septembre 2003 [2].

**Figure 2.** Excès de décès observés quotidiennement pendant le mois d'août 2003 en France



### 3.3. Population d'étude

#### 3.3.1. Population cible

Le choix de la population cible s'est appuyé sur la répartition par âge des décès durant la période du 1<sup>er</sup> au 20 août (tableau 1). Les personnes de 65 ans et plus représentaient 91 % de la surmortalité.

**Tableau 1.** Répartition des décès par âge pendant la période du 1<sup>er</sup> au 20 août

| Tranches d'âge   | O             | E             | O/E        | O-E           |
|------------------|---------------|---------------|------------|---------------|
| 45-54 ans        | 2 212         | 1 798         | 1,2        | 414           |
| 55-64 ans        | 3 065         | 2 328         | 1,3        | 737           |
| 65-74 ans        | 5 964         | 4 664         | 1,3        | 1 300         |
| 75-84 ans        | 12 583        | 7 336         | 1,7        | 5 247         |
| 85-94 ans        | 12 626        | 7 488         | 1,7        | 5 138         |
| ≥ 95 ans         | 3 323         | 1 498         | 2,2        | 1 825         |
| <b>tous âges</b> | <b>41 621</b> | <b>26 819</b> | <b>1,6</b> | <b>14 802</b> |

Source : Inserm [2]

(O = décès observés, E = décès estimés à partir des décès observés en 2000, 2001 et 2002)

La population cible a donc été constituée des personnes âgées de 65 ans et plus habitant à domicile dans les grandes agglomérations particulièrement touchées par la canicule.

### 3.3.2. Population source

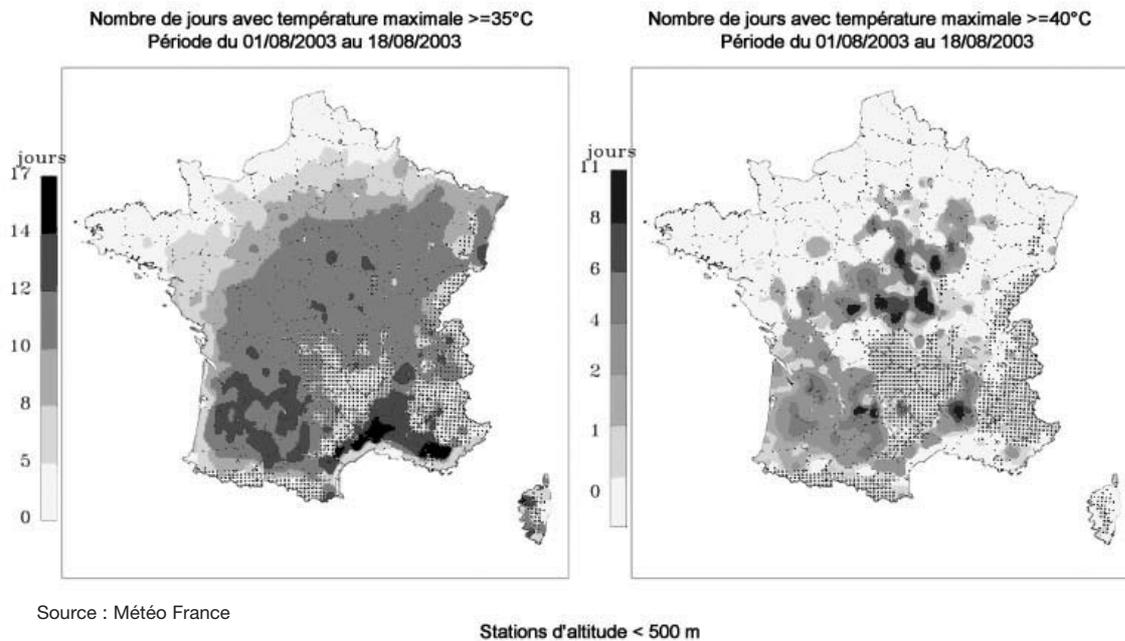
#### 3.3.2.1. Choix de la zone d'étude

Les agglomérations ont été choisies selon les critères suivants :

- **Départements les plus touchés par la canicule**

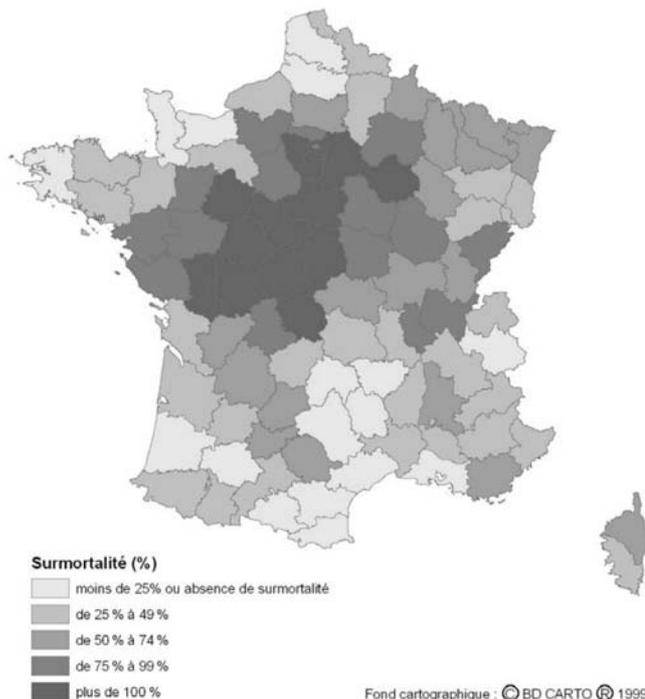
Les données météorologiques fournies par Météo France montrent que le centre et le sud-ouest de la France ont été les zones les plus fortement soumises à des températures élevées (figure 3).

**Figure 3.** Nombre de jours pour lesquels la température maximale a atteint ou dépassé 35°C et 40°C en France, entre le 1<sup>er</sup> et le 18 août 2003



Toutefois la surmortalité n'est pas directement fonction des températures. La surmortalité par département est illustrée par la figure 4.

**Figure 4.** Analyse de la surmortalité par département en France du 1<sup>er</sup> au 15 août 2003 par rapport à la moyenne des décès des années 2000 à 2002 - données recueillies au 26 août 2003



Les régions Ile-de-France et Centre apparaissent les plus touchées. Le tableau 2 présente la surmortalité par département pour ces deux régions.

**Tableau 2.** Répartition régionale des décès du Centre et de l'Ile-de-France du 1<sup>er</sup> au 20 août

|                            | Nombre de décès observés (O) | Nombre de décès attendus (E) | Excès : O-E    | Contribution à l'excès global (%) | O/E        |
|----------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------|-----------------------------------|------------|
| France métropolitaine      | 41 621                       | 26 818,6                     | 14 802,4       | 100,0                             | 1,6        |
| Centre                     |                              |                              |                |                                   |            |
| Cher                       | 386                          | 166,8                        | 219,2          | 1,5                               | 2,3        |
| Eure-et-Loir               | 316                          | 186,7                        | 129,3          | 0,9                               | 1,7        |
| Indre                      | 274                          | 143,6                        | 130,4          | 0,9                               | 1,9        |
| Indre-et-Loire             | 564                          | 265,3                        | 298,7          | 2,0                               | 2,1        |
| Loir-et-Cher               | 343                          | 165,6                        | 177,4          | 1,2                               | 2,1        |
| Loiret                     | 558                          | 275,5                        | 282,5          | 1,9                               | 2,0        |
| <b>Total Centre</b>        | <b>2 441</b>                 | <b>1 203,4</b>               | <b>1 237,6</b> | <b>8,4</b>                        | <b>2,0</b> |
| Ile-de-France              |                              |                              |                |                                   |            |
| Paris                      | 1 910                        | 843,1                        | 1 066,9        | 7,2                               | 2,3        |
| Seine-et-Marne             | 730                          | 387,1                        | 342,9          | 2,3                               | 1,9        |
| Yvelines                   | 815                          | 391,7                        | 423,3          | 2,9                               | 2,1        |
| Essonne                    | 905                          | 366,5                        | 538,5          | 3,6                               | 2,5        |
| Hauts-de-Seine             | 1 295                        | 495,7                        | 799,3          | 5,4                               | 2,6        |
| Seine-Saint-Denis          | 949                          | 365,2                        | 583,8          | 3,9                               | 2,6        |
| Val-de-Marne               | 1 202                        | 443,8                        | 758,2          | 5,1                               | 2,7        |
| Val-d'Oise                 | 700                          | 345,9                        | 354,1          | 2,4                               | 2,0        |
| <b>Total Ile-de-France</b> | <b>8 506</b>                 | <b>3 639,1</b>               | <b>4 866,9</b> | <b>32,9</b>                       | <b>2,3</b> |

Source : Inserm [2]

La région Ile-de-France représente à elle seule le tiers de l'excès de décès enregistrés sur le territoire national. Le Val-de-Marne est le département d'Ile-de-France où l'augmentation des décès apparaît la plus forte (+ 170 %).

#### ▪ Diversité des situations (urbanisme, habitat, tissu social)

Les données de la littérature montrent que ce sont surtout dans les grandes agglomérations que la canicule fait le plus de victimes [3].

Afin d'être le plus représentatif sur le territoire, il était nécessaire de couvrir différentes situations sociodémographiques et en matière d'urbanisme. Paris et le Val-de-Marne ont été retenus compte tenu du nombre très élevé de décès en région parisienne, ainsi que deux agglomérations de la région Centre. Le choix de ces deux agglomérations a été fait en tenant compte de leur taille et de leur statut sociodémographique ainsi que de la faisabilité de l'étude (limitation de l'étendue de la zone d'étude pour des raisons de coût).

Selon les indicateurs sociodémographiques de l'Insee, en 1999, la population totale des villes d'Orléans, Tours, Le Mans, Bourges et Poitiers était respectivement de 146 064 habitants (Le Mans), 132 677 habitants (Tours), 113 089 habitants (Orléans), 83 507 (Poitiers) et 72 434 (Bourges). La proportion de personnes âgées de plus de 60 ans était de 22,7 % à Bourges, 22,6 % au Mans, 21,3 % à Tours, 17,6 % à Poitiers, 16,6 % à Orléans.

Le nombre de décès recensés par l'Insee, en octobre 2003, durant la période du 1 au 15 août a permis également d'orienter le choix des villes (nombre de décès suffisant, proportion importante de personnes âgées).

Ainsi, le choix final s'est porté sur Paris (871 décès), le Val-de-Marne (348 décès), Tours (122 décès) et Orléans (94 décès).

### 3.3.2.2. Définition des cas

Les cas ont été définis comme des personnes :

- ayant un certificat de décès ne mentionnant pas une cause accidentelle, de suicide ou de complication chirurgicale aiguë ;
- ayant 65 ans ou plus ;
- décédées au cours du pic de mortalité lié à la chaleur (entre le 8 et le 13 août),
- qui vivaient habituellement dans un logement individuel (quel que soit le lieu du décès) et qui avaient passé au moins 24 heures chez elles avant leur prise en charge hospitalière ou leur décès ;
- dont le domicile est situé à Paris ou dans le département du Val-de-Marne, ou dans l'agglomération d'Orléans ou de Tours.

La notion de logement individuel a été définie de la façon suivante. Il s'agit de logements dans un immeuble collectif ou une maison individuelle ne faisant pas partie d'une structure de soins ou d'hébergement pour personnes âgées. Les foyers non médicalisés dans lesquels des personnes âgées occupent un logement individuel ont été inclus dans l'étude.

Concernant les causes de décès, il a été choisi de procéder par exclusion plutôt que par une sélection plus spécifique type « coup de chaleur », « déshydratation », « hyperthermie », afin de trouver le meilleur compromis entre la sensibilité et la spécificité.

En effet, les médecins certificateurs avaient tendance à coder plus souvent « déshydratation ou coup de chaleur » à partir des 11 et 12 août. Ne retenir que ces causes de décès aurait écarté nombre de cas décédés en début de période de causes directement liées à la chaleur. Par ailleurs, comme dit précédemment, il a été constaté un excès de décès pour l'ensemble des causes de décès. La définition adoptée inclut notamment les sujets décédés par aggravation d'un état précaire ou d'une pathologie chronique sous-jacente, comme l'insuffisance cardiaque ou respiratoire.

La faible spécificité de la définition des causes de décès est en partie compensée par le choix d'une période correspondant au pic de l'épidémie. Entre le 8 et le 13 août, la surmortalité a été très élevée dans les régions du Centre et de l'Ile-de-France : le ratio de mortalité (décès observés/décès attendus) était d'environ 3,4 pour le Centre de 4,3 pour l'Ile-de-France selon le rapport Inserm [2], figure 3.4.

### 3.3.2.3. Définition des témoins

Les témoins ont été définis comme des personnes :

- ayant 65 ans et plus ;
- domiciliées dans la zone d'étude ;
- ayant vécu à leur domicile pendant la période du 8 au 13 août (comme pour les cas, il s'agit de logements dans un immeuble collectif ou une maison individuelle ne faisant pas partie d'une structure de soins ou d'hébergement pour personnes âgées).

Les témoins ont été appariés aux cas sur l'âge, le sexe et la zone d'habitation.

Les principes retenus pour le recrutement des témoins étaient les suivants :

- l'âge des témoins ne devait pas différer de celui des cas de plus de 5 ans ;
- la zone d'habitation était définie comme une unité géographique regroupant environ 100 000 habitants, de même profil social. Ainsi, pour Paris, 14 zones ont été définies selon le niveau moyen des loyers [7], et 11 zones pour le Val-de-Marne en fonction de la répartition de la population résidant dans les foyers à bas revenus [8]. Quatre autres zones ont été définies sur une base purement géographique :
  - la ville d'Orléans ;
  - les communes de l'agglomération d'Orléans ;
  - la ville de Tours ;
  - les communes de l'agglomération de Tours.

Pour l'analyse appariée, les zones d'appariement ont été élargies pour privilégier un meilleur appariement des cas et des témoins sur l'âge (cf. chapitre analyse des données).

### 3.3.2.4. Nombre de sujets nécessaires

Le nombre de sujets nécessaires dépend principalement du nombre de témoins par cas, de la proportion de témoins exposés aux facteurs de risques supposés (et donc implicitement du nombre de cas) et du risque relatif que l'on veut mettre en évidence.

Tableau 3. Calcul de la taille de l'échantillon

|                      | 1- $\alpha$ | Puissance | OR  | p(E/T) | p(E/C) | Nb cas | Nb témoins | Total |
|----------------------|-------------|-----------|-----|--------|--------|--------|------------|-------|
| 1 témoin pour 1 cas  | 95 %        | 80 %      | 2   | 10 %   | 18 %   | 246    | 246        | 492   |
|                      | 95 %        | 80 %      | 1,5 | 10 %   | 14 %   | 957    | 957        | 1 914 |
|                      | 95 %        | 80 %      | 3   | 10 %   | 25 %   | 112    | 112        | 224   |
|                      | 95 %        | 80 %      | 2   | 20 %   | 33 %   | 186    | 186        | 372   |
| 2 témoins pour 1 cas | 95 %        | 80 %      | 2   | 10 %   | 19 %   | 223    | 446        | 669   |
|                      | 95 %        | 80 %      | 1,5 | 10 %   | 14 %   | 7      | 1 406      | 1 413 |
|                      | 95 %        | 80 %      | 3   | 10 %   | 25 %   | 81     | 162        | 243   |
|                      | 95 %        | 80 %      | 2   | 20 %   | 33 %   | 137    | 274        | 411   |

p(E/T) = proportion d'exposés chez les témoins    p(E/C) = proportion d'exposés chez les cas

Il a été décidé de ne retenir qu'un témoin par cas, car le gain d'une stratégie avec 2 témoins par cas apparaissait faible au regard de la difficulté de recherche et d'interview de personnes très âgées.

Comme l'illustre le tableau 3, en prenant 1 témoin par cas, une proportion des témoins exposés de 10 % et un odds ratio de 2, le nombre de sujets nécessaires est de 246 cas et 246 témoins. Il a finalement été fixé un objectif de 300 cas et 300 témoins.

## 3.4. Echantillonnage

### 3.4.1. Recrutement des cas

Le certificat de décès, qui est rempli par le médecin constatant le décès comporte deux volets [5,9] :

- un volet supérieur contenant notamment l'identification de la personne décédée, la date et la commune de décès, le lieu de domicile,
- un volet inférieur contenant notamment les causes médicales du décès et certaines informations individuelles. Ce volet est clos par le médecin.

Le certificat est apporté par la famille, l'entreprise de pompes funèbres ou un service public à la mairie du lieu de décès qui rédige deux documents :

- l'avis 7 bis destiné à l'Insee, notamment pour la mise à jour du répertoire national d'identification des personnes physiques (RNIPP),
- le bulletin 7 comprenant des informations individuelles mais sans le nom de la personne décédée. Ce bulletin est envoyé à la Ddass avec la partie confidentielle du certificat de décès. La Ddass transmet ces documents au Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de décès (CépiDc). A noter que le bulletin 7 comprend une codification des lieux de décès en 6 catégories dont une est intitulée « Hospice, maison de retraite ».

En parallèle à cette procédure, en cas de mort suspecte, le corps est envoyé dans un Institut médico-légal (IML) qui rédige le certificat médical de décès définitif.

Les cas potentiels ont été recrutés dans la base du CépiDc, après vérification de l'enregistrement effectif des décès des personnes dont les corps avaient été envoyés à l'Institut médico-légal de Paris et pour lesquels le CépiDc n'avait pas reçu le volet « causes de décès ». Les causes de décès ont été obtenues auprès du CépiDc, et auprès de l'IML de Paris.

Les caractéristiques sociodémographiques des cas ont été collectées à partir des certificats de décès. Les noms et adresses de domicile des personnes décédées, qui sont non connus du CépiDc, ont été obtenus auprès des services d'état civil des communes de décès, à partir du numéro d'acte de décès enregistré sur le certificat. La connaissance de l'adresse de domicile a permis de sélectionner les personnes qui vivaient effectivement dans un logement individuel.

L'acte de décès et le document donnant pouvoir aux services de pompes funèbres ont permis de prendre contact avec les proches des cas sélectionnés (cf. paragraphe recueil des données et organisation de l'étude).

### 3.4.2. Recrutement des témoins

Les témoins pouvaient être sélectionnés selon plusieurs modalités qui ont été étudiées. La liste électorale notamment ne permettait pas de prendre en compte les étrangers, qui représentent à Paris 14,5 % de la population (près de 5 % des certificats de décès analysés au préalable au CépiDc indiquaient une nationalité étrangère).

Il a finalement été choisi de recruter les témoins à partir de listes téléphoniques incluant les listes rouges. La méthode consiste, en partant d'une première base annuaire téléphonique publique, à incrémenter de "+1" le dernier chiffre de chaque numéro tiré. Cette nouvelle liste est passée à l'annuaire inversé afin de repérer les numéros retrouvés et exclure les numéros ne correspondant pas à des personnes privées ; les numéros non retrouvés dans l'annuaire sont potentiellement des personnes privées en liste rouge mais il peut aussi s'agir de numéros directs d'entreprise, de cabines téléphoniques, fax, numéros non attribués... C'est cette base téléphonique qui est ensuite utilisée pour rechercher des témoins. Le taux d'abonnés en listes rouges est d'environ 25 % sur les zones concernées.

Les personnes appelées ont été sélectionnées comme témoins si elles correspondaient aux critères d'inclusion (présence au domicile pendant la période étudiée) et aux critères d'appariement (même âge +/- 5 ans, même sexe et même zone géographique que le cas).

Le recrutement par listes téléphoniques nécessitait un dispositif assez lourd (sélection d'une liste de numéros, répétition des appels avant de trouver une personne consentant à répondre, sélection en fonction des critères d'inclusion et d'appariement, surdité éventuelle dans cette population), mais permettait d'éviter des biais de sélection dans la mesure où les personnes âgées ont un taux élevé d'abonnement à une ligne téléphonique fixe : selon une enquête récente du Credoc, 97 % des personnes de 70 ans et plus ont un téléphone fixe [10].

## 3.5. Variables   tudi  es

Les variables étudiées sont détaillées dans le lexique des variables (annexe 1). Elles concernent :

- les caractéristiques individuelles :
  - les caractéristiques sociodémographiques ;
  - le mode de vie (lien familial et social) ;
  - le comportement du sujet pendant la canicule ;
  - les pathologies préexistantes et l'autonomie ;
- l'habitat et le proche environnement.

Pour les cas, des questions sur la prise en charge des personnes décédées ont été incorporées au questionnaire et les causes de décès ont été obtenues auprès du CépiDc.

### 3.5.1. Caractéristiques individuelles

#### Caractéristiques sociodémographiques

- l'âge ;
- la catégorie socioprofessionnelle ;
- l'autonomie financière.

#### Comportements pendant la canicule

- sorties du domicile pour rechercher une ambiance climatisée ou un autre lieu frais ;
- livraison des courses à domicile ;
- fréquence des bains ou douches ;

- quantité quotidienne de boissons non alcoolisées ;
- tendance à moins se vêtir ;
- pratiques d'ouverture des fenêtres pendant la canicule ;
- connaissance des mesures de prévention.

### **Environnement social et familial**

- le fait de vivre seul ;
- fréquence des visites des proches ;
- activités hors du domicile et contact avec d'autres personnes durant ces activités ;
- présence d'un animal domestique.

### **Autonomie et état de santé**

- hospitalisation à domicile ;
- recours habituel aux intervenants sanitaires ;
- autonomie (majeure partie de la journée au lit ou au fauteuil, s'habiller seul, faire sa toilette seul) ;
- pathologies préexistantes : maladies respiratoires, cardiovasculaires, rénales, hépatiques, psychiatriques, neurologiques, cancer, diabète et hypertension artérielle ;
- état de santé sous-jacent : obésité, escarres, consommation d'alcool, anxiété ou dépression.

## **3.5.2. Variables décrivant l'habitat et le proche environnement**

### **L'environnement du domicile**

- facteurs pouvant favoriser ou diminuer localement le phénomène d'îlot de chaleur :
  - mode d'occupation du sol autour du domicile (caractéristiques de l'urbanisme) ;
  - densité de population autour du domicile ;
  - importance de la végétation autour du domicile ;
- évaluation du phénomène local d'îlot de chaleur par la température moyenne autour du domicile mesurée par satellite.

### **Le bâtiment dans lequel est situé le domicile**

- maison individuelle ou immeuble collectif ;
- nombre d'étages ;
- qualités d'isolation thermique du bâtiment pouvant être liées à :
  - la période de construction ;
  - la qualité de la construction ;
  - les matériaux de construction et de toiture ;
  - la réalisation de travaux d'amélioration de l'isolation ;
  - la qualité de l'entretien.

### **Le logement**

*Pour les logements dans des immeubles collectifs :*

- étage du logement ;
- le logement est-il au dernier étage habitable ?
- présence d'un ascenseur.

*Pour les maisons individuelles :*

- nombre de niveaux habitables ;
- présence d'une cave ou d'un sous-sol.

*Pour l'ensemble des logements :*

- qualité d'isolation thermique du logement ;
- taille du logement (surface, nombre de pièces) ;
- importance des surfaces vitrées ;
- possibilité de créer des courants d'air entre façades différentes ;
- présence d'un système de climatisation ;
- type d'installation sanitaire.

**Les pièces de vie** (pièce utilisée pour dormir et pièce principalement utilisée pendant la journée)

- la pièce est-elle située sous les toits ?
- possibilité d'aérer sur l'extérieur ;
- importance des surfaces vitrées ;
- orientation des surfaces vitrées ;
- durée d'exposition de la pièce au soleil ;
- possibilité de protéger les fenêtres du soleil ;
- type de protection des fenêtres.

### **3.5.3. Documentation de la prise en charge médicale des cas**

Les données permettant de décrire la prise en charge médicale des cas avant le décès ont également été recueillies :

- possibilité de se rendre compte de l'aggravation de l'état de santé du sujet (par le sujet lui-même ; par son environnement familial ou social) ;
- consultation d'un médecin entre mi-juillet et mi-août ;
- existence d'un transfert vers un hôpital et par quel moyen ;
- avoir un système d'alerte des secours.

## **3.6. Recueil des données et organisation de l'étude**

### **3.6.1. Partenariats**

Un prestataire de service a été recherché pour permettre rapidement la réalisation de l'enquête auprès des personnes proches des cas et auprès des personnes témoins. Une grille de critères de sélection du bureau d'étude a été établie comportant :

- les atouts du partenaires : compréhension du protocole, apport sur la méthodologie du protocole, capacité d'appropriation du protocole, références techniques, souplesse et adaptabilité, contrôle de la qualité des informations, respect des échéances ;
- la qualité des enquêteurs : expérience, profil, nombre, formation... ;
- sélection des cas et des témoins : méthodologie de sélection, d'entretien, outil disponible (plate-forme téléphonique)... ;
- saisie des données : méthodologie de codage, contrôle qualité ;
- encadrement : suivi des enquêteurs, interface avec l'InVS, résolution des problèmes, faisabilité.

Le bureau d'étude sélectionné pour l'enquête de terrain était le CSA. Un cahier des charges précis a donc été établi avec le CSA le 7 octobre 2003. L'InVS devait fournir la liste des cas potentiels, rédiger et envoyer l'ensemble des courriers d'information aux personnes concernées par l'enquête. Le prestataire se chargeait de l'enquête de terrain, en face à face ou par téléphone et de la saisie des données sous le contrôle de l'InVS.

Un partenariat a été mis en place avec l'association « Vivre son deuil ». Les enquêteurs ont reçu des conseils d'un psychiatre pour aborder les personnes en situation de deuil (ici particulièrement difficile, compte tenu des circonstances) et appréhender les réactions les plus courantes. Un support matériel proposant les services de cette association (dont une permanence téléphonique) était disponible pour les personnes enquêtées.

Pour l'obtention de données relatives aux bâtiments, la Direction générale des impôts a communiqué des informations extraites du fichier des propriétés bâties.

Pour caractériser l'environnement des adresses, une collaboration a été mise en place avec l'Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Ile-de-France (laurif). L'laurif a participé à la définition d'indicateurs et a communiqué des données d'occupation du sol concernant la région Ile-de-France. Il a, par ailleurs, réalisé le traitement de cartes satellitales pour l'ensemble de la zone d'étude.

Des données d'occupation des sols ont été fournies également par l'Agence d'urbanisme de l'agglomération de Tours et par la ville d'Orléans.

### 3.6.2. Déroulement de l'enquête auprès des proches des cas et des témoins

#### ▪ Phase de tests

Une phase pilote a été rapidement initiée pour tester le circuit du recueil de données.

- Test de recrutement : afin d'estimer le nombre de décès nécessaire pour recruter un cas, un échantillon test avait préalablement été étudié au CépiDc. Il comprenait 276 certificats concernant des personnes décédées dans les divers arrondissements de Paris. Concernant le lieu de décès, 61 étaient décédés à l'hôpital (47,3 %), 46 à domicile (35,6 %), 18 en maison de retraite (13,9 %), 2 en clinique privée (1,6 %) et 2 dans un lieu inconnu (1,6 %). Les personnes décédées en maison de retraite n'ont pas été retenues ; tous les autres lieux de décès ont été pris en compte (logement ou domicile, établissement hospitalier, clinique privée, voie ou lieu public, autre lieu). Concernant la commune de domicile, 116 vivaient à Paris (89,9 %), 1 dans le Val-de-Marne (0,7 %), 9 dans un autre lieu (6,9 %).

L'échantillon de 276 certificats a permis de sélectionner 129 cas, parmi lesquels 116 personnes étaient de nationalité française (89,9 %), 6 étrangère (4,6 %) et 8 inconnue (6,2 %).

- Test de recherche des proches : la recherche des personnes-contact pouvant être questionnées concernant les personnes décédées a été testée auprès des services d'état civil de mairies d'arrondissement de Paris. Obtention d'un extrait d'acte de décès à partir de la date de décès et du numéro d'acte de décès fourni par le CépiDc, obtention des pouvoirs donnés aux entreprises de pompes funèbres, consultation des entreprises de pompes funèbres. La liste des entreprises de pompes funèbres était disponible pour tout Paris. Le test de l'adhésion à l'étude des personnes-contact proches des cas a ensuite été réalisé par téléphone après recherche du numéro de téléphone dans l'annuaire téléphonique si celui-ci n'était pas mentionné sur les documents fournis par le service d'état civil. Suite à cette phase de test, il a été décidé d'envoyer une lettre aux proches des cas pour mieux les préparer à la prise de contact téléphonique de l'enquête.

- Test du questionnaire : le questionnaire a été établi par l'équipe de l'InVS. La durée de remplissage s'étendait de 35 mn à 1h30. Suite à cette phase de test, les questions sur les caractéristiques de l'interviewé au début du questionnaire ont été déplacées à la fin du questionnaire (perçues comme culpabilisantes).

#### ▪ Constitution de l'échantillon des cas potentiels et de leurs contacts

La recherche au CépiDc a permis de sélectionner 1 429 cas potentiels non décédés dans des maisons de retraite et décédés à Paris, Tours, Orléans, ou une des communes du Val-de-Marne entre le 8 et le 13 août 2003, dont 121 étaient des personnes dont le corps avait été envoyé à l'Institut médico-légal de Paris.

Pour ces 1 429 cas potentiels, il a été demandé aux services d'état civil des communes de décès de communiquer :

- l'extrait d'acte de décès, qui comprend notamment :

- le nom et l'adresse de domicile du défunt ;
- l'adresse du lieu de décès ;
- le nom et l'adresse de la personne qui a déclaré le décès avec, selon les cas, son degré de parenté avec le défunt ou sa fonction. Cette personne pouvait être un membre de la famille, un employé de

pompes funèbres, un employé hospitalier (en cas de décès à l'hôpital), ou un fonctionnaire de police (décès sur la voie publique, mort suspecte) ;

- la copie du pouvoir donné à l'entreprise de pompes funèbres pour procéder à l'inhumation, comportant notamment :
  - les coordonnées de l'entreprise de pompes funèbres ;
  - le degré de parenté, les nom et adresse et, dans certains cas, le téléphone de la personne qui a donné pouvoir. Il pouvait s'agir d'un membre de la famille du défunt lui-même en cas de contrat d'obsèques, ou d'un service public pour les personnes n'ayant pas de parents connus.

Suite à la demande qui leur a été faite, les services d'état civil ont communiqué à l'InVS les actes de décès. Les adresses de domicile des personnes décédées figurant sur les actes de décès ont été comparées à la liste des établissements de soins ou d'hébergement de personnes âgées issue du fichier FINISS pour n'inclure que les cas domiciliés hors établissement. Après cette vérification, il s'est avéré que certaines adresses revenaient fréquemment. Une recherche complémentaire par l'annuaire téléphonique a permis d'identifier quelques établissements qui n'apparaissaient pas sur le fichier FINISS. Au total, 25 % des actes de décès, correspondant à des personnes vivants en maison de retraite ou en établissement de soin (long séjour, foyer logement médicalisé), ou n'habitant pas la zone d'étude ont été exclus.

Un listing de 1 078 cas « potentiels » a été fourni au CSA en octobre 2003. Il comportait les informations suivantes : identité du défunt, adresse et zone d'étude du défunt, identité, adresse et (si disponibles à ce stade) coordonnées téléphoniques des personnes-contact proches du défunt et, enfin lien de parenté avec le défunt. Les personnes proches du défunt qui ont été retenues pour être contactées étaient en priorité la personne de la famille qui avait déclaré le décès, sinon la personne de la famille qui avait signé le pouvoir à l'entreprise de pompes funèbres pour les obsèques.

#### ▪ Constitution de l'échantillon de témoins

Le CSA s'est chargé de sélectionner les témoins selon les critères d'appariement prédéfinis par l'InVS (sexe, âge par tranche quinquennale et zone d'étude) à partir d'une liste téléphonique incluant les listes rouges. Cette procédure était réalisée grâce à l'outil mis en place par la plateforme téléphonique à partir du logiciel CATI selon les modalités d'un algorithme défini par l'InVS (annexe 2). Parmi une liste de 45 000 numéros aléatoires, 80 % correspondaient à des vrais numéros et ont donc été utilisés pour rechercher les témoins. Les témoins ayant accepté de répondre à l'enquête et correspondant aux critères d'appariement ont été sélectionnés par ce recrutement téléphonique et ont reçu un courrier confirmant le rendez-vous téléphonique de principe.

Le recrutement des témoins a été très difficile, les personnes refusant de participer à l'enquête, même après proposition d'envoi d'un courrier de l'InVS. Ces difficultés de recrutement des témoins ont conduit en cours d'étude à être moins exigeant sur le critère de différence d'âge entre cas et témoins : les classes d'âge ont été élargies à 10 ans. Il est apparu également que les personnes contactées étaient plus réticentes à un rendez-vous en face à face qu'à une enquête par téléphone, ce qui a conduit à ne plus privilégier le face à face.

#### ▪ Formation des enquêteurs

Deux types de séances de formation pour les enquêteurs ont été réalisés pour les enquêteurs téléphoniques (29 et 30 octobre 2003) et pour les enquêteurs face à face sur le terrain (5 et 6 novembre 2003). Cette formation consistait en une présentation de l'InVS et de l'enquête, des consignes techniques par rapport au questionnaire (formulation des questions, précision sur la compréhension de certains items, réponse aux questions courantes auxquelles pouvaient être confrontées les enquêteurs...) et aux outils qu'ils devaient utiliser (logiciel CATI pour les enquêteurs téléphoniques, boussole pour repérer l'orientation des pièces pour les enquêteurs face à face). Les enquêteurs ont ensuite eu une phase d'entraînement avec mise en situation. Cette formation a été complétée par des conseils psychologiques quant à la conduite à tenir en face d'une personne très âgée ou une personne endeuillée. Un soutien était proposé aux enquêteurs et aux enquêtés par l'association « Vivre son deuil ». Cette formation a par ailleurs permis de noter le profil des enquêteurs et les difficultés rencontrées par ceux-ci au cours d'une mise en situation.

▪ **Réalisation de l'enquête**

- Les cas : un courrier présentant l'étude a été envoyé aux proches des cas pour leur annoncer la prise de contact téléphonique prochaine par des enquêteurs, leur demander de communiquer leur numéro de téléphone au cas où il ne serait pas accessible par l'annuaire téléphonique et leur proposer de faire part à l'InVS de leur refus de participation ou de toute demande d'information complémentaire. Une permanence téléphonique a ainsi été mise en place. CSA a procédé par ailleurs, à la recherche des coordonnées téléphoniques des personnes contact communiquées par l'InVS qui ne s'étaient pas manifestées spontanément. En l'absence de coordonnées d'un proche après les démarches auprès de l'état civil, un contact a été pris avec l'entreprise de pompes funèbres pour obtenir les coordonnées d'un proche ayant assisté aux obsèques. Préalablement, l'ensemble des entreprises de pompes funèbres travaillant dans les quatre départements concernés avait été informée par courrier de l'éventualité de cette démarche.

Pour assurer la meilleure représentativité possible des cas enquêtés parmi les cas potentiels, un numéro d'ordre aléatoire a été attribué à chaque cas potentiel. Il a été demandé à CSA de chercher à contacter les personnes dans l'ordre des numéros, avec une obligation d'au moins une dizaine d'appels répartis sur au moins une semaine avant d'abandonner le cas. Cette procédure était destinée à éviter que ne soient sélectionnés les proches les plus faciles à contacter, source de biais de recrutement des cas.

Les personnes inhumées, à l'initiative du maire, en l'absence de contacts familiaux ont tout de même été incluses dans le tirage au sort. Elles ont fait l'objet d'une enquête de voisinage (9 cas) sur le terrain auprès des voisins, du gardien de l'immeuble ou du concierge et auprès des services sociaux des mairies.

Les enquêteurs de CSA ont pris contact avec les proches des cas suivant les modalités d'un algorithme défini par l'InVS (annexe 3) : vérification des critères d'éligibilité, accord pour participer, possibilité de la visite au domicile, prise de rendez-vous, notification des motifs de refus. Un entretien en face à face au domicile du cas était proposé pour répondre au questionnaire. En cas d'impossibilité (appartement vendu ou rendu au propriétaire, personne-contact résidant loin du lieu de domicile du défunt) ou de refus (douleur trop vive à revenir dans l'appartement de la personne décédée), l'entretien était mené par téléphone. Les personnes interrogées étaient en priorité un membre de la famille (conjoint, personne vivant au domicile, enfant connaissant les habitudes de vie), mais parfois un proche (aide à domicile, voisin immédiat, ami visiteur régulier) ou un intervenant social. L'enquête s'est déroulée du 5 novembre 2003 au 6 décembre 2003.

Le tableau 4 donne les résultats du travail de recherche de contact avec les proches des cas.

**Tableau 4.** Résultats des contacts avec les proches des cas

|   |              |
|---|--------------|
| aucun proche joignable                      | 351          |
| questionnaire réalisé et validé             | 315          |
| cas potentiel inéligible                    | 165          |
| refus de participer                         | 98           |
| accueil favorable mais rendez-vous non fixé | 97           |
| rendez-vous en face à face fixé puis annulé | 51           |
| questionnaire réalisé non validé            | 1            |
| <b>Total</b>                                | <b>1 078</b> |

Parmi les 165 cas potentiels inéligibles, 55 % étaient des personnes qui étaient à l'hôpital pendant la période de canicule, 14 % étaient des personnes vivant en maison de retraite sans y être domiciliées.

Le questionnaire utilisé pour l'enquête auprès des proches des cas est donné en annexe 4.

- Les témoins : les questionnaires témoins ont été renseignés de la même façon, mais directement avec les personnes concernées ou par un proche, en cas d'impossibilité due à un handicap de la personne. L'enquête s'est déroulée du 5 novembre 2003 au 22 décembre 2003. La principale difficulté résidait dans le fait de persuader les témoins de bien vouloir recevoir un enquêteur chez eux (taux de refus important après la prise de rendez-vous téléphonique), cela était plus marqué en région parisienne.

L'entretien durait en moyenne 40 minutes par téléphone et plus d'une heure en face à face, compte tenu du contexte, de l'âge ou de la situation des personnes âgées. Les personnes jugées en situation très précaire par les enquêteurs ont été mises en relation avec les services sociaux lorsqu'elles le souhaitaient. L'étude a rencontré une forte adhésion tant auprès des interviewés que des enquêteurs.

### 3.6.3. Réalisation de l'enquête auprès des médecins traitants

Les données concernant l'état de santé ont été recueillies dans la partie « état de santé » du questionnaire. Une enquête parallèle auprès des médecins traitants a été réalisée par téléphone de novembre 2003 à janvier 2004 par le personnel médical de l'InVS afin d'obtenir une précision plus importante sur la pathologie et les traitements médicamenteux (questionnaire en annexe 5). Un questionnaire mis en ligne sur l'intranet de l'InVS par le Service des systèmes d'information (SSI) a permis au personnel de l'Institut de remplir directement le questionnaire en ligne lorsque cela était possible (accord du patient et accord du médecin via le courrier). Les pathologies ont ensuite été codées selon la classification internationale des maladies (CIM10) et les médicaments selon la classification ATC (Anatomical Therapeutic Chemical). Cette classification s'applique aux substances actives et comporte cinq niveaux de hiérarchie. La recherche peut se faire à partir du nom de la spécialité ou de la dénomination commune internationale (DCI). Le code retenu est celui correspondant au niveau le plus fin, c'est-à-dire la substance active.

La durée de remplissage de ce questionnaire était de 10 minutes mais il était difficile de joindre les médecins souvent surchargés de travail (même après envoi d'un courrier préalable) et certains refusaient de participer (en invoquant le secret médical ou en affirmant que le décès n'était pas dû à la chaleur). Au total, 402 médecins ont participé à cette enquête : 223 pour les cas (71 %) et 179 pour les témoins (63 %).

### 3.6.4. Extraction de données du fichier des propriétés bâties

Afin d'obtenir des indications concernant les bâtiments, il a été demandé à la Direction générale des impôts (DGI), d'extraire des informations du fichier des propriétés bâties qui sert pour le calcul de la taxe foncière. Cette extraction a été réalisée par la DGI à partir de la liste des adresses communiquées par l'InVS. Certaines adresses pouvant comprendre plusieurs bâtiments, des informations complémentaires issues du questionnaire ont été fournies à la DGI pour repérer le bâtiment : sa localisation précise ou son numéro, le nombre d'étages.

La DGI a fourni les informations suivantes :

- année d'achèvement du bâtiment ;
- nombre d'étages ;
- nombre de logements ;
- matériaux de construction du bâtiment :
  - matériaux des murs ;
  - matériaux de la toiture ;
- catégorie cadastrale (critère utilisé pour le calcul de l'impôt foncier) ;
- éléments de confort de l'immeuble :
  - présence d'un ascenseur ;
  - proportion de logements avec WC intérieur ;
  - proportion de logements avec baignoire ou douche ;
- état d'entretien de l'immeuble.

A noter que le fichier des propriétés bâties n'est pas mis à jour de façon systématique. Des modifications sont faites au cas par cas, à l'occasion de travaux réalisés par le propriétaire, par exemple. Certaines informations peuvent ne plus correspondre à la situation actuelle du bâtiment.

### 3.6.5. Caractérisation des îlots de chaleur

Ces informations ont été fournies principalement par l'aurif et complétées par la mairie d'Orléans (service SIGOR), l'Agence d'urbanisme de l'agglomération de Tours, la Cellule interrégionale d'épidémiologie d'Orléans et la mairie d'Olivet.

Le principe retenu a été de caractériser l'environnement de chaque sujet dans une zone circulaire autour de son habitation. Chaque adresse de cas et de témoin a été géocodée (obtention des coordonnées géographiques), puis des informations ont été recueillies sur l'environnement de ces adresses jusqu'à des distances respectives de 50, 100 et 200 m.

L'annexe 6 explique en détail la méthode utilisée.

Pour chaque adresse, ont été établies les variables suivantes, décrivant l'environnement du domicile :

- la densité de population et la densité de logements (50, 100 et 200 m) ;
- un indice estimant la proportion de surface bâtie (50, 100 et 200 m) ;
- un indice calculé à partir du mode d'occupation du sol et destiné à évaluer la capacité des surfaces à emmagasiner la chaleur : « indice thermique MOS » (50, 100 et 200 m) ;
- un indice de végétation, calculé à partir d'images satellitales prises le 9 août 2003 et représentant la proportion de la surface autour du domicile ayant une activité significative de photosynthèse (50, 100 et 200 m) ;
- un indice de végétation « brut » calculé à partir de la même image satellitale, avec un mode de calcul différent du précédent (calculé seulement pour une distance de 100 m) ;
- un indice thermique calculé à partir d'images satellitales prises le 9 août 2003 et représentant la température moyenne des surfaces autour du domicile (50 m, 100 m et 200 m).

### 3.7. Saisie et qualité des données

L'ensemble des questionnaires a été relu et validé au fur et à mesure de leur réception. Les questions semi-ouvertes ont été recodées. La saisie a été réalisée sur le logiciel Epi-Info. La saisie de chaque questionnaire a été validée dans un second temps. Le remplissage et la cohérence des variables ont été analysés.

Certaines questions très mal renseignées n'ont pas été prises en compte dans l'analyse. Les réponses à certaines questions, qui paraissaient incohérentes par rapport aux réponses à d'autres questions, ont été reconstruites afin de renseigner un nombre maximal de données en vue de l'analyse multivariée.

Par exemple :

- pour les données sociodémographiques, la cohérence du diplôme a été vérifiée avec la catégorie socioprofessionnelle et l'âge à laquelle la personne a arrêté ses études. La catégorie socioprofessionnelle était la variable la mieux renseignée ;
- les données sur l'autonomie étaient bien renseignées et cohérentes entre elles ;
- les données concernant l'adaptation à la canicule étaient inégalement renseignées selon le degré de parenté du proche répondant au questionnaire. Ainsi, la fréquence des bains et des douches, la consommation d'eau et l'ouverture opportune des fenêtres n'étaient renseignées que lorsque c'était des personnes très proches qui avaient répondu au questionnaire. La vérification de la cohérence des réponses aux questions concernant ces variables n'a pas permis de les reconstruire. Celles-ci ont donc été exploitées en analyse univariée mais n'ont pas été prises en compte dans l'analyse multivariée compte tenu du taux élevé de non-répondants ;
- les questions concernant l'environnement social et familial ont été globalement bien renseignées ;
- les données sur l'état de santé ont été recoupées avec les informations données par le médecin traitant lorsqu'elles étaient disponibles. En cas d'incohérence nette, les données du médecin étaient privilégiées, sauf dans le cas où le médecin ne semblait pas connaître suffisamment le patient. Cette vérification a donc eu lieu au cas par cas ;
- concernant les données sur le bâtiment, les informations issues du fichier des propriétés bâties ont été croisées avec certaines variables du questionnaire : date de construction, nombre d'étages. En cas d'incohérence nette, les données issues du fichier des propriétés bâties n'ont pas été retenues, en considérant qu'il ne s'agissait pas du même bâtiment (existence de plusieurs bâtiments à la même adresse, non mise à jour du fichier).

Les définitions des variables finalement utilisées dans les modèles sont données en annexe 1 (lexique des variables).

## 3.8. Analyse des données

### 3.8.1. Stratégie d'analyse

Il a été procédé à 3 analyses des données :

- une analyse pour toutes les causes de décès retenues dans la définition des cas, avec 1 témoin par cas ;
- deux analyses par groupe de causes de décès, avec pour chacune 2 témoins par cas :
  - d'une part, les personnes décédées pour des causes liées à la chaleur. Il s'agit des personnes dont le certificat mentionnait comme cause principale « hyperthermie », « déshydratation », « coup de chaleur » ou « canicule », c'est-à-dire respectivement les codes de la classification internationale des maladies version 10 R509, E86, X300 ou X309 ;
  - d'autre part, les personnes décédées de causes cardiovasculaires. Il s'agit des personnes pour lesquelles la cause principale mentionnée sur le certificat avait été codée par la lettre « I ».

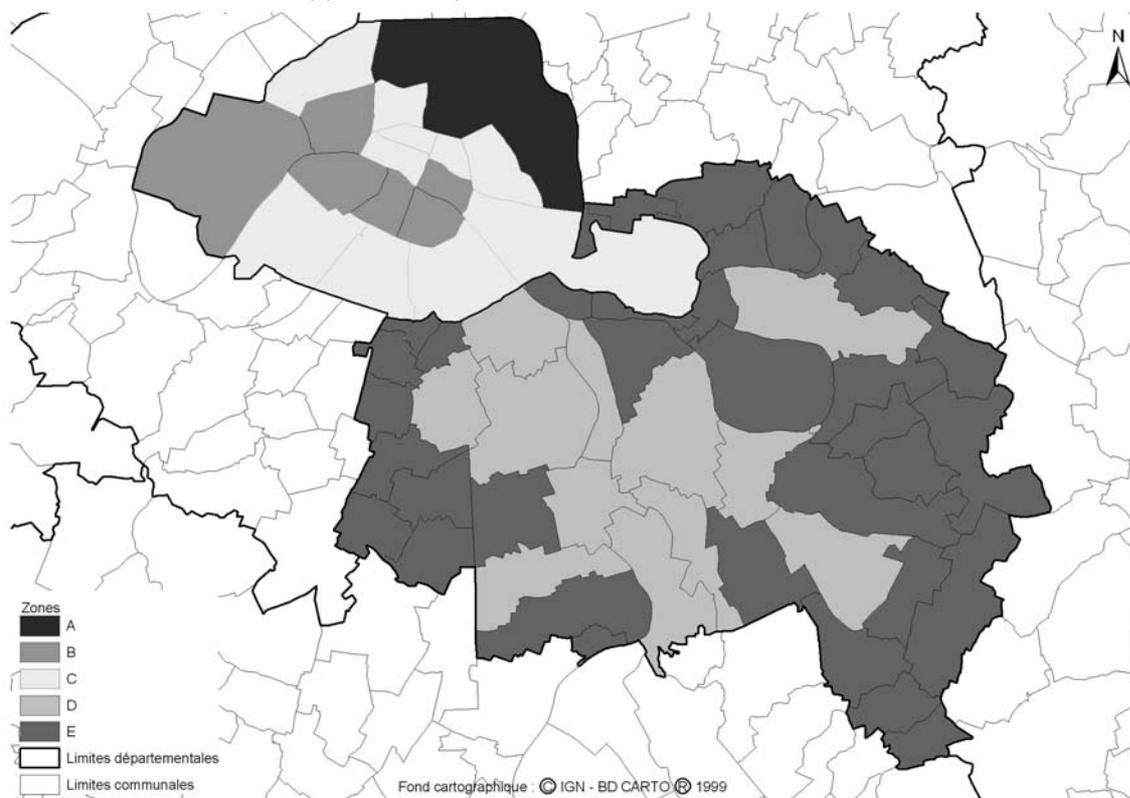
La première analyse intègre le plus grand nombre de cas et de témoins et bénéficie donc de la puissance la plus grande. La deuxième analyse concerne des décès plus spécifiquement liés à la chaleur ; le plus faible nombre de cas disponibles diminue la puissance, ce qui a été en partie compensé par un appariement avec 2 témoins par cas. La troisième analyse concerne des causes de décès dont le poids est important et pour lesquelles la surmortalité était élevée [2] ; là aussi, le nombre plus faible de cas a été en partie compensé par l'appariement de 2 témoins par cas.

### 3.8.2. Appariement

L'appariement a consisté à regrouper les individus – cas (décédés) et témoins (non décédés) – en groupes homogènes sur la zone géographique de décès, le sexe et l'âge des individus.

Pour l'analyse toutes causes de décès, il a été décidé d'améliorer l'appariement sur l'âge, qui n'avait pu être réalisé parfaitement lors de la recherche des témoins (les cas étaient en moyenne de 3 ans plus âgés que les témoins). Pour cela, les zones d'appariement ont été élargies. Les 29 zones définies dans un premier temps ont été regroupées en 9 zones (A à I) : 5 zones pour l'Île-de-France selon la carte ci-après (A à E) et 4 zones inchangées pour Tours (F), Orléans (G) et les communes de leurs agglomérations respectives (H pour l'Indre-et-Loire et I pour le Loiret)<sup>1</sup>.

Figure 5. Carte des zones d'appariement pour l'Île-de-France



<sup>1</sup> Les communes du Loiret et de l'Indre-et-Loire dans lesquelles des cas ou des témoins ont été enquêtés apparaissent sur les cartes d'indices thermiques en annexe 9 et annexe 10.

Une fois les cas et témoins appariés sur la zone géographique et le sexe, la différence d'âge a été calculée entre chaque cas et les témoins disponibles du même sexe et de la même zone. Une paire cas-témoins a été ensuite sélectionnée en se basant sur la différence d'âge minimale. Cette procédure est répétée jusqu'à épuisement des cas. Les paires cas-témoins très mal appariées (différence d'âge supérieure à 12 ans) n'ont pas été retenues.

Une procédure similaire a été réalisée pour les analyses par causes de décès liées à la chaleur et par causes de décès cardiovasculaires, mais en prenant 2 témoins par cas. Certains cas n'ont été appariés qu'avec un seul témoin lorsqu'il n'a pas été possible de trouver un deuxième témoin ayant une différence d'âge acceptable avec le cas.

Cette procédure a permis d'obtenir des paires cas-témoins les plus proches possibles en terme d'âge. Les histogrammes de différence d'âge entre cas et témoins pour l'analyse toutes causes de décès et les analyses par causes de décès sont présentés en annexe 14. L'âge des cas restait en moyenne un peu plus élevé que celui des témoins : 0,56 ans pour l'analyse toutes causes, 0,60 ans pour les causes liées à la chaleur et 1,17 ans pour les causes cardiovasculaires. Les analyses univariées et multivariées appariées ont donc été ajustées sur l'âge.

### 3.8.3. Méthode d'analyse statistique

Au-delà des statistiques descriptives, l'analyse statistique utilisée pour déterminer les facteurs de risque associés à la mortalité pendant la canicule est de type cas-témoins apparié, basé sur un modèle de régression logistique conditionnelle [11]. Dans ce modèle, la vraisemblance pour un nombre N de paires cas-témoins s'écrit :

$$L(\beta) = \prod_{i=1}^N \frac{\exp\left(\sum_{j=1}^p \beta_j (x_{ij}(1) - x_{ij}(2))\right)}{1 + \exp\left(\sum_{j=1}^p \beta_j (x_{ij}(1) - x_{ij}(2))\right)}$$

où i désigne la paire i,  $\beta_j$ ,  $j=1, \dots, p$  sont les paramètres à estimer quantifiant l'influence des variables explicatives (facteurs de risque)  $x_j$ ,  $j=1, \dots, p$  sur le risque de décès.  $x_{ij}(1)$  représente la variable explicative j de la paire i pour le cas et  $x_{ij}(2)$  représente la variable explicative j de la paire i pour le témoin.

L'identification des facteurs de risque associés à la mortalité a été effectuée en deux étapes. La première étape est basée sur une analyse univariée appariée.

La seconde étape consiste en une analyse multivariée qui permet d'analyser plusieurs facteurs de risque simultanément et de prendre en compte leurs interactions. Seules les variables présentant une association avec la mortalité en analyse univariée ( $p < 0,20$ ) ont été prises en compte dans l'analyse multivariée appariée. Les variables dont le taux de remplissage était très faible n'ont pas été incluses dans le modèle multivarié. Seules les variables améliorant l'ajustement du modèle (réduction de la déviance, critère d'Akaike...) ont été retenues dans le modèle multivarié final. Ainsi, certaines variables très corrélées entre elles sont représentées dans le modèle par une seule variable représentative de l'ensemble des variables décrivant le même phénomène. Les variables retenues dans le modèle multivarié final ont un seuil de significativité de 10 %.

La procédure PHREG du logiciel SAS [12] a été utilisée pour l'estimation des odds ratios associés aux différents facteurs de risque.

Concernant les variables quantitatives, elles ont d'abord été traitées de façon non paramétrique pour explorer la forme de la relation, en utilisant la fonction GAM (Generalised Additive Model) du logiciel Splus [13]. Elles ont ensuite été introduites de façon linéaire dans les modèles, car la forme de la relation pouvait être approchée par une fonction linéaire.

## 3.9. Aspects éthiques et déontologiques

L'enquête a fait l'objet d'une autorisation de la Cnil donnée à l'InVS en date du 24 septembre 2003.

La communication à l'InVS par les services d'état civil, de la copie des pouvoirs donnés aux entreprises de pompes funèbres a été autorisée par les procureurs de la République des quatre départements concernés.

Le CSA s'engage annuellement auprès de la Cnil, pour l'ensemble des enquêtes qu'il réalise, sur le respect de la loi du 6 janvier 1978 concernant notamment la nature des données enregistrées, la garantie de leur confidentialité et leur durée de conservation.

Les personnes sollicitées pour répondre au questionnaire ont été informées des objectifs de l'enquête et leur consentement pour y participer a été formellement requis. Elles ont été informées de leur droit d'accès et de rectification des données les concernant. Une lettre de présentation de l'enquête leur a été transmise.

Toutes les personnes participant à l'enquête ont été soumises au respect du secret professionnel permettant de garantir la confidentialité des données individuelles recueillies. Les données saisies n'étaient pas directement nominatives.

L'étude a été conduite en respectant les recommandations en matière de déontologie et de bonnes pratiques en épidémiologie [14], en particulier en ce qui concerne les modalités de publication scientifique des résultats de l'enquête.

Le rapport ou un résumé sera transmis à toutes les personnes ayant contribué à l'étude. Il sera également transmis à l'ensemble des autorités publiques en charge d'élaborer des mesures de prévention des effets sanitaires dus à la chaleur. Il sera mis à disposition du public sur le site internet de l'InVS.

### 3.10. Calendrier de l'étude

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| 1 <sup>er</sup> septembre 2003     | Décision de lancement de l'étude   |
| 5 septembre                        | Définition du design général de l'étude avec l'Inserm  |
| 8-19 septembre                     | Définition du protocole, écriture d'un cahier des charges pour la sélection du prestataire des interviews, dossier Cnil  |
| 22 septembre                       | Appel à propositions pour la réalisation des interviews  |
| 24 septembre                       | Lettre d'autorisation de la Cnil   |
| 25 septembre                       | Sélection des cas au CépiDc  |
| 26-29 septembre                    | Sélection du prestataire   |
| 30 septembre                       | Information préalable des maires des communes de décès, des préfets et présidents de conseils généraux des départements concernés  |
| 2 octobre                          | Lettre circulaire aux entrepreneurs de pompes funèbres   |
| 3 octobre                          | Envoi des listes de numéros de décès aux services de l'état civil pour obtention des certificats de décès  |
| 9 octobre                          | Etablissement du cahier des charges détaillé avec CSA  |
| 10-21 octobre                      | Réception des documents en provenance des services de l'état civil<br>Sélection des personnes qui vivaient hors maisons de retraite<br>Constitution du listing des cas et contacts |
| 21 octobre                         | Définition d'indicateurs d'îlot de chaleur avec l'Iaurif   |
| 22 octobre                         | Communication à CSA du listing des cas et contacts   |
| 22 octobre                         | Envoi d'un premier courrier aux proches des cas  |
| 23-28 octobre                      | Recherche des coordonnées téléphoniques des proches des cas  |
| 29 octobre                         | Formation des enquêteurs téléphoniques et début du recrutement téléphonique et des interviews téléphoniques des proches des cas  |
| 5 novembre                         | Finalisation du questionnaire cas  |
| 6 novembre                         | Formation des enquêteurs de face à face et début des interviews en face à face des proches des cas   |
| 12 novembre-19 décembre            | Recrutement téléphonique des témoins et interviews téléphoniques   |
| 17 novembre-12 décembre            | Interviews des témoins en face à face  |
| 8-31 décembre                      | Saisie des questionnaires  |
| 19-30 janvier 2004                 | Vérification de la saisie des questionnaires   |
| 1 <sup>er</sup> octobre-26 février | Enquête auprès des médecins traitants  |
| 1 <sup>er</sup> mars-20 mars       | Contrôles de la qualité des données  |
| mars à juin 2004                   | Analyse et rédaction du rapport  |

## 4. Résultats

### 4.1. Analyse descriptive

#### 4.1.1. Description de l'échantillon

Au total, 315 questionnaires cas ont été renseignés et 282 témoins ont été interviewés. On notait 154 interviews en face à face chez les cas (soit 43,6 %) *versus* 119 chez les témoins (soit 51,8 %) et 152 par téléphone chez les cas (48,2 %) *versus* 163 chez les témoins (56,4 %). Cette répartition des modes d'interview n'est pas statistiquement différente entre les proches des cas et les témoins ( $p=0,10$ ). Neuf enquêtes de voisinage ont été réalisées concernant des cas (2,9 %).

La répartition géographique des cas et témoins est donnée par le tableau 5.

Tableau 5. Répartition géographique des cas et témoins

|                    | Zone | Nombre de cas | Nombre de témoins |
|--------------------|------|---------------|-------------------|
| Paris              | A    | 54            | 49                |
|                    | B    | 28            | 23                |
|                    | C    | 123           | 112               |
| Val-de-Marne       | D    | 33            | 27                |
|                    | E    | 56            | 52                |
| Tours              | F    | 8             | 5                 |
| Orléans            | G    | 7             | 7                 |
| Banlieue de Tours  | H    | 4             | 4                 |
| Banlieue d'Orléans | I    | 2             | 3                 |
| <b>Total</b>       |      | <b>315</b>    | <b>282</b>        |

Les caractéristiques de l'ensemble des cas et des témoins sont données en annexe 11 (variables qualitatives) et en annexe 12 (variables quantitatives).

Les histogrammes de distribution des principales variables quantitatives sont donnés en annexe 13.

La moyenne d'âge des cas était de 85,1 ans et celle des témoins de 82,1 ans, soit une différence moyenne de 3 ans.

#### 4.1.2. Représentativité des cas retenus

Les cas retenus n'étaient pas différents des cas potentiels en terme de sexe (test du  $\chi^2$ ,  $p=0,40$ ), d'âge (t-test,  $p=0,10$ ) et de localisation géographique (test du  $\chi^2$ ,  $p=0,32$ ).

La distribution du sexe et de l'âge chez les cas retenus et les cas potentiels est donnée dans la figure 6. La répartition géographique comparée sur l'Ile-de-France est illustrée par la figure 7.

Figure 6. Distribution de l'âge et du sexe des cas potentiels et des cas retenus

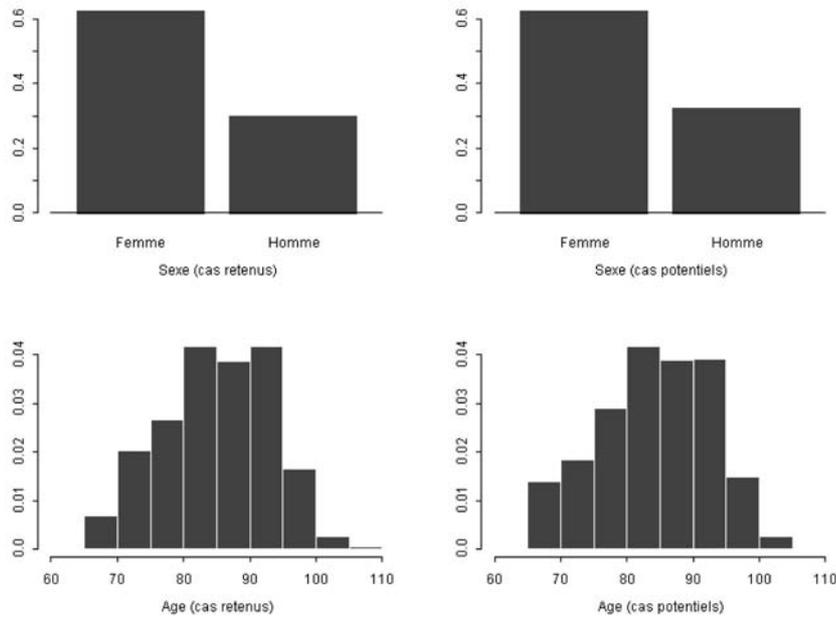


Figure 7. Répartition géographique des cas potentiels et des cas retenus sur Paris et le Val-de-Marne



#### 4.1.3. Représentativité des témoins du point de vue de leur état matrimonial

L'état matrimonial des témoins a été comparé à celui de la population source, à partir des données du recensement général de la population de 1999, et en tenant compte de l'âge, du sexe et du département.

Il apparaît que les personnes mariées sont moins représentées dans l'échantillon de témoins que dans un échantillon théorique ayant les mêmes caractéristiques d'âge, de sexe et de département de domicile. Pour Paris, par exemple, 9 % des femmes de l'échantillon sont mariées *versus* 20 % dans un échantillon théorique ( $p=0,001$ ) et 27 % des hommes sont mariés *versus* 34 % dans un échantillon théorique

( $p=0,038$ ). L'échantillon comprend ainsi une proportion plus importante de personnes veuves, divorcées ou célibataires qu'un échantillon aléatoire.

#### 4.1.4. Caractéristiques des interviewés

Parmi les 315 personnes interviewées sur les cas décédés, 48 % étaient un enfant ( $n=152$ ), 19 % étaient le conjoint lui-même ( $n=60$ ), 23 % un autre parent ( $n=71$ ), dont 15 personnes étaient des frères et sœurs, 22 personnes des neveux ou nièces, et 20 personnes appartenaient à la belle-famille. Enfin, 13 personnes étaient des amis, 5 des concierges ou gardiens et 4 des voisins. Plus de 70 % avaient vu pour la dernière fois la personne décédée en août et 13 % en juillet ( $n=41$ ) ; 46 % ( $n=145$ ) avaient téléphoné pour la dernière fois à la personne décédée en août et 5 % en juillet ( $n=17$ ). L'âge moyen et médian du répondant était de 62 ans et s'étendait de 29 à 90 ans.

La durée totale de l'entretien avec les témoins était en moyenne de 36 minutes, s'étendant de 15 minutes à 2 heures. La durée de l'entretien avec les proches des cas était en moyenne de 45 minutes, s'étendant de 20 minutes à 3 heures.

Parmi toutes les personnes interviewées, 90 % étaient coopérantes ( $n=535$ ) et 1 % ( $n=7$ ) ne l'étaient pas du tout (grande nervosité, tension, agressivité). Le fait d'être coopératif ne différait pas entre les proches des cas : 52 % ( $n=278$ ) et les témoins : 48 % ( $n=257$ ) ( $p=0,25$ ).

#### 4.1.5. Causes de décès

Parmi les personnes décédées, 254 (soit 80,6 %) avaient une cause initiale de décès renseignée. Les causes de décès, codées selon la CIM10, se répartissaient en :

- cardiovasculaires : 37,0 % ( $n=94$ ) ;
- liées à la chaleur : 35,0 % ( $n=89$ ) ;
- néoplasiques : 7,5 % ( $n=19$ ) ;
- respiratoires : 6,3 % ( $n=16$ ) ;
- neurologiques : 4,3 % ( $n=11$ ) ;
- chutes : 3,9 % ( $n=10$ ) ;
- endocrinologiques : 3,1 % ( $n=8$ ) ;
- autres : 2,8 % ( $n=7$ ).

Parmi les 89 personnes décédées de causes liées à la chaleur, le certificat de décès mentionnait « coup de chaleur » pour 42 personnes (47,2 %), « hyperthermie maligne » pour 13 personnes (14,6 %) et « déshydratation » pour 34 personnes (38,2 %).

Parmi les 94 personnes décédées de causes cardiovasculaires, le certificat de décès mentionnait « insuffisance cardiaque » pour 13 personnes (13,8 %), « hypertension artérielle ou cardiopathie hypertensive » pour 13 personnes (13,8 %), « infarctus du myocarde ou cardiopathie ischémique » pour 17 personnes (18,1 %), « insuffisance coronarienne » pour 6 personnes, « accident vasculaire cérébral » pour 9 personnes, « troubles du rythme » pour 9 personnes et « arrêt cardiovasculaire ou arrêt cardiorespiratoire » pour 20 personnes (21,3 %).

Le poids important des causes de décès cardiovasculaires et liées à la chaleur dans l'échantillon des cas rend possible l'analyse statistique prévue par cause de décès.

#### 4.1.6. Description de la prise en charge des cas

##### ▪ Aggravation de l'état de santé

Parmi les 315 proches interviewés, 50 % ( $n=156$ ) ont déclaré que la personne décédée a pu se rendre compte de l'aggravation de son état de santé tandis que 41 % ( $n=130$ ) ont déclaré que celle-ci n'a pas pu s'en rendre compte. L'entourage de la personne décédée a, quant à lui, pu se rendre compte de l'aggravation de l'état de santé pour 55 % ( $n=172$ ) d'entre eux et au contraire, 42 % ( $n=132$ ) n'a pas pu s'en rendre compte.

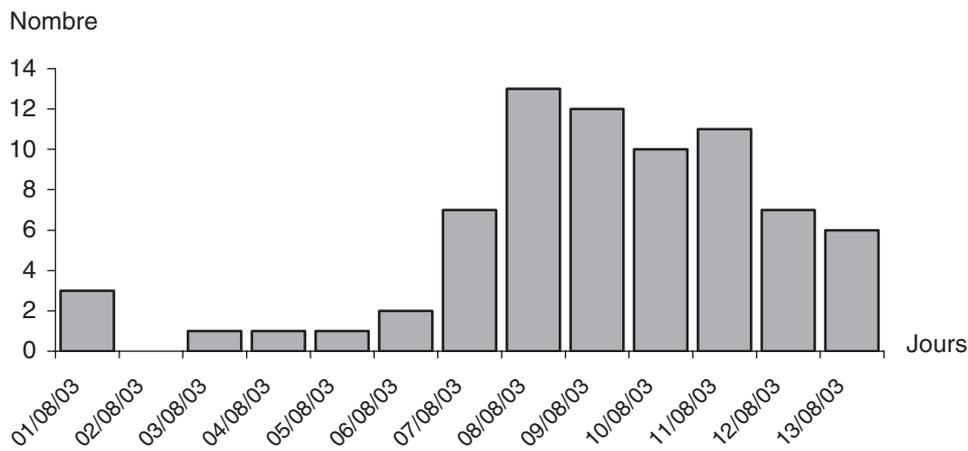
### ▪ Consultation d'un médecin

Près de 73 % des cas (n=230) avaient consulté un médecin entre la mi-juillet et la date de décès ou de prise en charge hospitalière ; seulement 19 % (n=61) n'avaient pas consulté. Parmi les personnes ayant consulté un médecin, 16 % (n=50) avaient consulté pour un problème lié à la chaleur et 63 % (n=198) pour un problème indépendant de la chaleur. Il s'agissait du médecin habituel pour 58 % (n=183) d'entre eux, d'un médecin hospitalier pour 8 % (n=24), d'un autre médecin de ville pour 12 % (n=37), de SOS médecin pour 3 % (n=11) ou du Samu ou des pompiers pour 4 % (n=12).

### ▪ Transfert vers l'hôpital

Parmi les 315 personnes décédées, seulement 27 % (n=86) ont été transférées vers un hôpital. Le moyen utilisé pour ce transfert était l'ambulance pour 41 % (n=35), les pompiers pour 39 % (n=34), le Samu pour 9 % (n=8). Trois personnes ont utilisé leur véhicule personnel et 2 personnes un taxi. Le transfert à l'hôpital a surtout eu lieu entre le 8 et le 11 août inclus (figure 8).

Figure 8. Nombre de transferts à l'hôpital du 1<sup>er</sup> au 13 août 2003



Une des conditions d'inclusion des cas dans l'étude étant d'avoir été exposé à la canicule, à leur domicile, entre le 4 août et la date du décès ou de la prise en charge hospitalière, les transferts à l'hôpital antérieurs au 5 août concernent des personnes qui sont ensuite revenues à leur domicile.

### ▪ Dispositif d'alerte

Parmi les 315 personnes décédées, 21 % (n=65) disposaient d'un système d'alerte téléphonique à distance (bracelet, pendentif), mais seulement 5 % (n=16) en ont fait usage pour appeler les secours.

### ▪ Perception de la prise en charge médicale avant décès

Les proches des personnes décédées n'ont pas trouvé la prise en charge satisfaisante pour 36 % (n=113) d'entre eux. Soit parce qu'ils déploraient la défaillance de l'organisme sanitaire et social (n=78), ou trouvaient que la dégradation de l'état de santé de la personne avait été mal perçue (n=12), que la personne était isolée et délaissée par la famille (n=6), que la personne âgée ne suivait pas les conseils qu'on lui donnait (n=6), qu'elle avait des revenus non suffisants (n=3), qu'elle manquait d'information (n=6) ou parce qu'il n'y avait pas de gardien (n=1). Les mesures proposées par les proches des personnes décédées pour prévenir la dégradation de l'état de santé et améliorer la prise en charge étaient :

- la présence de climatisation : amélioration de l'habitat ou de la structure d'accueil, existence de lieu climatisés pour personnes âgées (n=44) ;
- une prise en charge de la personne en maison de retraite ou à l'hôpital (n=43) ;
- un meilleur suivi médical, adapter la posologie des médicaments (n=34) ;
- davantage d'informations (n=29) ;
- la visite journalière d'un intervenant sanitaire ou social pour la surveillance (n=22) ;
- une meilleure qualification de ces intervenants (n=29) ;
- plus de personnel médical ou social (n=22) ;
- une prise en charge plus rapide (17) ;
- autoriser un tiers pour faciliter l'hospitalisation (n=6) ;

- un meilleur remboursement des soins (n=5) ;
- une meilleure communication entre les intervenants et les familles (n=4) ;
- une meilleure prise en charge par la famille, regroupement familial (n=4) ;
- un recensement des personnes âgées pour améliorer la prévention (n=1).

#### 4.1.7. Remarques exprimées par des proches en dehors du questionnaire

A la réception du courrier de l'InVS présentant l'enquête, des proches de personnes décédées ont fait part spontanément de leur perception de cet événement par téléphone ou courrier.

Ainsi, une trentaine de personnes ont appelé la permanence téléphonique pour signaler et expliquer leur refus de participer :

- colère contre les services publics qui n'ont pas assez de moyens ;
- démarche considérée comme culpabilisante par les familles (n=10) ;
- douleur encore trop vive (n=5) ;
- ne connaissait pas assez le défunt (n=5) ;
- manque de temps (n=6) ;
- pas intéressé par l'étude, ne pense pas que le décès soit lié à la chaleur (n=5) ;

Une trentaine de personnes en plus, ont fait part de remarques par courrier :

- certaines ne comprenaient pas l'intérêt de l'enquête, notamment la partie habitat (n=5) ;
- certaines au contraire déploraient la vétusté de l'habitat ou la disparition des concierges (n=3) ;
- certaines exprimaient une douleur encore trop vive, racontaient les circonstances du décès (n=6) ;
- d'autres exprimaient de la colère contre la déficience des services publics (n=13) :
  - manque d'informations, de communication du gouvernement, certaines se sentaient harcelées et culpabilisées par la vision des médias (n=4) ;
  - dénonciation des conditions déplorables dans les hôpitaux (n=3) ;
  - dénonciation des pompes funèbres : débordement, gestion inhumaine des corps (n=2).

## 4.2. Analyse appariée univariée toutes causes de décès

Les tableaux suivants (tableaux 6 à tableaux 15) donnent les résultats de l'analyse univariée pour l'ensemble des causes de décès retenues dans la définition des cas<sup>2</sup>.

La procédure de ré-appariement a permis de disposer de 259 paires de cas et témoins.

Bien que cette procédure ait permis de minimiser les différences d'âge entre cas et témoins, les cas restent en moyenne un peu plus âgés que les témoins (différence moyenne : 0,56 ans, distribution en annexe 14). Les modèles univariés (et le modèle multivarié) ont donc été ajustés sur l'âge.

Les estimations de risque indiquées correspondent :

- pour les variables qualitatives, à l'odds ratio (OR) par rapport à la classe de référence : concernant le statut matrimonial, par exemple, les personnes mariées avaient un risque de décès 1,86 fois plus élevé que les personnes veuves (classe de référence) ;
- pour les variables quantitatives, utilisées principalement pour caractériser l'habitat et l'environnement, l'OR correspond à l'estimation du risque pour une augmentation d'une unité de la valeur de la variable quantitative : concernant, par exemple, l'étage où est situé le logement dans les immeubles collectifs, l'augmentation d'un étage correspond à un risque multiplié par 1,12<sup>3</sup>.

L'intervalle de confiance donné pour chaque OR est l'intervalle dans lequel l'OR a une probabilité de 95 % de se trouver selon le test de Wald.

Les p sont indiqués en caractères gras pour les variables significatives au seuil de 5 % (test du rapport de vraisemblance).

<sup>2</sup> C'est-à-dire en excluant les causes accidentelles, suicides et complications chirurgicales aiguës.

<sup>3</sup> L'augmentation de deux étages correspond à un risque multiplié par 1.12 X 1.12 soit 1.25.

Les définitions des variables sont précisées dans le lexique des variables en annexe 1.

A noter que les interactions qui ont été testées ne sont pas apparues significatives.

### ▪ Caractéristiques sociodémographiques

**Tableau 6.** Résultats de l'analyse univariée - caractéristiques sociodémographiques

|   | Cas  |      | Témoins |      | OR   | IC95 %    | p            |
|---|------|------|---------|------|------|-----------|--------------|
|   | nbre | %    | nbre    | %    |      |           |              |
| Statut matrimonial :                                |      |      |         |      |      |           |              |
| veuf  | 118  | (46) | 137     | (53) | 1,00 |           | 0,080        |
| marié ou vivant maritalement                        | 77   | (30) | 64      | (25) | 1,86 | 1,11 3,13 |              |
| divorcé ou séparé                                   | 27   | (10) | 28      | (11) | 1,34 | 0,69 2,61 |              |
| célibataire   | 37   | (14) | 30      | (12) | 1,59 | 0,91 2,77 |              |
| Catégorie socioprofessionnelle :                    |      |      |         |      |      |           |              |
| cadre, profession intellectuelle supérieure         | 48   | (19) | 72      | (28) | 1,00 |           | <b>0,004</b> |
| artisan, commerçant, chef d'entreprise, agriculteur | 40   | (16) | 38      | (15) | 1,73 | 0,93 3,20 |              |
| profession intermédiaire                            | 31   | (12) | 45      | (18) | 1,08 | 0,60 1,96 |              |
| employé   | 63   | (25) | 55      | (22) | 1,65 | 0,97 2,81 |              |
| ouvrier ou autre                                    | 73   | (29) | 45      | (18) | 2,75 | 1,56 4,85 |              |

Au seuil de 5 %, la catégorie socioprofessionnelle est significativement liée au décès, la catégorie ouvrier ou autre étant la plus à risque de décès : OR=2,75 (IC95 % : 1,56–4,85).

### ▪ Vie quotidienne et autonomie

**Tableau 7.** Résultats de l'analyse univariée - vie quotidienne et autonomie

|  | Cas  |      | Témoins |      | OR   | IC95 %     | p                |
|--|------|------|---------|------|------|------------|------------------|
|  | nbre | %    | nbre    | %    |      |            |                  |
| Personne hospitalisée à domicile   | 20   | (8)  | 6       | (2)  | 3,45 | 1,35 8,78  | <b>0,005</b>     |
| Personne faisant appel à des intervenants  | 204  | (79) | 139     | (54) | 3,84 | 2,36 6,26  | <b>&lt;0,001</b> |
| Personne faisant appel à des intervenants médicaux à domicile (infirmière, garde malade, kiné...)                | 148  | (58) | 72      | (28) | 3,74 | 2,39 5,84  | <b>&lt;0,001</b> |
| Personne faisant appel à des intervenants non médicaux à domicile (aide ménagère, livraison repas à domicile...) | 153  | (59) | 107     | (41) | 2,01 | 1,36 2,96  | <b>&lt;0,001</b> |
| Autonomie de la personne :   |      |      |         |      |      |            | <b>&lt;0,001</b> |
| - personne non confinée au lit ou au fauteuil et pouvant s'habiller et se laver toute seule                      | 51   | (20) | 138     | (53) | 1,00 |            |                  |
| - personne non confinée au lit ou au fauteuil mais ne pouvant pas s'habiller et/ou se laver toute seule          | 73   | (28) | 65      | (25) | 3,23 | 1,84 5,69  |                  |
| - personne confinée au lit ou au fauteuil  | 135  | (52) | 56      | (22) | 7,52 | 4,25 13,31 |                  |

Les variables de la vie quotidienne et reflétant l'autonomie significativement liées au décès sont :

- l'hospitalisation à domicile : OR=3,45 (IC95 % : 1,35–8,78) ;
- le fait de faire appel à des intervenants au domicile : OR=3,84 (IC95 % : 2,36–6,26) ;
- le fait de faire appel à des intervenants médicaux (infirmière, garde malade, kinésithérapeute...) au domicile : OR=3,74 (IC95 % : 2,39–5,84) ;
- le fait de faire appel à des intervenants de confort (aide ménagère...) au domicile : OR=2,01 (IC95 % : 1,36–2,96) ;
- l'autonomie de la personne : on note un gradient de risque de décès selon le degré d'autonomie de la personne. Ainsi, les personnes les plus à risque sont celles confinées au lit ou au fauteuil la majeure partie de la journée : OR=7,52 (IC95 % : 4,25–13,31) puis celles non confinées au lit ou au fauteuil mais nécessitant une aide pour s'habiller ou se laver : OR=3,23 (IC95 % : 1,84–5,69).

## ▪ Adaptation à la canicule

**Tableau 8.** Résultats de l'analyse univariée – adaptation à la canicule

|  | Cas<br>nbre % | Témoins<br>nbre % | OR    | IC95 %     | p                |
|--|---------------|-------------------|-------|------------|------------------|
| Sortie du domicile pendant la canicule :   |               |                   |       |            | <b>&lt;0,001</b> |
| - sortie pour autres causes  | 76 (29)       | 130 (50)          | 1,00  |            |                  |
| - sortie pour rechercher un endroit climatisé ou un endroit frais  | 19 (7)        | 55 (21)           | 0,54  | 0,29 1,01  |                  |
| - pas de sortie ou sorties très rares (1 fois ou moins par semaine)  | 164 (63)      | 74 (29)           | 3,90  | 2,43 6,26  |                  |
| Personne se faisant livrer ses courses à domicile pendant la canicule  | 157 (64)      | 72 (29)           | 4,97  | 3,06 8,07  | <b>&lt;0,001</b> |
| Fréquence des douches ou bains début août :  |               |                   |       |            | <b>&lt;0,001</b> |
| - plus d'une par jour  | 17 (8)        | 85 (39)           | 1,00  |            |                  |
| - 1 par jour   | 54 (25)       | 83 (38)           | 3,14  | 1,46 6,77  |                  |
| - 1 tous les deux jours  | 24 (11)       | 13 (6)            | 12,09 | 4,20 34,76 |                  |
| - 1 par semaine  | 28 (13)       | 11 (5)            | 15,61 | 5,02 48,53 |                  |
| - jamais   | 93 (43)       | 24 (11)           | 20,76 | 8,48 50,87 |                  |
| Début août, par rapport à son habitude, fréquence des douches ou bains :   |               |                   |       |            | <b>&lt;0,001</b> |
| - augmentée  | 26 (13)       | 89 (45)           | 1,00  |            |                  |
| - identique  | 157 (80)      | 105 (53)          | 5,94  | 3,19 11,07 |                  |
| - diminuée   | 14 (7)        | 3 (2)             | 20,52 | 4,76 88,47 |                  |
| Début août, quantité de boissons non alcoolisées consommée en moyenne par jour :                                 |               |                   |       |            | <b>&lt;0,001</b> |
| - 1 litre et plus  | 109 (51)      | 165 (77)          | 1,00  |            |                  |
| - 1/2 litre à 1 litre  | 82 (38)       | 48 (22)           | 2,64  | 1,63 4,27  |                  |
| - 1 à 3 verres   | 24 (11)       | 2 (1)             | 16,84 | 3,83 73,98 |                  |
| Personne ayant tendance à se vêtir début août comme d'habitude   | 106 (44)      | 50 (21)           | 1,00  |            | <b>&lt;0,001</b> |
| Personne ayant tendance à se vêtir début août moins que d'habitude   | 133 (56)      | 189 (79)          | 0,35  | 0,23 0,53  |                  |
| Personne utilisant des moyens de rafraîchissement début août (brumisateurs, linge humide, ventilateur mobile...) | 180 (73)      | 202 (81)          | 0,53  | 0,33 0,84  | <b>0,005</b>     |
| Ouverture des fenêtres du logement en août :   |               |                   |       |            | <b>&lt;0,001</b> |
| - n'ouvre pas l'après midi mais ouvre le matin, la nuit et/ou le soir  | 65 (29)       | 129 (57)          | 1,00  |            |                  |
| - n'ouvre jamais   | 16 (7)        | 15 (7)            | 2,29  | 0,92 5,69  |                  |
| - ouvre l'après midi   | 144 (64)      | 81 (36)           | 3,27  | 2,08 5,15  |                  |
| Personne sensibilisée aux mesures de prévention à prendre durant la canicule                                     | 109 (47)      | 129 (56)          | 0,73  | 0,50 1,07  | 0,109            |
| Personne regardant la TV, écoutant la radio et lisant les journaux   | 238 (93)      | 249 (97)          | 0,47  | 0,19 1,14  | 0,082            |

Les comportements d'adaptation à la canicule significativement liés au décès et apparaissant à risque sont :

- se faire livrer les courses : OR=4,97 (IC95 % : 3,06–8,07) ;
- la fréquence des bains et des douches : il existe un gradient de risque selon la fréquence des bains et des douches (par rapport à la classe de référence de prendre plus d'une douche par jour). Le fait de prendre une douche par jour : OR=3,14 (IC95 % : 1,46–6,77) ; une douche tous les 2 jours : OR=12,09 (IC95 % : 4,20–34,76) ; une douche une fois par semaine : OR=15,61 (IC95 % : 5,02–48,53) ; ne jamais prendre de douche : OR=20,76 (IC95 % : 8,48–50,87) ;
- le fait de diminuer sa fréquence des douches : OR=20,52 (IC95 % : 4,76–88,47) ;
- le fait de consommer peu d'eau (par rapport au fait de consommer plus d'un litre par jour) : c'est-à-dire

consommer 0,5 à 1 litre/jour : OR=2,64 (IC95 % : 1,63–4,27) ou 1 à 3 verres par jour : OR=16,84 (IC95 % : 3,83–73,98) ;

- ouvrir ses fenêtres l'après midi (la référence étant d'ouvrir ses fenêtres le matin, le soir ou la nuit) : OR=3,27 (IC95 % : 2,08–5,15).

Les comportements d'adaptation à la canicule significativement liés au décès et apparaissant protecteurs sont :

- le fait de sortir pour rechercher un endroit frais ou climatisé : OR=0,54 (IC95 % : 0,29–1,01) ;
- le fait de se vêtir moins que d'habitude (par rapport au fait de vêtir comme d'habitude) : OR=0,35 (IC95 % : 0,23–0,53) ;
- le fait d'utiliser des moyens de rafraîchissement (linge humide, douche, brumisateur, ventilateur mobile) : OR=0,53 (IC95 % : 0,33–0,89).

### ▪ Environnement social et familial

**Tableau 9.** Résultats de l'analyse univariée - environnement social et familial

|   | Cas<br>nbre % | Témoins<br>nbre % | OR    | IC95 %     | p      |
|---|---------------|-------------------|-------|------------|--------|
| Personne habitant seule   | 152 (59)      | 178 (69)          | 0,59  | 0,39 0,88  | <0,001 |
| Fréquence des visites par les proches : habituellement                          |               |                   |       |            | <0,001 |
| jamais ou rarement (moins d'une fois par semaine)                               | 66 (26)       | 116 (46)          | 1,00  |            |        |
| 2 à 4 fois par semaine  | 78 (31)       | 65 (26)           | 2,22  | 1,37 3,59  |        |
| tous les jours ou presque   | 109 (43)      | 72 (28)           | 2,59  | 1,62 4,14  |        |
| Fréquence des visites par les proches début août                                |               |                   |       |            | <0,001 |
| jamais ou rarement (moins d'une fois par semaine)                               | 76 (31)       | 142 (57)          | 1,00  |            |        |
| 2 à 4 fois par semaine  | 69 (28)       | 48 (19)           | 2,805 | 1,69 4,65  |        |
| tous les jours ou presque   | 104 (42)      | 59 (24)           | 3,596 | 2,21 5,85  |        |
| Personne n'ayant aucune activité (sociale, religieuse, culturelle ou de loisir) | 96 (38)       | 25 (10)           | 6,12  | 3,32 11,30 | <0,001 |
| Personne possédant un animal de compagnie                                       | 44 (17)       | 36 (14)           | 1,21  | 0,75 1,97  | 0,430  |

Les caractéristiques sociales et familiales significativement liées au décès sont :

- habiter seul : OR=0,59 (IC95 % : 0,39–0,88) ;
- avoir de la visite tous les jours : OR=2,59 (IC95 % : 1,62–4,14) ;
- n'avoir aucune activité sociale, religieuse, de loisir ou culturelle : OR=6,12 (IC95 % : 3,32–11,30).

### ▪ Etat de santé

**Tableau 10.** Résultats de l'analyse univariée - état de santé

|                              | Cas<br>nbre % | Témoins<br>nbre % | OR   | IC95 %     | p      |
|------------------------------|---------------|-------------------|------|------------|--------|
| Dénutrition                  | 32 (13)       | 13 (5)            | 2,80 | 1,35 5,78  | 0,003  |
| Escarres                     | 32 (13)       | 6 (2)             | 4,96 | 2,05 11,96 | <0,001 |
| Obésité                      | 82 (32)       | 57 (22)           | 2,00 | 1,30 3,10  | 0,001  |
| Maladie cardiovasculaire     | 153 (60)      | 92 (36)           | 3,19 | 2,08 4,90  | <0,001 |
| Hypertension artérielle      | 140 (56)      | 116 (46)          | 1,46 | 1,02 2,08  | 0,035  |
| Maladie respiratoire         | 68 (26)       | 51 (20)           | 1,48 | 0,96 2,26  | 0,073  |
| Maladie psychiatrique        | 52 (20)       | 11 (4)            | 5,86 | 2,75 12,49 | <0,001 |
| Maladie neurologique         | 57 (23)       | 12 (5)            | 4,67 | 2,42 8,99  | <0,001 |
| Accident vasculaire cérébral | 35 (14)       | 8 (3)             | 4,40 | 1,92 10,07 | <0,001 |
| Maladie de parkinson         | 19 (10)       | 2 (1)             | 9,20 | 2,09 40,59 | <0,001 |
| Maladie du foie              | 16 (6)        | 8 (3)             | 2,01 | 0,80 5,04  | 0,129  |
| Maladie rénale               | 20 (8)        | 14 (6)            | 1,64 | 0,79 3,40  | 0,246  |
| Cancer                       | 45 (18)       | 18 (7)            | 2,79 | 1,53 5,08  | <0,001 |

Les états de santé significativement liés au décès sont :

- l'obésité : OR=2,00 (IC95 % : 1,30–3,10) ;
- les escarres : OR=4,96 (IC95 % : 2,05–11,96) ;
- la dénutrition : OR=2,80 (IC95 % : 1,35–5,78).

Les maladies significativement liées au décès sont :

- les maladies cardiovasculaires : OR=3,19 (IC95 % : 2,08–4,90) ;
- l'hypertension artérielle : OR=1,46 (IC95 % : 1,02–2,08) ;
- les maladies psychiatriques : OR=5,86 (IC95 % : 2,75–12,49) ;
- les maladies neurologiques : OR=4,67 (IC95 % : 2,42–8,99) ;
- les accidents vasculaires cérébraux : OR=4,40 (IC95 % : 1,92–10,07) ;
- la maladie de parkinson : OR=9,20 (IC95 % : 2,09–40,59) ;
- les cancers : OR=2,79 (IC95 % : 1,53–5,08).

### ▪ Médicaments

Tableau 11. Résultats de l'analyse univariée - médicaments

|                           | Cas  |      | Témoins |      | OR   | IC95 % |       | p            |
|---------------------------|------|------|---------|------|------|--------|-------|--------------|
|                           | nbre | %    | nbre    | %    |      |        |       |              |
| Prise de neuroleptiques   | 7    | (6)  | 2       | (2)  | 2,73 | 0,56   | 13,41 | 0,184        |
| Prise d'antiparkinsoniens | 7    | (6)  | 1       | (1)  | 6,02 | 0,72   | 50,37 | <b>0,046</b> |
| Prise d'antidépresseurs   | 23   | (19) | 12      | (10) | 4,13 | 1,41   | 12,10 | <b>0,004</b> |
| Prise de diurétiques      | 47   | (40) | 48      | (41) | 0,99 | 0,58   | 1,71  | 0,975        |

Les médicaments significativement liés au décès sont :

- les antiparkinsoniens : OR=6,02 (IC95 % : 0,72–50,37) ;
- les antidépresseurs : OR=4,13 (IC95 % : 1,41–12,10).

A noter que seulement 118 paires cas-témoins ont pu être renseignées pour les médicaments, ce qui est un nombre insuffisant pour interpréter correctement ces données. On a pu toutefois analyser les pathologies qui sont également corrélées à la prise médicamenteuse.

### ▪ Caractéristiques du bâtiment

Les caractéristiques du bâtiment qui apparaissent liées au décès sont :

- l'époque de construction du bâtiment : les bâtiments construits avant 1975 sont plus à risque que les bâtiments construits à partir de 1975 : OR=1,83 (IC95 % : 1,14–2,92) ;
- le niveau de confort du bâtiment représenté par la proportion de logements avec WC intérieurs : les personnes habitant dans un bâtiment dont l'ensemble des logements était équipé de WC intérieurs apparaissent moins à risque que les personnes habitant un bâtiment dont les logements en sont dépourvus : OR = 0,24 (IC95 % = 0,08–0,74).

**Tableau 12.** Résultats de l'analyse univariée - caractéristiques du bâtiment

|  | Cas  |      | Témoins |      | OR   | IC95 % |      | p            |
|--|------|------|---------|------|------|--------|------|--------------|
|  | nbre | %    | nbre    | %    |      |        |      |              |
| Type de bâtiment                                 |      |      |         |      |      |        |      | 0,598        |
| maison individuelle                              | 31   | (12) | 33      | (13) | 1,00 |        |      |              |
| immeuble collectif                               | 227  | (88) | 225     | (87) | 1,19 | 0,62   | 2,27 |              |
| Période de construction de l'immeuble            |      |      |         |      |      |        |      | 0,089        |
| avant 1871                                       | 24   | (9)  | 27      | (10) | 1,00 |        |      |              |
| de 1871 à 1914                                   | 50   | (19) | 46      | (18) | 1,11 | 0,54   | 2,25 |              |
| de 1915 à 1948                                   | 52   | (20) | 43      | (17) | 1,17 | 0,58   | 2,36 |              |
| de 1949 à 1961                                   | 39   | (15) | 25      | (10) | 1,59 | 0,71   | 3,56 |              |
| de 1962 à 1967                                   | 23   | (9)  | 26      | (10) | 1,12 | 0,47   | 2,65 |              |
| de 1968 à 1974                                   | 34   | (13) | 30      | (12) | 1,12 | 0,51   | 2,46 |              |
| de 1975 à 1981                                   | 6    | (2)  | 23      | (9)  | 0,31 | 0,11   | 0,91 |              |
| à partir de 1982                                 | 31   | (12) | 39      | (15) | 0,84 | 0,39   | 1,83 |              |
| Epoque de construction                           |      |      |         |      |      |        |      | <b>0,010</b> |
| bâtiment construit à partir de 1975              | 37   | (14) | 62      | (24) | 1,00 |        |      |              |
| bâtiment construit avant 1975                    | 222  | (86) | 197     | (76) | 1,83 | 1,14   | 2,92 |              |
| Matériaux des murs                               |      |      |         |      |      |        |      | 0,667        |
| pierre   | 50   | (35) | 50      | (35) | 1,00 |        |      |              |
| pierre/brique ou brique                          | 29   | (21) | 33      | (23) | 0,87 | 0,43   | 1,75 |              |
| béton/brique ou béton/pierre                     | 23   | (16) | 15      | (11) | 1,48 | 0,67   | 3,27 |              |
| béton  | 39   | (28) | 43      | (30) | 0,93 | 0,47   | 1,83 |              |
| Matériaux de toiture                             |      |      |         |      |      |        |      | 0,732        |
| zinc/aluminium                                   | 31   | (23) | 27      | (20) | 1,00 |        |      |              |
| ardoises   | 27   | (20) | 24      | (18) | 0,90 | 0,43   | 1,89 |              |
| tuiles   | 32   | (24) | 31      | (23) | 0,87 | 0,38   | 2,00 |              |
| béton  | 44   | (33) | 52      | (39) | 0,71 | 0,37   | 1,36 |              |
| Catégorie cadastrale                             |      |      |         |      | 1,17 | 0,90   | 1,53 | 0,237        |
| Proportion de logements avec WC                  |      |      |         |      | 0,24 | 0,08   | 0,74 | <b>0,009</b> |
| Proportion de logements avec douche ou baignoire |      |      |         |      | 0,63 | 0,31   | 1,28 | 0,200        |
| Etat de l'immeuble                               |      |      |         |      |      |        |      | 0,289        |
| bon  | 80   | (46) | 99      | (57) | 1,00 |        |      |              |
| assez bon  | 54   | (31) | 43      | (25) | 1,46 | 0,89   | 2,42 |              |
| passable   | 33   | (19) | 26      | (15) | 1,61 | 0,86   | 3,00 |              |
| médiocre ou mauvais                              | 6    | (3)  | 5       | (3)  | 1,82 | 0,46   | 7,19 |              |

## ▪ Caractéristiques du logement

**Tableau 13.** Résultats de l'analyse univariée - caractéristiques du logement

|   | Cas  |      | Témoins |      | OR   | IC95 % |      | p            |
|---|------|------|---------|------|------|--------|------|--------------|
|   | nbre | %    | nbre    | %    |      |        |      |              |
| Etage du logement (immeubles collectifs)  |      |      |         |      | 1,06 | 0,98   | 1,15 | 0,134        |
| Etage du logement<br>(logements en immeubles collectifs et non situés<br>au dernier étage)  |      |      |         |      | 1,12 | 1,00   | 1,25 | <b>0,037</b> |
| Logement situé au dernier étage (immeubles collectifs)  | 47   | (23) | 23      | (11) | 2,33 | 1,33   | 4,09 | <b>0,002</b> |
| Immeuble sans ascenseur (immeubles collectifs)  | 91   | (44) | 87      | (42) | 1,39 | 0,87   | 2,22 | 0,403        |
| Travaux d'amélioration de l'isolation thermique :   |      |      |         |      |      |        |      | 0,162        |
| ni dans le bâtiment, ni dans le logement  | 127  | (53) | 102     | (42) | 1,00 |        |      |              |
| pas dans le bâtiment ou pas dans le logement  | 26   | (11) | 28      | (12) | 0,79 | 0,42   | 1,49 |              |
| dans le bâtiment ou dans le logement  | 54   | (22) | 71      | (29) | 0,61 | 0,38   | 0,97 |              |
| dans le bâtiment et le logement   | 34   | (14) | 40      | (17) | 0,68 | 0,40   | 1,17 |              |
| Qualité de l'isolation  |      |      |         |      |      |        |      |              |
| logements dans immeubles anciens,<br>n'ayant fait l'objet de travaux d'isolation ni dans<br>le bâtiment, ni dans le logement  | 112  | (45) | 74      | (30) | 1,00 |        |      | <b>0,001</b> |
| logements dans immeubles anciens, n'ayant<br>pas fait l'objet de travaux d'isolation dans le<br>bâtiment ou n'ayant pas fait l'objet de travaux<br>d'isolation dans le logement | 22   | (9)  | 20      | (8)  | 0,80 | 0,39   | 1,68 |              |
| logements dans immeubles anciens, ayant<br>fait l'objet de travaux pour le bâtiment ou<br>le logement   | 49   | (20) | 59      | (24) | 0,48 | 0,28   | 0,83 |              |
| logements dans immeubles récents (à partir<br>de 1975) ou logements dans immeubles anciens<br>ayant fait l'objet de travaux d'isolation pour le<br>bâtiment et le logement      | 67   | (27) | 97      | (39) | 0,42 | 0,26   | 0,67 |              |
| Opinion de la personne enquêtée sur l'isolation<br>thermique du logement  |      |      |         |      |      |        |      | 0,259        |
| bien isolé de la chaleur et du froid  | 141  | (56) | 158     | (63) | 1,00 |        |      |              |
| bien isolé de la chaleur ou bien isolé du froid   | 61   | (24) | 54      | (21) | 1,33 | 0,85   | 2,08 |              |
| mal isolé de la chaleur et du froid   | 50   | (20) | 40      | (16) | 1,41 | 0,87   | 2,28 |              |
| Nombre de pièces principales dans le logement   |      |      |         |      | 0,85 | 0,72   | 0,99 | <b>0,034</b> |
| Surface habitable du logement   |      |      |         |      | 1,00 | 0,99   | 1,00 | 0,171        |
| Nombre de fenêtres du logement pour 50 m <sup>2</sup><br>de surface au sol  |      |      |         |      | 1,19 | 1,03   | 1,37 | <b>0,014</b> |
| Pas de possibilité de courant d'air entre des<br>façades différentes  | 59   | (23) | 47      | (18) | 1,25 | 0,80   | 1,93 | 0,324        |
| Présence d'un système de climatisation  | 4    | (2)  | 8       | (3)  | 0,49 | 0,14   | 1,67 | 0,242        |
| Type de sanitaires dans le logement :   |      |      |         |      |      |        |      | <b>0,007</b> |
| douche  | 72   | (28) | 80      | (31) | 1,00 |        |      |              |
| douche et baignoire   | 86   | (34) | 111     | (44) | 0,86 | 0,55   | 1,34 |              |
| baignoire   | 68   | (27) | 50      | (20) | 1,49 | 0,91   | 2,44 |              |
| ni douche ni baignoire  | 28   | (11) | 13      | (5)  | 2,47 | 1,16   | 5,24 |              |

Les caractéristiques du logement qui apparaissent liées au décès sont :

- habiter au dernier étage d'un immeuble collectif apparaît comme un facteur de risque : OR=2,33 (IC95 % : 1,33-4,09) ;
- toujours pour les immeubles collectifs, il existe un gradient de risque en fonction de l'étage du logement (non significatif au seuil de 5 %). En ne prenant en compte que les logements non situés au dernier étage, ce gradient devient significatif : OR= 1,12 (IC95 % : 1,00-1,25) ;

- la bonne qualité de l'isolation apparaît être un facteur protecteur : les logements situés dans des bâtiments construits à partir de 1975 ou antérieurs à 1975 mais ayant fait l'objet de travaux d'isolation sont moins à risque que les logements situés dans des bâtiments construits avant 1975 et n'ayant pas fait l'objet de travaux d'isolation : OR=0,42 (IC95 % : 0,26–0,67) ;
- le nombre de pièces principales dans le logement apparaît protecteur : pour une augmentation d'une pièce principale, le risque est multiplié par 0,85 (IC95 % = 0,72–0,99) ;
- l'importance des surfaces vitrées du logement par rapport à sa surface habitable apparaît comme un facteur de risque : l'augmentation d'une fenêtre pour 50 m<sup>2</sup> de surface au sol multiplie le risque par 1,19 (OR = 1,03–1,37) ;
- n'avoir ni douche ni de baignoire apparaît à risque par rapport au fait de disposer d'une douche : OR=2,47 (IC95 % : 1,16–5,24), disposer d'une baignoire plutôt que d'une douche apparaît aussi à risque : OR = 1,49 (IC95 % : 0,91-2,44).

**Tableau 14.** Résultats de l'analyse univariée - caractéristiques des pièces de vie

|   | Cas<br>nbre % | Témoins<br>nbre % | OR   | IC95 % |      | p            |
|---|---------------|-------------------|------|--------|------|--------------|
| Pièce utilisée la nuit début août située sous les toits                           | 50 (19)       | 25 (10)           | 2,16 | 1,26   | 3,69 | <b>0,003</b> |
| Nombre d'heures d'ensoleillement dans la pièce de nuit                            |               |                   | 1,07 | 1,01   | 1,13 | <b>0,019</b> |
| Pas de protection solaire extérieure des fenêtres de la pièce de nuit             | 46 (19)       | 33 (14)           | 1,36 | 0,83   | 2,22 | 0,215        |
| Pièce principalement utilisée début août pendant la journée située sous les toits | 40 (16)       | 18 (7)            | 2,35 | 1,25   | 4,43 | <b>0,006</b> |
| Nombre d'heures d'ensoleillement dans la pièce de jour                            |               |                   | 1,07 | 1,01   | 1,13 | <b>0,022</b> |
| Pas de protection solaire extérieure des fenêtres de la pièce de jour             | 39 (19)       | 35 (17)           | 1,06 | 0,64   | 1,76 | 0,820        |
| Nombre total d'heures d'ensoleillement dans la pièce de jour et la pièce de nuit  |               |                   | 1,04 | 1,01   | 1,08 | <b>0,011</b> |

Les caractéristiques des pièces de vie qui apparaissent liées au décès sont :

- le fait que la pièce utilisée la nuit soit située sous les toits apparaît comme un facteur de risque : OR=2,16 (IC95 % : 1,26–3,69) ;
- le fait que la pièce utilisée le jour soit située sous les toits : OR=2,35 (IC95 % : 1,25–4,43) ;
- le nombre d'heures d'ensoleillement de la pièce de nuit et de la pièce de jour apparaissent comme des facteurs de risque : l'augmentation d'une heure du nombre total d'heures d'ensoleillement de ces deux pièces multiplie le risque par 1,04 (IC95 % = 1,01–1,08), l'augmentation de 5 heures correspondant à un OR de 1,23.

Il faut noter que certaines variables n'ont pas pu être correctement analysées. Ainsi, le faible nombre de personnes possédant la climatisation ne permet pas de conclure sur ce facteur.

## ▪ Caractéristiques de l'environnement

Tableau 15. Résultats de l'analyse univariée - caractéristiques de l'environnement

|  | OR   | IC95 %      | p            |
|--|------|-------------|--------------|
| Population dans un rayon de 50 m (par 1000)  | 0,55 | 0,10 2,89   | 0,479        |
| Population dans un rayon de 100 m (par 1000)   | 0,86 | 0,66 1,13   | 0,262        |
| Population dans un rayon de 200 m (par 1000)   | 0,95 | 0,82 1,09   | 0,456        |
| Nombre de logements dans un rayon de 50 m (par 1000)                                       | 0,29 | 0,02 3,97   | 0,350        |
| Nombre de logements dans un rayon de 100 m (par 1000)                                      | 0,75 | 0,49 1,14   | 0,165        |
| Nombre de logements dans un rayon de 200 m (par 1000)                                      | 0,95 | 0,77 1,18   | 0,662        |
| Indice de surface bâtie dans un rayon de 50 m  | 1,71 | 0,08 35,58  | 0,727        |
| Indice de surface bâtie dans un rayon de 100 m   | 6,84 | 0,23 199,46 | 0,263        |
| Indice de surface bâtie dans un rayon de 200 m   | 4,99 | 0,08 298,21 | 0,440        |
| Indice thermique MOS dans un rayon de 50 m (calculé à partir du mode d'occupation du sol)  | 0,82 | 0,37 1,84   | 0,635        |
| Indice thermique MOS dans un rayon de 100 m (calculé à partir du mode d'occupation du sol) | 1,18 | 0,52 2,68   | 0,687        |
| Indice thermique MOS dans un rayon de 200 m (calculé à partir du mode d'occupation du sol) | 1,31 | 0,48 3,53   | 0,597        |
| Indice de végétation dans un rayon de 50 m (calcul par classes)                            | 0,65 | 0,32 1,33   | 0,233        |
| Indice de végétation dans un rayon de 100 m (calcul par classes)                           | 0,37 | 0,15 0,90   | <b>0,026</b> |
| Indice de végétation dans un rayon de 200 m (calcul par classes)                           | 0,37 | 0,13 1,06   | 0,059        |
| Indice de végétation brut dans un rayon de 100 m   | 0,81 | 0,64 1,03   | 0,080        |
| Indice thermique dans un rayon de 50 m (images satellite)                                  | 1,14 | 1,03 1,27   | <b>0,014</b> |
| Indice thermique dans un rayon de 100 m (images satellite)                                 | 1,18 | 1,04 1,34   | <b>0,008</b> |
| Indice thermique dans un rayon de 200 m (images satellite)                                 | 1,21 | 1,04 1,43   | <b>0,015</b> |

Parmi les caractéristiques de l'environnement, apparaissent significatifs :

- l'indice de végétation calculé dans un rayon de 100 m autour des adresses : la présence de végétation autour du domicile a un effet protecteur : les domiciles dont l'environnement proche (100 m) est complètement végétalisé présentent un risque multiplié par 0,37 (soit 3 fois plus faible) par rapport aux domiciles sans végétation : OR = 0,37 (IC95 % : 0,15–0,90) ;
- l'indice de végétation brut calculé pour un rayon de 100 m apparaît significatif marginalement ( $p=0,08$ ) : OR = 0,81 par unité d'indice (IC95 % : 0,64–1,03). Comme le montre l'annexe 15, la différence entre cas et témoins sur cet indice s'élève fréquemment à 2 unités. Pour une différence de 2 unités, l'OR est de 0,65 ;
- l'indice thermique, quelle que soit la distance à laquelle il a été calculé : 50 m, 100 m ou 200 m apparaît significatif. Pour l'indice thermique calculé dans un rayon de 200 m, l'augmentation du risque était de 21 % par degré supplémentaire : OR = 1,21 (IC95 % : 1,04–1,43). Comme le montre l'annexe 16, la différence entre cas et témoins sur cet indice s'élève fréquemment à 2°C. Pour une différence de 2°C, l'OR est de 1,46.

Les indices calculés à partir du mode d'occupation du sol n'apparaissent pas significatifs.

### 4.3. Analyse appariée multivariée toutes causes de décès<sup>4</sup>

Les variables retenues dans le modèle multivarié ont été sélectionnées selon des critères statistiques et épidémiologiques.

Les variables dont le taux de remplissage était très faible ont été exclues du modèle multivarié, ce qui est le cas de la fréquence des bains et douches et de la consommation de boissons.

Certaines variables très corrélées entre elles, car représentant le même phénomène (adaptation à la chaleur par exemple), n'ont pas été incluses simultanément dans le modèle pour éviter les problèmes de colinéarité. Dans ce cas, le choix de la variable retenue dépend de son intérêt par rapport au phénomène étudié et de sa qualité de remplissage. La variable retenue *in fine* est représentative de l'ensemble des variables décrivant le même phénomène.

Les variables ont été ajustées sur l'âge qui reste significativement lié au décès malgré l'appariement sur l'âge ( $p=0,03$ ).

<sup>4</sup> Les décès « toutes causes » correspondent à la définition donnée pour le recrutement des cas, c'est-à-dire en excluant les causes accidentelles, suicides et complications chirurgicales aiguës.

Le tableau 16 présente les variables retenues dans le modèle final.

**Tableau 16.** Résultats de l'analyse multivariée toutes causes de décès

|   | OR   | IC95 %        | p                |
|---|------|---------------|------------------|
| <b>CARACTERISTIQUES SOCIODEMOGRAPHIQUES</b>   |      |               |                  |
| <b>Catégorie socioprofessionnelle</b>   |      |               |                  |
| cadre, profession intellectuelle supérieure   | 1,00 |               |                  |
| artisan, commerçant, chef d'entreprise, agriculteur   | 2,28 | (0,59 - 8,85) | 0,235            |
| profession intermédiaire  | 1,03 | (0,32 - 3,32) | 0,961            |
| employé   | 1,80 | (0,53 - 6,08) | 0,345            |
| ouvrier ou autre  | 3,64 | (1,22- 10,88) | <b>0,021</b>     |
| <b>VIE QUOTIDIENNE ET AUTONOMIE</b>   |      |               |                  |
| <b>Autonomie de la personne</b>   |      |               |                  |
| personne non confinée au lit ou au fauteuil et pouvant s'habiller et se laver toute seule   | 1,00 |               |                  |
| personne non confinée au lit ou au fauteuil mais ne pouvant pas s'habiller et/ou se laver toute seule   | 4,03 | (1,42- 11,43) | <b>0,009</b>     |
| personne confinée au lit ou au fauteuil   | 9,59 | (2,89- 31,79) | <b>&lt;0,001</b> |
| <b>ADAPTATION A LA CANICULE</b>   |      |               |                  |
| <b>Sortie du domicile pendant la canicule</b>   |      |               |                  |
| sortie pour autres causes   | 1,00 |               |                  |
| sortie pour rechercher un endroit climatisé ou un endroit frais   | 0,46 | (0,15 - 1,47) | 0,191            |
| pas de sortie ou sorties très rares (1 fois ou moins par semaine)   | 2,00 | (0,79 - 5,04) | 0,142            |
| <b>Personne ayant tendance à se vêtir début août comme d'habitude</b>   | 1,00 |               |                  |
| Personne ayant tendance à se vêtir début août moins que d'habitude  | 0,22 | (0,09 - 0,55) | <b>0,001</b>     |
| <b>Personne utilisant des moyens de rafraîchissement début août</b><br>(brumisateur, linge humide, ventilateur mobile...)                               | 0,32 | (0,12 - 0,82) | <b>0,018</b>     |
| <b>ETAT DE SANTE</b>  |      |               |                  |
| <b>Maladie cardiovasculaire</b>   | 3,72 | (1,63 - 8,46) | <b>0,002</b>     |
| <b>Maladie psychiatrique</b>  | 5,02 | (1,44- 17,50) | <b>0,011</b>     |
| <b>Maladie neurologique</b>   | 3,52 | (1,04- 11,98) | <b>0,044</b>     |
| <b>Hypertension artérielle</b>  | 1,86 | (0,86 - 4,06) | 0,117            |
| <b>HABITAT ET ENVIRONNEMENT</b>   |      |               |                  |
| <b>Qualité de l'isolation</b>   |      |               |                  |
| logements dans immeubles anciens, n'ayant pas fait l'objet de travaux d'isolation ni dans le bâtiment, ni dans le logement                              | 1,00 |               |                  |
| logements dans immeubles anciens, n'ayant pas fait l'objet de travaux d'isolation dans le bâtiment ou dans le logement                                  | 1,27 | (0,24 - 6,70) | 0,776            |
| logements dans immeubles anciens, ayant fait l'objet de travaux d'isolation pour le bâtiment ou le logement   | 0,34 | (0,11 - 1,08) | 0,067            |
| logements dans immeubles récents (à partir de 1975) ou dans immeubles anciens ayant fait l'objet de travaux d'isolation pour le bâtiment et le logement | 0,21 | (0,07 - 0,64) | <b>0,006</b>     |
| <b>Pièce utilisée la nuit, début août, située sous les toits</b>  | 4,06 | (1,26- 13,10) | <b>0,019</b>     |
| <b>Indice thermique dans un rayon de 200 m (images satellite)</b>   | 1,82 | (1,27 - 2,60) | <b>0,001</b>     |

Dans le modèle multivarié final, les variables qui restent significativement liées au décès au seuil de 5 % sont :

- la catégorie socioprofessionnelle : OR=3,64 (IC95 % : 1,22–10,88) pour les ouvriers ;
- le degré d'autonomie : OR=9,59 (IC95 % : 2,89–31,79) pour les personnes confinées au lit ou au fauteuil, OR=4,03 (IC95 % : 1,42–11,43) pour les personnes non confinées au lit ou au fauteuil mais ne pouvant pas s'habiller et/ou se laver toutes seules ;
- certains comportements d'adaptation à la canicule, comme se vêtir moins : OR=0,22 (IC95 % : 0,09–0,55) et utiliser un moyen de rafraîchissement : OR=0,32 (IC95 % : 0,12–0,82),
- certaines pathologies : les maladies cardiovasculaires : OR=3,72 (IC95 % : 1,63–8,46), psychiatriques : OR=5,02 (IC95 % : 1,44–17,50) et neurologiques : OR=3,52 (IC95 % : 1,03–11,98) ;
- certaines caractéristiques de l'habitat : la qualité de l'isolation : OR=0,21 (IC95 % : 0,07–0,64) pour les immeubles récents ou anciens isolés par rapport aux immeubles anciens non isolés, et le fait d'avoir sa chambre sous les toits : OR=4,06 (IC95 % : 1,26–13,10) ;
- l'indice thermique dans les 200 m : OR=1,81 (IC95 % : 1,26–2,6) pour une augmentation de 1°C (soit OR=3,3 pour une augmentation de 2°C.).

## 4.4. Analyses par causes de décès

### 4.4.1. Causes liées à la chaleur

Cette analyse concerne les cas dont le certificat de décès mentionnait comme cause initiale du décès « hyperthermie », « déshydratation », « coup de chaleur » ou « canicule », c'est-à-dire des causes de décès spécifiquement liées à la chaleur. Comme précédemment, l'appariement a été fait sur l'âge, le sexe et la zone d'étude, mais avec en général 2 témoins par cas pour augmenter la puissance statistique. Les 134 témoins ont ainsi été appariés à 87 cas décédés de causes liées à la chaleur.

Bien qu'un appariement sur l'âge ait été réalisé, les cas sont en moyenne un peu plus âgés que les témoins (différence moyenne 0,60 ans, distribution des différences en annexe 14). Les modèles univariés et le modèle multivarié ont donc été ajustés sur l'âge.

#### 4.4.1.1. Analyse univariée

Les résultats sont donnés en annexe 17.

#### 4.4.1.2. Analyse multivariée

Les résultats de l'analyse multivariée sont présentés dans le tableau 17.

Certaines variables non significatives au seuil de 10 % ont été conservées dans le modèle pour une comparaison avec l'analyse toutes causes de décès.

**Tableau 17.** Résultats de l'analyse multivariée pour les causes de décès liées à la chaleur

|  | OR   | IC95 %         | p                |
|--|------|----------------|------------------|
| <b>CARACTERISTIQUES SOCIODEMOGRAPHIQUES</b>  |      |                |                  |
| <b>Catégorie socioprofessionnelle</b>  |      |                |                  |
| cadre, profession intellectuelle supérieure  | 1,00 |                |                  |
| artisan, commerçant, chef d'entreprise, agriculteur  | 1,09 | (0,21 - 5,65)  | 0,914            |
| profession intermédiaire   | 0,07 | (0,01 - 0,80)  | <b>0,032</b>     |
| employé  | 1,19 | (0,24 - 5,87)  | 0,828            |
| ouvrier ou autre   | 1,29 | (0,26 - 6,45)  | 0,759            |
| <b>VIE QUOTIDIENNE ET AUTONOMIE</b>  |      |                |                  |
| <b>Autonomie de la personne :</b>  |      |                |                  |
| personne non confinée au lit ou au fauteuil et pouvant s'habiller et se laver toute seule                            | 1,00 |                |                  |
| personne non confinée au lit ou au fauteuil mais ne pouvant pas s'habiller et/ou se laver toute seule                | 7,12 | (1,54 - 33,02) | <b>0,012</b>     |
| personne confinée au lit ou au fauteuil  | 2,99 | (0,80 - 11,17) | 0,104            |
| <b>ADAPTATION A LA CANICULE</b>  |      |                |                  |
| <b>Sortie du domicile pendant la canicule :</b>  |      |                |                  |
| sortie pour autres causes  | 1,00 |                |                  |
| sortie pour rechercher un endroit climatisé ou un endroit frais  | 0,37 | (0,06 - 2,14)  | 0,265            |
| pas de sortie ou sorties très rares (1 fois ou moins par semaine)  | 1,99 | (0,63 - 6,33)  | 0,243            |
| <b>Personne ayant tendance à se vêtir</b> début août comme d'habitude  | 1,00 |                |                  |
| <b>Personne ayant tendance à se vêtir</b> début août moins que d'habitude  | 0,08 | (0,02 - 0,32)  | <b>&lt;0,001</b> |
| <b>Personne utilisant un moyen de rafraîchissement</b> début août (brumisateur, linge humide, ventilateur mobile...) | 0,19 | (0,04 - 0,85)  | <b>0,030</b>     |
| <b>ENVIRONNEMENT SOCIAL ET FAMILIAL</b>  |      |                |                  |
| <b>Habite seul</b>   | 0,27 | (0,09 - 0,89)  | <b>0,030</b>     |
| <b>ETAT DE SANTE</b>   |      |                |                  |
| <b>Maladie cardiovasculaire</b>  | 4,73 | (1,23 - 18,24) | <b>0,024</b>     |
| <b>Hypertension artérielle</b>   | 4,05 | (1,50 - 10,90) | <b>0,006</b>     |
| <b>HABITAT ET ENVIRONNEMENT</b>  |      |                |                  |
| <b>Pièce utilisée la nuit, début août, située sous les toits</b>   | 5,43 | (1,33 - 22,21) | <b>0,018</b>     |
| <b>Indice thermique dans un rayon de 200 m</b> (images satellite)  | 1,21 | (0,78 - 1,86)  | 0,394            |

Dans le modèle multivarié final, les variables qui restaient significativement liées au décès au seuil de 5 % et qui apparaissaient comme des facteurs de risque étaient :

- le degré d'autonomie : OR=7,12 (IC95 % : 1,54–33,02) pour les personnes non confinées au lit mais ne pouvant pas s'habiller et/ou se laver toutes seules ;
- certaines pathologies telles que les maladies cardiovasculaires : OR=4,73 (IC95 % : 1,23–18,24) et l'hypertension artérielle : OR=4,05 (IC95 % : 1,50–10,90) ;
- le fait d'avoir sa chambre sous les toits OR=5,43 (IC95 % : 1,33–22,21).

Les facteurs protecteurs étaient :

- d'adopter un comportement d'adaptation à la canicule, comme se vêtir moins : OR=0,08 (IC95 % : 0,02–0,32) ou utiliser un moyen de rafraîchissement : OR=0,19 (IC95 % : 0,04–0,85) ;
- d'habiter seul, ce qui est inattendu et apparaît lié à la mauvaise représentativité des témoins concernant le régime matrimonial (cf. discussion).

## 4.4.2. Causes cardiovasculaires

Cette analyse concerne les cas dont le certificat de décès mentionnait comme cause principale une maladie cardiovasculaire (91 cas). Ces cas ont été appariés avec des témoins pris parmi l'ensemble des témoins, sans condition de « terrain » cardiovasculaire. Cette condition aurait en effet rendu impossible un appariement correct.

Comme précédemment, l'appariement a été fait sur l'âge, le sexe et la zone d'étude, avec en général 2 témoins par cas (170 témoins). Les cas sont en moyenne un peu plus âgés que les témoins (différence moyenne 1,17 ans, distribution des différences en annexe 14). Les modèles univariés et le modèle multivarié ont donc été ajustés sur l'âge.

### 4.4.2.1. Analyse univariée

Les résultats de l'analyse univariée sont donnés en annexe 18.

### 4.4.2.2. Analyse multivariée

Les résultats de l'analyse multivariée sont présentés dans le tableau 18.

**Tableau 18.** Résultats de l'analyse multivariée pour les causes de décès cardiovasculaires

|  | OR   | IC95 %         | p            |
|--|------|----------------|--------------|
| <b>CARACTERISTIQUES SOCIODEMOGRAPHIQUES</b>  |      |                |              |
| <b>Catégorie socioprofessionnelle</b>  |      |                |              |
| cadre, profession intellectuelle supérieure  | 1,00 |                |              |
| artisan, commerçant, chef d'entreprise, agriculteur  | 3,26 | (0,62 - 17,09) | 0,162        |
| profession intermédiaire   | 0,77 | (0,17 - 3,46)  | 0,730        |
| employé  | 0,65 | (0,16 - 2,65)  | 0,546        |
| ouvrier ou autre   | 4,61 | (1,04 - 20,39) | <b>0,044</b> |
| <b>VIE QUOTIDIENNE ET AUTONOMIE</b>  |      |                |              |
| <b>Autonomie de la personne :</b>  |      |                |              |
| personne non confinée au lit ou au fauteuil et pouvant s'habiller et se laver toute seule                                  | 1,00 |                |              |
| personne non confinée au lit ou au fauteuil mais ne pouvant pas s'habiller et/ou se laver toute seule                      | 3,80 | (0,85 - 17,14) | 0,082        |
| personne confinée au lit ou au fauteuil  | 8,89 | (1,83 - 43,10) | <b>0,007</b> |
| <b>ADAPTATION A LA CANICULE</b>  |      |                |              |
| <b>Sortie du domicile pendant la canicule :</b>  |      |                |              |
| sortie pour autres causes  | 1,00 |                |              |
| sortie pour rechercher un endroit climatisé ou un endroit frais  | 0,16 | (0,02 - 1,04)  | 0,055        |
| pas de sortie ou sorties très rares (1 fois ou moins par semaine)  | 2,49 | (0,74 - 8,37)  | 0,139        |
| <b>Personne ayant tendance à se vêtir début août comme d'habitude</b>  | 1,00 |                |              |
| <b>Personne ayant tendance à se vêtir début août moins que d'habitude</b>  | 0,22 | (0,08 - 0,63)  | <b>0,005</b> |
| <b>ETAT DE SANTE</b>   |      |                |              |
| <b>Maladie cardiovasculaire</b>  | 3,38 | (1,16 - 9,83)  | <b>0,025</b> |
| <b>Maladie psychiatrique</b>   | 5,35 | (1,36 - 21,01) | <b>0,016</b> |
| <b>HABITAT ET ENVIRONNEMENT</b>  |      |                |              |
| <b>Qualité de l'isolation</b>  |      |                |              |
| logements dans immeubles anciens, n'ayant pas fait l'objet de travaux d'isolation ni dans le bâtiment, ni dans le logement | 1,00 |                |              |
| logements dans immeubles anciens, n'ayant pas fait l'objet de travaux d'isolation dans le bâtiment ou dans le logement     | 0,43 | (0,08 - 2,23)  | 0,314        |
| logements dans immeubles anciens, ayant fait l'objet de travaux d'isolation pour le bâtiment ou le logement                | 0,21 | (0,05 - 0,81)  | <b>0,024</b> |
| logements dans immeubles récents (à partir de 1975) ou dans immeubles anciens bien isolés                                  | 0,41 | (0,12 - 1,37)  | 0,147        |
| <b>Indice thermique dans un rayon de 200 m (images satellite)</b>  | 1,38 | (0,95 - 2,00)  | 0,091        |

Dans le modèle multivarié final, les variables qui restent significativement liées au décès au seuil de 5 % et qui apparaissent comme des facteurs de risque sont :

- le degré d'autonomie : OR=8.89 (1,83–43,10) ;
- certaines pathologies telles que :
  - les maladies psychiatriques : OR=5,35 (1,36–21,01) ;
  - les maladies cardiovasculaires : OR=3,38 (1,16–9,83), ce qui est en partie lié au fait que les témoins n'ont pas été sélectionnés en fonction d'un terrain cardiovasculaire, cf. discussion.

Les variables qui apparaissent comme des facteurs protecteurs sont :

- d'avoir un comportement adapté à la canicule, comme se vêtir moins que d'habitude : OR=0,22 (0,08–0,63) ;
- d'avoir un logement avec une bonne isolation : OR=0,21 (0,05–0,81).

## 5. Discussion

### 5.1. Les principaux résultats

Le tableau 19 synthétise les résultats des trois analyses multivariées.

Les principaux facteurs de risque de décès qui apparaissent dans ces modèles sont : la catégorie socioprofessionnelle, le degré d'autonomie, les pathologies sous-jacentes comme les maladies cardiovasculaires, neurologiques ou psychiatriques, certaines caractéristiques de l'habitat et de l'urbanisme comme le fait d'avoir sa chambre sous les toits, d'habiter un immeuble ancien mal isolé et d'avoir un environnement proche favorisant le phénomène d'îlot de chaleur (représenté par l'indice thermique dans les 200 m). Les facteurs protecteurs étaient d'adopter un comportement d'adaptation à la canicule, comme se vêtir moins et utiliser un moyen de rafraîchissement.

Il y a peu de différences de résultats entre l'analyse toutes causes de décès et les analyses par cause de décès.

Il est important néanmoins de souligner que l'effet de certains facteurs de risque est plus important pour les décès liés à la chaleur, comme le fait d'avoir sa chambre sous les toits ou d'avoir une pathologie cardiovasculaire, et que certains facteurs protecteurs apparaissent encore plus protecteurs comme les facteurs d'adaptation à la canicule : se vêtir moins que d'habitude ou utiliser un moyen de rafraîchissement. Ceci conforte les résultats.

L'hypertension artérielle, qui n'apparaissait pas comme un facteur de risque significatif dans l'analyse toutes causes de décès apparaît significative dans l'analyse des décès liés à la chaleur.

Avoir des difficultés pour se laver ou s'habiller apparaît comme un facteur de risque plus important pour les décès liés à la chaleur.

Certains facteurs significatifs dans l'analyse toutes causes ne ressortent pas significatifs dans l'analyse des décès liés à la chaleur. C'est le cas pour les maladies psychiatriques et neurologiques, la qualité de l'isolation et l'indice thermique.

Tableau 19. Synthèse des résultats des analyses multivariées

|   | Toutes causes          |                | Causes liées à la chaleur |                | Causes cardiovasculaires |                |
|---|------------------------|----------------|---------------------------|----------------|--------------------------|----------------|
|   | (259 cas, 259 témoins) |                | (87 cas, 164 témoins)     |                | (91 cas, 170 témoins)    |                |
|   | OR                     | (IC95 %)       | OR                        | (IC95 %)       | OR                       | (IC95 %)       |
| <b>CARACTERISTIQUES SOCIODEMOGRAPHIQUES</b>   |                        |                |                           |                |                          |                |
| <b>Catégorie socioprofessionnelle</b>   |                        |                |                           |                |                          |                |
| - cadre, profession intellectuelle supérieure   | 1,00                   |                | 1,00                      |                | 1,00                     |                |
| - artisan, commerçant, chef d'entreprise, agriculteur   | 2,28                   | (0,59 - 8,85)  | 1,09                      | (0,21 - 5,65)  | 3,26                     | (0,62 - 17,09) |
| - profession intermédiaire  | 1,03                   | (0,32 - 3,32)  | <b>0,07</b>               | (0,01 - 0,80)  | 0,77                     | (0,17 - 3,46)  |
| - employé   | 1,80                   | (0,53 - 6,08)  | 1,19                      | (0,24 - 5,87)  | 0,65                     | (0,16 - 2,65)  |
| - ouvrier ou autre  | <b>3,64</b>            | (1,22 - 10,88) | 1,29                      | (0,26 - 6,45)  | <b>4,61</b>              | (1,04 - 20,39) |
| <b>VIE QUOTIDIENNE ET AUTONOMIE</b>   |                        |                |                           |                |                          |                |
| <b>Autonomie de la personne</b>   |                        |                |                           |                |                          |                |
| - personne non confinée au lit ou au fauteuil et pouvant s'habiller et se laver toute seule             | 1,00                   |                | 1,00                      |                | 1,00                     |                |
| - personne non confinée au lit ou au fauteuil mais ne pouvant pas s'habiller et/ou se laver toute seule | <b>4,03</b>            | (1,42 - 11,43) | <b>7,12</b>               | (1,54 - 33,02) | 3,80                     | (0,85 - 17,14) |
| - personne confinée au lit ou au fauteuil   | <b>9,59</b>            | (2,89 - 31,79) | 2,99                      | (0,80 - 11,17) | 8,89                     | (1,83 - 43,10) |
| <b>ADAPTATION A LA CANICULE</b>   |                        |                |                           |                |                          |                |
| <b>Sortie du domicile pendant la canicule</b>   |                        |                |                           |                |                          |                |
| - sortie pour autres causes   | 1,00                   |                | 1,00                      |                | 1,00                     |                |
| - sortie pour rechercher un endroit climatisé ou un endroit frais                                       | 0,46                   | (0,15 - 1,47)  | 0,37                      | (0,06 - 2,14)  | 0,16                     | (0,02 - 1,04)  |
| - pas de sortie ou sorties très rares (1 fois ou moins par semaine)                                     | 2,00                   | (0,79 - 5,04)  | 1,99                      | (0,63 - 6,33)  | 2,49                     | (0,74 - 8,37)  |
| <b>Personne ayant tendance à se vêtir</b>   |                        |                |                           |                |                          |                |
| - début août comme d'habitude   | 1,00                   |                | 1,00                      |                | 1,00                     |                |
| <b>Personne ayant tendance à se vêtir</b>   |                        |                |                           |                |                          |                |
| - début août moins que d'habitude   | <b>0,22</b>            | (0,09 - 0,55)  | <b>0,08</b>               | (0,02 - 0,32)  | <b>0,22</b>              | (0,08 - 0,63)  |
| <b>Personne utilisant des moyens de rafraîchissement</b>  |                        |                |                           |                |                          |                |
| - début août (brumisateurs, linge humide, ventilateur mobile...)  | <b>0,32</b>            | (0,12 - 0,82)  | <b>0,19</b>               | (0,04 - 0,85)  |                          |                |
| <b>ENVIRONNEMENT SOCIAL ET FAMILIAL</b>   |                        |                |                           |                |                          |                |
| <b>Habite seul</b>  |                        |                | <b>0,27</b>               | (0,09 - 0,89)  |                          |                |
| <b>ETAT DE SANTE</b>  |                        |                |                           |                |                          |                |
| <b>Maladie cardiovasculaire</b>   | <b>3,72</b>            | (1,63 - 8,46)  | <b>4,73</b>               | (1,23 - 18,24) | <b>3,38</b>              | (1,63 - 8,46)  |
| <b>Hypertension artérielle</b>  | 1,86                   | (0,86 - 4,06)  | <b>4,05</b>               | (1,50 - 10,90) |                          |                |
| <b>Maladie psychiatrique</b>  | <b>5,02</b>            | (1,44 - 17,50) |                           |                | <b>5,35</b>              | (1,36 - 21,01) |
| <b>Maladie neurologique</b>   | <b>3,52</b>            | (1,04 - 11,98) |                           |                |                          |                |
| <b>HABITAT ET ENVIRONNEMENT</b>   |                        |                |                           |                |                          |                |
| <b>Qualité de l'isolation</b>   |                        |                |                           |                |                          |                |
| - logements dans immeubles anciens, n'ayant pas fait l'objet de travaux d'isolation                     | 1,00                   |                |                           |                | 1,00                     |                |
| - logements dans immeubles anciens sans travaux d'isolation connus (information partielle)              | 1,27                   | (0,24 - 6,70)  |                           |                | 0,43                     | (0,08 - 2,23)  |
| - logements dans immeubles anciens avec travaux d'isolation pour le bâtiment ou le logement             | 0,34                   | (0,11 - 1,08)  |                           |                | <b>0,21</b>              | (0,05 - 0,81)  |
| - logements dans immeubles récents ou dans immeubles anciens bien isolés                                | <b>0,21</b>            | (0,07 - 0,64)  |                           |                | 0,41                     | (0,12 - 1,37)  |
| - Pièce utilisée la nuit début août située sous les toits   | <b>4,06</b>            | (1,26 - 13,10) | <b>5,43</b>               | (1,33 - 22,21) |                          |                |
| - Indice thermique dans un rayon de 200 m (images satellite)  | <b>1,82</b>            | (1,27 - 2,60)  | 1,21                      | (0,78 - 1,86)  | 1,38                     | (0,95 - 2,00)  |

## 5.2. Les biais

Les principaux biais susceptibles d'influencer les résultats dans cette étude sont des **biais de sélection**.

La définition des cas était peu spécifique (sélection des causes de décès par exclusion) mais la période d'étude étant celle du pic épidémique, avec des surmortalités très élevées (environ 4,3 pour l'Île-de-France et 3,4 pour le Centre), les décès dus à la chaleur ont tout de même été ciblés. La faible spécificité de la définition a par ailleurs permis d'éviter le biais de « médiatisation » qui est intervenu dans le remplissage des causes de décès par les médecins certificateurs (les diagnostics de cause de décès liée à la chaleur étaient sous-estimés en début de période). Il est possible que la prise en compte de décès non liés à la chaleur ait conduit à sous-estimer les OR des facteurs de décès liés à la canicule [15], mais l'analyse stratifiée par cause de décès conforte les résultats.

Les cas ont été recrutés à partir des communes de décès de Paris, du Val-de-Marne, de Tours et d'Orléans. L'échantillon ne prend donc pas en compte les personnes habitant ces communes et qui sont décédées dans d'autres communes. La raison de ces décès hors zone d'étude est principalement la présence d'un hôpital à proximité du domicile et situé hors zone d'étude. Il n'apparaît pas de raison que ces décès non pris en compte aient eu des caractéristiques différentes de celles des cas retenus.

Afin de ne pas sélectionner les personnes en fonction du moment d'appel lors du recrutement téléphonique des proches des cas, des conditions d'appel ont été établies et un ordre de recrutement attribué pour chaque cas afin de ne pas sélectionner les personnes les plus facilement joignables. Des enquêtes de voisinage ont également été effectuées pour les cas où il était impossible de retrouver un contact pour ne pas les exclure de l'analyse. Le recrutement des cas n'a donc pas dû induire de biais de sélection.

On a pu constater en définitive que les cas retenus n'étaient pas significativement différents de l'ensemble des cas potentiels recueillis au CépiDc en terme d'âge, de sexe et de localisation géographique.

En revanche, le recrutement des témoins par téléphone a pu induire un biais de sélection important, dans la mesure où les personnes qui ont répondu au recrutement téléphonique et accepté de participer étaient les plus aptes à répondre et les plus motivées. Il s'ensuit que les témoins étaient susceptibles du fait de leur recrutement d'être en meilleur état physique. Leur état matrimonial est par ailleurs significativement différent de celui attendu d'un échantillon aléatoire ayant les mêmes caractéristiques d'âge, de sexe et de lieu de domicile, ils sont plus souvent veufs, divorcés ou célibataires. Les témoins sont donc des personnes plutôt en bonne santé et plutôt isolées, ce qui a pu biaiser la mesure des facteurs de santé et d'environnement social. L'utilisation de listes téléphoniques comme base de sondage ne paraît pas avoir influencé la représentativité des témoins. La procédure d'appel incluait les listes rouges et on peut considérer que dans la tranche d'âge étudiée, la plupart des personnes avaient une ligne de téléphone fixe.

Pour l'analyse par causes de décès cardiovasculaires, les témoins n'ont pas été sélectionnés en fonction d'un terrain cardiovasculaire. Le nombre de témoins disponibles ayant un terrain cardiovasculaire n'aurait en effet pas permis de réaliser un appariement correct (cette solution n'aurait d'ailleurs pas été parfaite car les cas décédés de maladies cardiovasculaires n'avaient pas forcément un terrain cardiovasculaire connu). Dans cette analyse, les témoins sont donc moins fréquemment atteints de maladies cardiovasculaires que les cas, ce qui fait apparaître un facteur de risque « maladies cardiovasculaires » difficilement interprétable.

Les **biais d'information** ont probablement eu une importance plus limitée.

Concernant les modalités de recueil des données, le statut de cas ou de témoin était connu par celui qui était questionné, comme par l'enquêteur, ce qui a pu influencer certaines réponses. Par contre, pour les données issues du fichier des propriétés bâties et celles relatives à l'environnement (mode d'occupation des sols, densités d'occupation, indices de végétation et indices thermiques), le statut de cas ou de témoin n'était pas connu lors du recueil des données.

Les modalités de l'interview ont également pu influencer la précision des réponses. Ainsi, les témoins sont questionnés directement, alors que les informations concernant les cas sont recueillies auprès de leurs proches. Les réponses apportées par les proches des cas sont probablement moins précises que les réponses apportées par les témoins. Ainsi, les pathologies sont mieux renseignées pour les témoins que pour les cas. A l'inverse, les médecins étaient en général plus motivés par les interviews concernant les cas que ceux concernant les témoins.

Le degré de parenté des proches des cas a aussi nettement influencé la réponse à certaines questions, notamment les plus précises, concernant l'adaptation à la canicule (fréquence des bains et douches, consommation de boissons...) où les conjoints étaient plus à même de répondre.

De même, les proches des cas interviewés en face à face au domicile du cas ont de meilleures réponses sur les données de description de l'immeuble et du logement.

Il n'est pas possible de juger si le sentiment de culpabilité qu'ont pu ressentir certaines personnes proches des personnes décédées a influencé certaines réponses, notamment en ce qui concerne la fréquence des visites.

La durée de l'interview a amené certaines personnes à écouter l'interview téléphonique jugé trop long, vraisemblablement des personnes plus fatiguées que les autres ou les plus affectées par le décès. Les dernières questions étaient ainsi moins renseignées.

Les biais d'information liés à la mémorisation ont été réduits car le décalage dans le temps des dates d'interviews des témoins par rapport aux interviews des cas, indispensable pour connaître auparavant les caractéristiques des cas avec lesquels ils devaient être appariés (âge, sexe, zone géographique) était faible. La période d'interview des proches des cas et celle des témoins se sont chevauchées, l'ensemble ayant été mené sur environ six semaines.

Concernant le recueil des données environnementales, les données d'occupation des sols pour la région Ile-de-France et pour la région Centre n'ont pas été recueillies de la même façon. Pour les données thermiques satellitaires, le voile atmosphérique sur la région parisienne a diminué la dynamique de l'image sur l'Ile-de-France. L'analyse appariée sur la zone géographique limite l'effet de ces différences de modalités de recueil sur la comparaison cas et témoin.

Les **biais de confusion** ont été minimisés par la qualité de l'appariement, notamment sur l'âge. Les cas étant malgré cela plus souvent plus âgés que les témoins dans les trois analyses, un ajustement supplémentaire sur l'âge dans les modèles a permis de tenir compte de l'effet résiduel de l'âge sur la mortalité.

### 5.3. Interprétation des résultats

#### - Facteurs de risque sociodémographiques

Il est important de souligner le rôle de l'âge, qui n'était pas un facteur de risque étudié. Malgré sa prise en compte par l'appariement, les faibles différences d'âge entre les cas et les témoins avaient un effet significatif sur la mortalité, dans l'analyse toutes causes de décès. Cette tendance existe aussi dans les sous-groupes de personnes décédées par cause liée à la chaleur et par cause cardiovasculaire. Pour compenser cet effet résiduel, toutes les analyses ont été ajustées sur l'âge.

La catégorie socioprofessionnelle est significative dans les trois modèles multivariés au seuil de 10 % ; la catégorie ouvrier apparaît toujours la plus à risque. Ce lien entre la catégorie professionnelle et le risque de décès peut être dû à une sensibilité différente des personnes en fonction de leur parcours professionnel. Il peut aussi être dû à l'inégalité des personnes devant le risque, du fait de conditions économiques différentes. La catégorie socioprofessionnelle était par exemple liée au nombre de pièces du logement, variable qui n'a pas été retenue dans le modèle final, et on peut supposer que les personnes occupant de grands logements peuvent plus facilement se protéger en choisissant d'occuper la pièce la moins exposée à la chaleur.

#### - Facteurs de risque de la vie quotidienne, autonomie et état de santé

Dans l'analyse toutes causes de décès, les personnes les plus à risque sont celles confinées au lit puis celles non confinées au lit mais nécessitant une aide pour s'habiller ou se laver. Ce gradient existe aussi dans l'analyse par causes de décès cardiovasculaires. Les personnes confinées au lit sont en effet aussi les plus malades.

Dans l'analyse concernant les personnes décédées de causes liées à la chaleur, le gradient retrouvé précédemment n'est pas observé, peut-être par manque de puissance, ou parce que ce facteur intervient de façon moins prépondérante pour les décès plus spécifiquement liés à la chaleur. On note cependant un OR plus élevé pour les personnes non confinées au lit mais nécessitant une aide pour s'habiller ou se laver.

Le fait de faire appel à des intervenants à domicile, facteur qui apparaissait à risque plutôt que protecteur, n'a pas été retenu dans le modèle final car il était très lié à l'autonomie. En fait, l'appel à des

intervenants à domicile est une conséquence du mauvais état de santé des personnes et n'est pas à interpréter comme facteur de risque ou protecteur de décès.

Les facteurs de risque concernant les pathologies ont été recueillis à la fois par le questionnaire (auprès des proches des cas et auprès des témoins) et par l'enquête auprès du médecin traitant, quand cela était possible, ce qui a permis également de recueillir des informations sur le traitement médicamenteux. En cas de discordance entre le questionnaire rempli par le patient (ou son proche) et celui du médecin, la réponse du médecin a été en général privilégiée sauf cas particulier où le médecin ne semblait pas connaître suffisamment le malade et si la personne répondant au questionnaire était bien informée de son état de santé ou de celle de son proche (conjoint le plus souvent).

Les pathologies qui étaient liées au décès en analyse univariée étaient les maladies cardiovasculaires (renseignées indépendamment de l'hypertension artérielle), l'hypertension artérielle, les maladies neurologiques (notamment la maladie de Parkinson et les accidents vasculaires cérébraux), les maladies psychiatriques (dont les démences, les psychoses, les dépressions) et les cancers. Enfin, l'obésité était également un facteur de risque de décès tandis que la consommation d'alcool n'était pas retrouvée comme facteur de risque.

Les pathologies restant significativement associées au décès dans les modèles multivariés sont les maladies psychiatriques, les maladies cardiovasculaires et les maladies neurologiques pour l'analyse toutes causes de décès, les maladies cardiovasculaires et l'hypertension artérielle pour les décès par coup de chaleur. On peut supposer que l'hypertension artérielle devient un facteur de risque plus marqué pour les décès par coup de chaleur parce que cette pathologie peut indirectement refléter la prise de diurétiques.

En ce qui concerne les médicaments, ceux-ci n'ont pas pu être intégrés dans le modèle multivarié en raison du faible nombre de médecins ayant répondu à ces questions. Toutefois, les résultats en analyse univariée méritent d'être discutés. On retrouve ainsi comme facteurs de risque de décès, la prise d'antidépresseurs.

Il faut souligner qu'ont été étudiés ici, les facteurs de risque de décès des personnes âgées pendant la canicule, mais que le design de l'étude ne permet pas de juger si tel facteur de risque est plus important en période de canicule par rapport à une autre période.

#### **- Facteurs de risque d'adaptation à la canicule**

Les personnes ayant pu adapter leur comportement à la canicule bénéficient d'un effet protecteur. Les comportements les plus protecteurs sont le fait d'adapter ses habitudes vestimentaires (se vêtir moins que d'habitude) et d'utiliser un moyen de rafraîchissement (brumisateur, linge humide, ventilateur mobile...). Ces facteurs sont encore plus protecteurs sur la survenue du décès dans l'analyse du sous-groupe des personnes décédées de cause liée à la chaleur, ce qui souligne l'importance de ces facteurs sur la survenue ou non du décès pendant la canicule.

Le fait de sortir à la recherche d'un endroit frais ou climatisé par rapport au fait de sortir pour une autre cause, qui était un facteur protecteur significatif en analyse univariée, est apparu non significatif ou marginalement significatif en analyse multivariée. Ceci peut s'expliquer par le fait que les variables décrivant l'adaptation à la canicule sont liées, car ce sont globalement les mêmes personnes qui prennent des mesures pour s'adapter à la chaleur. C'est aussi l'une des raisons pour laquelle les autres variables décrivant l'adaptation à la canicule, qui étaient également des facteurs de risque importants en analyse univariée, comme la fréquence des douches ou des bains, la consommation d'eau de boisson et l'ouverture opportune des fenêtres (c'est-à-dire ouverture des fenêtres le soir ou la nuit et fermeture l'après-midi), n'ont pu être introduites dans le modèle multivarié. Ces variables étaient également moins bien renseignées pour les cas, car les questions étaient très précises et nécessitaient que la personne interviewée connaisse suffisamment bien les habitudes du défunt. Les variables conservées en analyse multivariée, bien qu'ayant un effet propre, sont donc à considérer comme des variables mesurant plus globalement l'adaptation à la canicule.

#### **- Facteurs de risque liés à l'environnement social et familial**

Les variables décrivant l'environnement social et familial avaient un effet inattendu en analyse univariée. Le fait de vivre seul était protecteur et le fait de recevoir des visites des proches était un facteur de risque.

L'effet apparemment protecteur du fait de vivre seul est devenu non significatif dans les analyses multivariées toutes causes de décès et décès par causes cardiovasculaires. Il restait significatif dans l'analyse multivariée pour les causes de décès liées à la chaleur. Ceci est explicable probablement par le biais de sélection des témoins, qui étaient plus souvent des personnes vivant seules que la population source.

L'effet apparemment à risque de la fréquence de visite des proches en analyse univariée peut être expliqué par le fait que les personnes en très mauvaise santé sont plus souvent visitées par leur famille que les autres. Les personnes décédées se trouvaient ainsi avoir été plus fréquemment visitées. Comme pour l'appel à des intervenants à domicile, la fréquence de visite des proches est une conséquence du mauvais état de santé des personnes et n'est pas à interpréter comme facteur de risque ou protecteur de décès. Il est possible aussi que les témoins ne soient pas représentatifs de la population source, étant plus souvent des personnes en meilleure santé. Cette variable n'a pas été retenue dans les modèles multivariés parce qu'elle était liée à l'autonomie.

### - Facteurs de risque liés au bâtiment et au logement

Deux facteurs apparaissent les plus liés au risque de décès : les caractéristiques d'isolation du logement et du bâtiment et la situation en dernier étage ou sous les toits.

La période de construction de l'immeuble pour laquelle apparaît une diminution importante du risque en analyse univariée est la période 1975-1981. Pour les bâtiments construits postérieurement, on note aussi un effet protecteur, bien que peu significatif. Il est possible que cet effet protecteur pour les bâtiments construits à partir de 1975 soit lié à l'amélioration des caractéristiques d'isolation thermique des bâtiments suite aux modifications des règlements de construction liées à la politique d'économie d'énergie qui a suivi le premier choc pétrolier. On aurait pu imaginer que les bâtiments très anciens bénéficient d'un effet protecteur du à l'inertie thermique des murs très épais. Cet effet n'est pas retrouvé ici.

L'existence de travaux d'isolation thermique montre une tendance protectrice dans l'analyse univariée, qui apparaît plus significative dans l'analyse par causes de décès liés à la chaleur.

Le croisement de la date de construction et de l'existence de travaux d'amélioration de l'isolation thermique donne une variable significative, dont les différentes catégories montrent, en analyse univariée comme en analyse multivariée, une croissance progressive du risque entre les logements récents (à partir de 1975) ou anciens bien isolés d'une part, et les logements anciens mal isolés d'autre part. L'OR est évalué à 5 entre les catégories extrêmes en analyse multivariée.

La situation « sous les toits » ou « en dernier étage » a été évaluée par plusieurs variables dont les résultats sont cohérents, mais qui n'ont pas tout à fait la même signification. La situation en dernier étage n'a été relevée que pour les immeubles collectifs, alors que la chambre située sous les toits et la pièce de jour située sous les toits étaient des questions posées aussi pour les maisons individuelles.

Ainsi, dans les questionnaires retenus pour l'analyse appariée toutes causes de décès (518 questionnaires), parmi les réponses « chambre sous les toits », 18 % concernaient des maisons individuelles. Parmi les réponses « logement au dernier étage » dans les immeubles collectifs, 23 % indiquaient que la chambre n'était pas sous les toits. Ces réponses ne sont pas incohérentes, mais signifient la prise en compte de l'existence d'un comble au-dessus du dernier étage habité.

La variable « chambre sous les toits » est plus spécifique du risque d'augmentation de la température dans le logement ou une partie du logement que la notion de dernier étage, c'est pourquoi elle a été retenue de préférence en analyse multivariée. L'OR est évalué à 4 en analyse multivariée. Concernant les maisons individuelles seules, les effectifs sont insuffisants pour conclure que la chambre située sous les toits est un facteur de risque, bien que la tendance soit dans ce sens. On retiendra en fin de compte qu'avoir son logement directement sous le toit ou bien en dernier étage avec un comble non isolé est un facteur de risque en cas de fortes chaleurs.

D'autres facteurs apparaissent liés au risque de décès en analyse univariée et disparaissent en analyse multivariée probablement par manque de puissance :

- l'étage du logement, qui n'est renseigné que pour les immeubles collectifs, apparaît être un facteur de risque, indépendamment de l'effet lié au dernier étage, les étages élevés étant plus à risque. Les logements situés en hauteur sont moins souvent protégés des rayons solaires par des arbres ou des vis-à-vis, ce qui pourrait expliquer cet effet ;
- le nombre d'heures d'ensoleillement du logement apparaît logiquement comme un facteur de risque. Il est possible cependant que la mesure de ce facteur ait souffert d'une faible qualité du recueil de l'information ;
- le nombre de fenêtres du logement en fonction de la surface au sol. On peut en effet supposer qu'un logement présentant plus de surfaces vitrées, même si elles sont plus ou moins protégées par des volets ou des rideaux, est plus vulnérable au réchauffement solaire ;

- la possibilité de créer un courant d'air entre des façades différentes apparaît significative au seuil de 5 % dans l'analyse univariée pour les décès liés à la chaleur ;
- le type d'équipement sanitaire : l'absence d'équipement sanitaire apparaît facteur de risque mais la mesure de cet effet est probablement entachée d'erreur par la confusion, dans l'établissement, du questionnaire, entre l'absence d'équipement et les non-réponses. Par contre, il est intéressant de constater que l'équipement de la salle d'eau par une baignoire paraît plus à risque que par une douche, ce qui pourrait s'expliquer par la plus grande difficulté d'utilisation d'une baignoire que d'une douche par les personnes âgées.

Le nombre de pièces principales dans le logement disparaît en analyse multivariée car il est lié à la catégorie socioprofessionnelle. On ne peut toutefois exclure que cette variable soit effectivement un facteur de risque : la disponibilité d'un plus grand nombre de pièces dans le logement permet d'occuper la pièce la moins exposée à la chaleur.

Le confort de l'immeuble exprimé par la proportion de logements équipés de WC intérieurs n'a pas été retenu en analyse multivariée parce que cette variable avait un faible taux de remplissage.

### - Facteurs de risques environnementaux

Parmi les indicateurs recueillis pour représenter un effet d'îlot de chaleur local autour du domicile des personnes incluses dans l'enquête, seuls les indicateurs issus d'observations satellitales sont significatifs : indice de végétation et indice thermique. L'indice thermique mesuré par satellite pendant la période de canicule étudiée permet en effet d'accéder directement à une mesure du phénomène, les autres indicateurs ne permettant que de l'évaluer indirectement. L'indice de végétation a intégré l'activité réelle des végétaux pendant la canicule, donc leur capacité effective à refroidir localement l'atmosphère.

L'indice de végétation a été calculé de deux façons différentes : à partir d'une répartition par classes, avec des distances de calcul à 50, 100 et 200 m ou directement à partir des valeurs issues du traitement d'images Erdas (indice brut, calculé seulement pour un rayon de 100 m).

L'indice de végétation calculé à partir de classes est un facteur de risque significatif en analyse univariée. Dans l'analyse univariée toutes causes de décès, l'indice de végétation le plus significatif est celui qui est calculé pour un rayon de 100 m autour du domicile. On note peu de différence avec le calcul fait pour 200 m, alors que l'indice de végétation calculé sur un rayon de 50 m apparaît nettement moins significatif. Il n'est pas possible cependant d'en tirer des conclusions sur la distance à laquelle la végétation a un effet protecteur. La précision de l'image satellitale utilisée pour l'indice de végétation (pixels de 30 m) et la précision du géocodage (de l'ordre de quelques dizaines de mètres) rendent imprécis le calcul de l'indice de végétation dans un rayon de 50 m.

L'indice de végétation brut calculé pour 100 m apparaît significatif au seuil de 5 % seulement dans l'analyse univariée appariée pour les causes de décès liées à la chaleur, le degré de significativité étant plus faible dans l'analyse toutes causes de décès ( $p=0,08$ ).

L'indice de végétation n'a pas été retenu en analyse multivariée car la végétation est un des facteurs qui conditionnent l'effet d'îlot de chaleur [16], mieux représenté dans son ensemble par l'indice thermique qui a donc été retenu seul en analyse multivariée.

L'indice thermique apparaît comme un facteur de risque significatif dans l'analyse univariée toutes causes de décès, quelle que soit la distance à laquelle il a été calculé. Le degré de significativité et l'estimation du risque sont proches quelles que soient les distances de calcul (50, 100 et 200 m de rayon), ce qui peut s'expliquer par le niveau de précision des images thermiques (pixels de 120 m) qui a abouti à lisser les résultats.

L'effet de l'indice thermique reste significatif dans l'analyse multivariée toutes causes de décès, avec une augmentation du risque de 80 % (OR=1.82, IC95 % : 1,27-2,60) pour une augmentation de température de 1 degré (pour l'indice thermique calculé sur un rayon de 200 m). Pour les principales zones d'appariement des cas et des témoins, les différences d'indice thermique atteignent fréquemment 2°C (annexe 16), ce qui correspond à une augmentation du risque d'un facteur supérieur à 3 entre 2 individus habitant la même zone. L'effet de l'îlot de chaleur local sur le risque de décès apparaît ainsi élevé.

L'effet de l'indice thermique n'est pas resté significatif dans les analyses multivariées par causes liées à la chaleur et cardiovasculaires, ce qui est probablement dû à un manque de puissance.

Les températures des surfaces autour du domicile utilisées dans cette étude pour évaluer le lien avec la mortalité ont été obtenues à partir d'images satellitales prises à midi heure locale. Il aurait été intéressant

de disposer d'images prises en fin de nuit, car la température minimale nocturne élevée paraît être un facteur de risque important, car ne permettant pas un repos nocturne réparateur [17].

La non-significativité des indicateurs construits à partir du mode d'occupation du sol (MOS) peut s'expliquer de la façon suivante :

- pour une même catégorie d'utilisation du sol, les matériaux de surface peuvent avoir un comportement très différent de réflexion et d'absorption du rayonnement solaire, et de réémission de la chaleur ;
- les coefficients pris pour la construction d'un indice thermique et d'un indice de surface bâtie à partir de la classification MOS ont été déterminés de façon subjective.

La méthodologie utilisée pêche par manque de précision, ce qui ne condamne pas les approches de prévision de la climatologie urbaine basées sur l'occupation du sol [1,18].

La densité de population ou de logements à proximité du domicile n'est pas apparue comme facteur de risque, bien que le phénomène d'îlot de chaleur soit connu comme centré sur les zones les plus densément construites [16,19]. A une échelle fine en effet, la densité de population peut exprimer des réalités très différentes selon le type d'urbanisme : par exemple, un habitat continu bas en centre ancien peut avoir la même densité de population qu'un habitat collectif discontinu haut, alors que les comportements thermiques des surfaces y sont très différents.

Bien que la pollution atmosphérique ait un impact sur la mortalité en période de canicule [16,20], ce facteur ne pouvait être pris en compte dans la présente étude. Les cas et les témoins habitaient des zones de taille réduite par rapport aux phénomènes de pollution par l'ozone (cf. carte des zones en figure 5). Pour les autres polluants, il n'existait pas de mesures suffisamment fines permettant de différencier l'exposition des cas de celle des témoins.

## 5.4. Comparaison avec les études antérieures

Les résultats de cette étude corroborent ceux retrouvés dans la littérature.

Concernant les données sociodémographiques, l'âge est reconnu comme un facteur de risque dans de nombreuses études [21,22], mais n'était pas étudié ici. Le statut social, représenté par la catégorie socioprofessionnelle, est apparu comme facteur de risque de décéder lors d'une vague de chaleur, ce que l'on retrouve dans la littérature [23]. Ainsi, les différences de mortalité observées entre les ethnies dans les études américaines pourraient être liées aux différences de statut social entre communautés. L'étude de Curriero réalisée en 2002, dans 11 grandes villes de l'est des Etats-Unis [24] a mis en évidence une association entre les indicateurs de faible niveau socio-économique et la surmortalité en période caniculaire, cette association persistant après ajustement sur la latitude de la ville.

Concernant le mode de vie et l'autonomie, la perte d'autonomie a également été retrouvée comme facteur de risque de décès. L'étude relative à la vague de chaleur de Chicago en 1999 [25] a mis en évidence un risque accru de décès de 5,5 [2,5–12,11] chez les sujets confinés au lit, et de 6,2 [2,9–13,4] chez les sujets recevant des soins infirmiers à domicile.

Concernant l'environnement social, les résultats vont à l'encontre de ce qui est retrouvé dans la littérature. Ainsi, dans l'étude de Semenza sur la vague de chaleur de Chicago de 1995 [26], les personnes vivant seules présentaient un risque accru de décès de 2,3 [1,2–4,4]. Le biais de recrutement des témoins dans la présente étude peut expliquer cette différence notable avec les résultats de la littérature, car les personnes ayant accepté de participer étaient le plus souvent isolées.

Concernant les comportements d'adaptation à la canicule, le fait de sortir de son domicile à la recherche d'un endroit frais a été retrouvé comme facteur protecteur, comme dans l'étude de Semenza, où le risque était divisé par 3 (OR=0,3 [0,1–0,5]). Dans cette même étude, les personnes ne vivant pas seules buvaient davantage et prenaient plus souvent des bains.

Concernant les pathologies, les maladies cardiovasculaires seraient à l'origine de 26 % des décès liés à la chaleur selon l'étude de Kunst aux Pays-Bas [27]. Les causes de décès les plus fréquentes étaient l'infarctus du myocarde et l'insuffisance cardiaque, ainsi que les accidents vasculaires cérébraux. L'étude de Semenza [26] a mis en évidence un risque de 2,3 [1,5–3,6] pour les maladies cardiovasculaires. Les maladies psychiatriques et la prise de psychotropes sont également des éléments importants retrouvés dans la littérature. Ainsi, dans le Wisconsin aux Etats-Unis où deux vagues de chaleur se sont succédées en 1995 et 1999 [25], la première cause de décès notifiée était cardiovasculaire : 51 % des cas en 1995 et 64 % en 1999. Parmi les personnes décédées, près de 20 % étaient traitées par des psychotropes. L'étude de Semenza [26] trouvait les maladies psychiatriques comme facteur de risque avec un OR de 3,5 [1,7–7,3].

L'obésité est également citée dans la littérature comme facteur aggravant la vulnérabilité au coup de chaleur [28].

En revanche, la consommation d'alcool n'a pas été retrouvée comme facteur de risque dans la présente étude, bien que cela soit décrit dans la littérature comme pouvant inhiber la sécrétion d'ADH (hormone antidiurétique) et entraîner une polyurie et donc une déshydratation [28].

Parmi les facteurs de risque médicamenteux décrits dans la littérature, comme les diurétiques, les neuroleptiques (interférant avec les mécanismes de thermorégulation), et les médicaments à propriétés cholinergiques (atropine, antiparkinsoniens, antihistaminiques, antidépresseurs), seuls les antidépresseurs sont retrouvés ici, mais compte tenu du faible nombre de médecins ayant fourni ces informations, il est vraisemblable que l'analyse manque de puissance pour mettre en évidence les effets des médicaments.

Concernant les données d'habitat, l'habitation en dernier étage d'un immeuble collectif est un facteur de risque trouvé dans d'autres études [5,26,29]. L'augmentation du risque en fonction de l'étage a été relevée dans l'étude menée à Chicago en 1995 [26], de même que la diminution du risque en fonction du nombre de pièces du logement. La présence d'un système de climatisation était un facteur protecteur dans plusieurs études mais cette situation a été rencontrée trop peu fréquemment ici, pour que l'effet puisse être analysé statistiquement. L'étude de Chicago mettait en évidence un risque plus élevé pour les bâtiments collectifs par rapport aux maisons individuelles, ce qui n'a pas été retrouvé ici de façon significative ; les caractéristiques socio-économiques des habitants des immeubles collectifs à Chicago sont probablement différentes de celles existant dans la zone étudiée.

Concernant les données d'environnement, l'étude cas-témoins menée à Saint-Louis et Kansas City en 1980 [29] mettait en évidence comme facteur protecteur le fait de « vivre dans une résidence bien ombragée par des arbres ou arbustes », ce qui conforte les résultats observés concernant l'indice de végétation.

Les variations d'indice thermique mesurées dans la présente étude (à 10 h 17 UTC soit 12 h 17, heure locale) sont cohérentes avec celles relevées dans une étude récente réalisée en partie sur la région parisienne [16]. Dans cette étude, des variations de 7 degrés sont enregistrées en fin de nuit (3 h 27 UTC) sur Paris et sa proche banlieue à partir d'images satellitales de pixel 1 Km ; les contrastes sont plus accentués (10 degrés) pour des mesures réalisées dans l'après-midi (13 h 28 UTC).

L'existence d'un effet d'îlot de chaleur sur le risque de décès est connue et rapportée dans de nombreuses études, à l'échelle de l'agglomération [3,30,31]. Les habitants des zones urbaines sont plus touchés par la mortalité liée à la chaleur que les habitants des zones suburbaines ou rurales. La variation du risque de décès à l'intérieur même de la ville a été constatée dans plusieurs études [32-34], certains quartiers étant plus touchés que d'autres, sans qu'ait été établi le rôle respectif des caractéristiques socio-économiques des habitants et des caractéristiques architecturales et urbanistiques du quartier [3,35].

Il est à noter que la démonstration d'une relation entre les températures à proximité du domicile et le risque de décès n'avait pas été faite jusqu'ici. Cette constatation vient compléter les connaissances sur la vulnérabilité des zones urbaines en cas de fortes chaleurs et permet d'envisager des actions de prévention à l'échelle d'un quartier, d'une commune ou d'un arrondissement.

## 6. Recommandations<sup>5</sup>

Les résultats de la présente étude amènent aux recommandations suivantes, qui sont à compléter par les résultats issus d'autres études :

- accorder une attention particulière aux personnes fragilisées par leur grand âge ou leur perte d'autonomie, aux personnes obèses ou ayant des pathologies sous-jacentes telles que les maladies cardiovasculaires, les maladies psychiatriques ou neurologiques (adaptation des traitements, surveillance accrue...) ;
- favoriser les comportements de prévention :
  - boire des boissons non alcoolisées en quantité suffisante ;
  - augmenter si possible sa fréquence de bains ou de douches ;

<sup>5</sup> Il n'est pas fait de recommandations en matière de prise en charge médicale des personnes car ce point n'a été abordé que de façon descriptive.

- adapter sa tenue vestimentaire : préférer des vêtements légers et amples, de couleur claire ;
- utiliser des moyens de rafraîchissement (brumisateurs, humidification des vêtements, ventilateur...) ;
- savoir aérer son logement lorsque la température extérieure est plus basse que la température intérieure, plutôt que de réaliser un courant d'air permanent ou ne jamais aérer ;
- sortir pour rechercher un endroit frais ou climatisé, surtout si les caractéristiques du logement favorisent des températures élevées à l'intérieur.

Il faut sensibiliser la population à ces comportements.

Concernant les caractéristiques de l'habitat et de l'urbanisme :

- éviter que des personnes âgées ou sensibles à la chaleur aient leur logement en dernier étage d'un immeuble collectif ou dans un pavillon de plain-pied sans isolation de toiture efficace ; améliorer l'isolation thermique des bâtiments anciens, notamment l'isolation thermique des toitures ;
- rendre les bâtiments d'habitation moins absorbants au rayonnement solaire (couleur, conductivité thermique des matériaux de toiture et des revêtements muraux extérieurs) et à la chaleur ambiante extérieure (doubles vitrages, régulation possible de la ventilation permanente) ; veiller à ce que les baies vitrées des logements existants soient munies de protections efficaces contre les rayonnements solaires, qui ne renvoient pas de rayonnement infrarouge vers l'intérieur du logement et qui soient facilement manipulables ;
- veiller à ce que tout logement puisse être aéré largement pendant les périodes plus fraîches, de même pour les parties communes des bâtiments collectifs souvent difficiles à ventiler ;
- pour les bâtiments neufs, définir et rendre obligatoires dans le règlement de construction des caractéristiques d'adaptation des bâtiments aux fortes chaleurs ;
- végétaliser un maximum de surfaces dans les zones urbaines, en favorisant les arbres pour leur apport d'ombre et leur forte contribution au rafraîchissement de l'atmosphère ; planter des espèces végétales résistant bien à la chaleur et gardant une activité en période de forte chaleur ;
- limiter au minimum les surfaces imperméabilisées ;
- favoriser les revêtements urbains (chaussées, trottoirs, pavements...) à fort pouvoir réfléchissant, absorbant peu le rayonnement solaire.

Les actions de prévention relatives à l'habitat et l'urbanisme ne pourront être mises en place qu'à moyen et long terme compte tenu de l'ampleur des travaux qu'elles nécessitent et de leur coût. Cependant, leur intérêt est à étudier à l'aune du réchauffement climatique qui fait augurer la répétition de périodes de fortes chaleurs.

# Annexes

## Annexe 1. Lexique des variables

| Nom de la variable                          | Variables quantitatives | Construction de la variable   | Classe de référence ou unité                             |
|---|-------------------------|---|--|
| <b>Caractéristiques sociodémographiques</b> |                         |   |  |
| Age   | X                       | pour les cas (date de décès - date de naissance) et pour les témoins (date de l'interview - date de naissance)  | par année supplémentaire                                 |
| Catégorie socioprofessionnelle              |                         | directement à partir du questionnaire (Q2.8;Q2.10), en 5 classes, la CSP retenue est celle du chef de famille   | cadre (catégorie la plus fréquente et la moins à risque) |
| Statut matrimonial                          |                         | directement à partir du questionnaire (Q2.3), en 4 classes (les personnes mariées et vivant maritalement ont été regroupées)  | veuf (catégorie la plus fréquente)                       |
| Revenus                                     |                         | directement à partir du questionnaire (Q2.12), variable dichotomique (oui/non)  | personne ayant répondu "oui"                             |
| <b>Autonomie</b>                            |                         |   |  |
| Hospitalisation à domicile                  |                         | directement à partir du questionnaire (Q5.1), variable dichotomique (oui/non)   | personne ayant répondu "non"                             |
| Appel aux intervenants                      |                         | directement à partir du questionnaire (Q5.2), variable dichotomique (oui/non), oui si au moins un appel à un intervenant quelconque, non si aucun appel   | personne ayant répondu "non"                             |
| Appel aux intervenants médicaux             |                         | directement à partir du questionnaire (Q5.2), variable dichotomique (oui/non), oui si au moins un appel à une infirmière, un garde malade ou une assistante de vie, un kinésithérapeute ou bien si un intervenant médical (médecin, autre) est spécifié dans la catégorie "autre", non sinon  | personne ayant répondu "non"                             |
| Appel aux intervenants                      |                         | à partir du questionnaire (Q5.2), variable dichotomique (oui/non), oui si au moins un appel à une aide ménagère, un employé de maison, un organisme qui livre les repas ou bien si un intervenant de confort est spécifié dans la catégorie "autre", non sinon  | personne ayant répondu "non"                             |
| Autonomie                                   |                         | à partir de combinaison du questionnaire (Q5.4;Q5.5 et Q5.7) en 3 classes :<br>1) dépendante (si la personne est obligée de passer la majeure partie de la journée au lit ou au fauteuil), 2) semi dépendante (si la personne ne passe pas la majeure partie de la journée au lit ou au fauteuil mais ne peut pas se laver ou s'habiller entièrement seule) et 3) autonome (si la personne ne passe pas la majeure partie de la journée au lit ou au fauteuil et peut se laver et s'habiller entièrement seule) | personne autonome  |

| Nom de la variable   | Variables quantitatives | Construction de la variable   | Classe de référence ou unité   |
|--|-------------------------|---|--|
| <b>Adaptation à la canicule</b>  |                         |   |  |
| Sortie du domicile   |                         | à partir de combinaison du questionnaire (Q6.1;Q6.3) en 3 classes :<br>1) sortie à la recherche d'une ambiance climatisée ou d'un autre endroit frais,<br>2) jamais de sortie du domicile ou moins souvent qu'une fois par semaine et<br>3) sortie pour autre cause (tous les jours ou 2 à 4 fois par semaine sans rechercher de lieu frais ou climatisé) | sortie pour autre cause  |
| Se faire livrer ses courses à domicile pendant la canicule                     |                         | directement à partir du questionnaire (Q6.4), variable dichotomique (oui/non)   | personne ayant répondu "non"   |
| Fréquence des douches ou des bains début août                                  |                         | directement à partir du questionnaire (Q6.5), 5 classes – Variable mal renseignée +++   | plus d'une douche par jour (facteur protecteur)                                    |
| Modification de la fréquence des douches                                       |                         | directement à partir du questionnaire (Q6.6), 3 classes – Variable mal renseignée +++   | fréquence des douches augmentée (facteur protecteur)                               |
| Quantité de boissons non alcoolisées   |                         | directement à partir du questionnaire (Q6.7), recodée en 3 classes : 1 à 3 verres ; 0,5 à 1l/j ; 1l/j et plus – Variable mal renseignée +++   | personne buvant 1 litre et plus par jour   |
| Habitudes vestimentaires en août   |                         | directement à partir du questionnaire (Q6.8), recodée en 2 classes :<br>1) moins que d'habitude et 2) comme d'habitude  | comme d'habitude   |
| Ouverture opportune des fenêtres du logement en août                           |                         | directement à partir du questionnaire (Q4.15), recodée en 3 classes :<br>1) n'ouvre pas l'après midi mais le matin ou le soir ou la nuit,<br>2) n'ouvre jamais et 3) ouvre l'après midi   | n'ouvre pas l'après-midi mais le matin ou le soir ou la nuit (ouverture opportune) |
| Utilisation d'un moyen de rafraîchissement                                     |                         | directement à partir du questionnaire (Q6.9), recodée en dichotomique (oui/non) oui si utilisait un brumisateur ou une douche ou du linge humide ou la climatisation ou un ventilateur ou tout autre moyen précisés et non si utilisait aucun de ces moyens   | personne ayant répondu "non"   |
| Sensibilisation aux mesures à prendre pendant la canicule                      |                         | directement à partir du questionnaire (Q6.10), variable dichotomique (oui/non)  | personne ayant répondu "non"   |
| Ne regarde pas la télévision, n'écoute pas la radio et ne lit pas les journaux |                         | directement à partir du questionnaire (Q6.12), recodée en variable dichotomique (oui/non), oui si regarde la télévision ou écoute la radio ou lit les journaux  | personne ayant répondu "non"   |

| Nom de la variable  | Variables quantitatives | Construction de la variable   | Classe de référence ou unité   |
|---|-------------------------|---|--|
| <b>Environnement social et familial</b>   |                         |   |  |
| Habiter seul  |                         | directement à partir du questionnaire (Q7.2), recodée en variable dichotomique (oui/non), oui si aucune personne ne partageait le logement  | personne ayant répondu qu'une personne ou plus partageait le logement    |
| Fréquence habituelle des visites des proches                                    |                         | directement à partir du questionnaire (Q7.4), en 3 classes (regroupement de moins souvent et jamais)  | ne reçoit jamais ou rarement la visite de proches                        |
| Fréquence en août des visites des proches                                       |                         | directement à partir du questionnaire (Q7.5), en 3 classes (regroupement de moins souvent et jamais)  | ne reçoit jamais ou rarement la visite de proches                        |
| Personne n'ayant aucune activité (sociale, religieuse, culturelle ou de loisir) |                         | directement à partir du questionnaire (Q7.6), recodée en variable dichotomique (oui/non), oui si la personne quittait son domicile pour une activité au moins (promenade, achats, culte religieux, rencontre d'amis, activité culturelle, activité de loisir ou autre activité), non sinon  | personne ayant une activité sociale, religieuse, culturelle ou de loisir |
| Personne possédant un animal de compagnie                                       |                         | directement à partir du questionnaire (Q7.10), variable dichotomique (oui/non)  | personne ayant répondu "non"   |
| <b>Etat de santé</b>  |                         |   |  |
| Consommation d'alcool   |                         | reconstruction de variable à partir de l'enquête médecins (quand cette donnée était disponible) ou du questionnaire cas/témoïn quand les données n'étaient pas disponibles par le médecin. En cas de discordance, la construction se faisait au cas par cas, en croisant avec les médicaments. Globalement, la réponse du médecin était privilégiée (sauf cas particulier où le médecin ne connaissait pas assez le malade et la personne ayant répondu au questionnaire était bien informée). Les pathologies renseignées par ailleurs par le médecin ou dans le questionnaire cas/témoïn dans "autres pathologies" ont été répertoriées dans les catégories ad hoc (ex : Alzheimer dans la rubrique "maladie neurologique") | personne ne buvant jamais ou moins d'un verre par jour                   |
| Dénutrition   |                         | directement à partir du questionnaire (Q9.2), recodée en 3 classes : 1) jamais ou moins d'un verre par jour ; 2) 1 à 4 verres par jour ; 3) 5 verres et plus par jour   | personne ne présentant pas la maladie                                    |
| Escarres  |                         | directement à partir du questionnaire (Q9.1), variable dichotomique (oui/non)   | personne ne présentant pas la maladie                                    |

| Nom de la variable                            | Variables quantitatives | Construction de la variable  | Classe de référence ou unité          |
|---|-------------------------|--|---------------------------------------|
| <b>Environnement social et familial</b>       |                         |  |                                       |
| Obésité                                       |                         | construction de variable dichotomique, oui si le médecin a déclaré le patient obèse ou si la réponse au questionnaire (Q8.1) était en faveur d'un excès de poids, non sinon  | personne ne présentant pas la maladie |
| Diabète                                       |                         | construction de variable dichotomique, oui si le médecin a déclaré le patient diabétique ou si la réponse au questionnaire (Q9.1) était oui à "diabète"  | personne ne présentant pas la maladie |
| Maladie cardiovasculaire                      |                         | construction de variable dichotomique, oui si le médecin a déclaré une maladie cardiovasculaire ou si la réponse au questionnaire (Q9.1) était oui à "maladie du cœur ou des vaisseaux" (NB : les réponses aux questions "maladie cardiovasculaire" et "hypertension artérielle" étaient indépendantes)                                    | personne ne présentant pas la maladie |
| Hypertension artérielle                       |                         | construction de variable dichotomique, oui si le médecin a déclaré une hypertension artérielle ou si la réponse au questionnaire (Q9.1) était oui à "hypertension artérielle" (NB : les réponses aux questions "maladie cardiovasculaire" et "hypertension artérielle" étaient indépendantes)  | personne ne présentant pas la maladie |
| Maladie respiratoire                          |                         | construction de variable dichotomique, oui si le médecin a déclaré une maladie respiratoire (dont l'asthme) ou si la réponse au questionnaire (Q9.1) était oui à "maladie respiratoire"  | personne ne présentant pas la maladie |
| Maladie psychiatrique ou troubles de l'humeur |                         | construction de variable dichotomique, oui si le médecin a déclaré une maladie psychiatrique (dont dépression, démence) ou un trouble de l'humeur (troubles de la mémoire ou du sommeil) ou si la réponse au questionnaire (Q9.1) était oui à "troubles du sommeil" ou "anxiété, angoisse, dépression" ou "altération de la santé mentale" | personne ne présentant pas la maladie |
| Maladie neurologique                          |                         | construction de variable dichotomique, oui si le médecin a déclaré une maladie neurologique (dont Parkinson) ou si la réponse au questionnaire (Q9.1) était oui à "séquelles d'attaque cérébrale"  | personne ne présentant pas la maladie |
| Maladie rénale                                |                         | construction de variable dichotomique, oui si le médecin a déclaré une maladie rénale ou si la réponse au questionnaire (Q9.1) était oui à "insuffisance rénale"   | personne ne présentant pas la maladie |
| Maladie foie                                  |                         | construction de variable dichotomique, oui si le médecin a déclaré une maladie hépatique ou si la réponse au questionnaire (Q9.1) était oui à "maladie du foie"  | personne ne présentant pas la maladie |

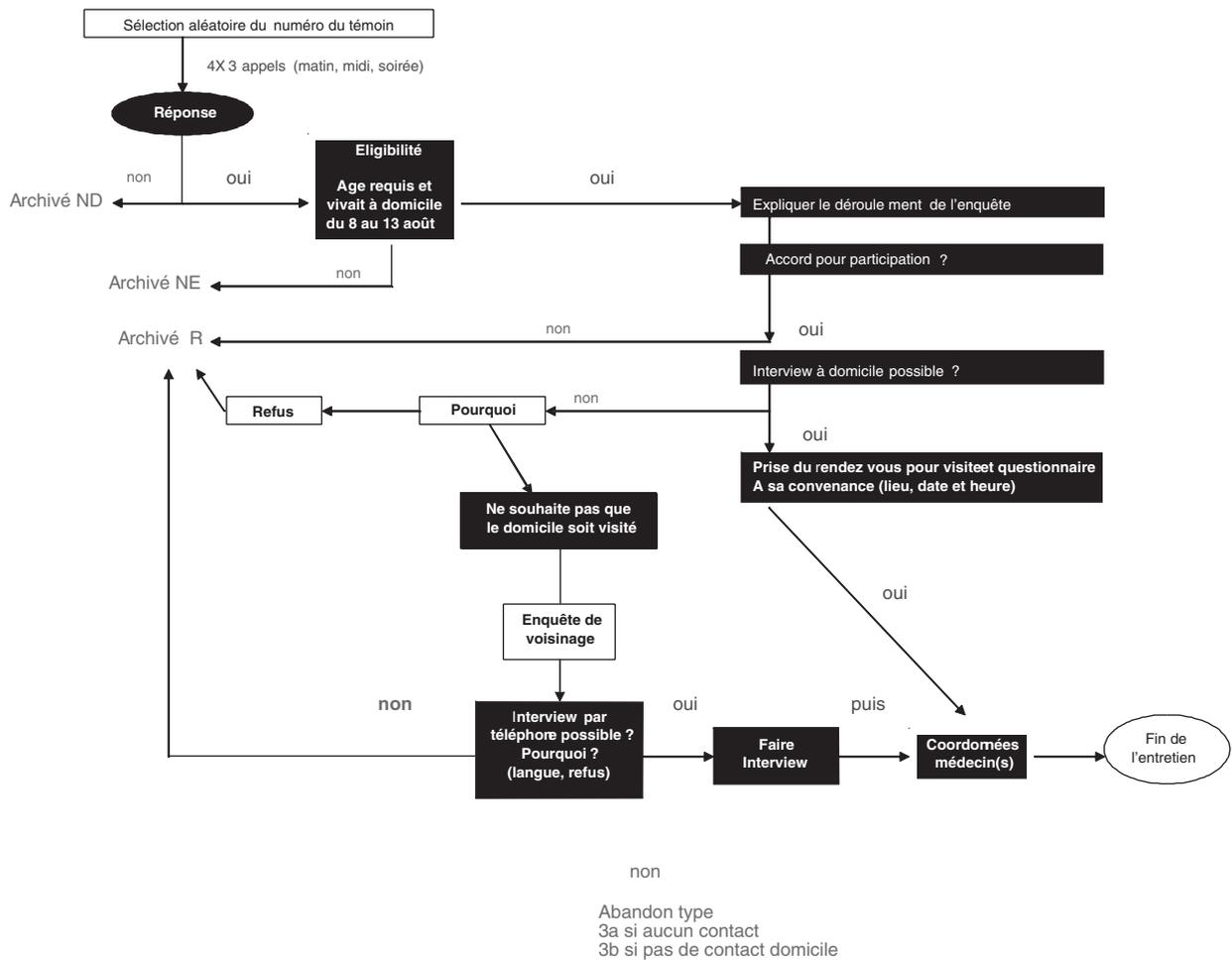
| Nom de la variable                    | Variables quantitatives | Construction de la variable   | Classe de référence ou unité                  |
|---------------------------------------|-------------------------|---|---|
| Cancer                                |                         | construction de variable dichotomique, oui si le médecin a déclaré un cancer ou si la réponse au questionnaire (Q9.1) était oui à "cancer"  | personne ne présentant pas la maladie         |
| <b>Médicaments</b>                    |                         | uniquement à partir du questionnaire médecin  |   |
| Neuroleptiques                        |                         | construction de variable dichotomique, oui si le médecin a déclaré "oui" à la prise de neuroleptiques ou si un neuroleptique figure dans la liste des médicaments pris par le patient   | personne ne prenant pas ce type de médicament |
| Antidépresseurs                       |                         | construction de variable dichotomique, oui si le médecin a déclaré "oui" à la prise d'antidépresseurs ou si un antidépresseur figure dans la liste des médicaments pris par le patient  | personne ne prenant pas ce type de médicament |
| Diurétiques                           |                         | construction de variable dichotomique, oui si le médecin a déclaré "oui" à la prise de diurétique ou si un diurétique figure dans la liste des médicaments pris par le patient  | personne ne prenant pas ce type de médicament |
| Antiparkinsoniens                     |                         | construction de variable dichotomique, oui si un antiparkinsonien figure dans la liste des médicaments pris par le patient  | personne ne prenant pas ce type de médicament |
| <b>Bâtiment et logement</b>           |                         |   |   |
| Type de bâtiment                      |                         | à partir du questionnaire (Q4.3), recodée en 2 classes  | maison individuelle                           |
| Période de construction de l'immeuble |                         | obtenue par croisement entre la date de construction donnée par la DGI, la date de construction issue du questionnaire (Q3.3a) et la période de construction issue du questionnaire (Q3.3b). Les classes 1982 à 1990 et après 1990 ont été regroupées   | avant 1871                                    |
| Epoque de construction                |                         | regroupement des périodes de construction en 2 classes  | à partir de 1975                              |
| Matériaux des murs                    |                         | donné par la DGI et regroupé en 4 classes   | pierre (en moyenne les plus anciens)          |
| Matériaux de toiture                  |                         | donné par la DGI et regroupé en 4 classes   | zinc/aluminium (en moyenne les plus anciens)  |
| Catégorie cadastrale                  | X                       | donné par la DGI, catégorie 1 : grand luxe - catégorie 2 : luxe - catégorie 3 : très confortable - catégorie 4 : confortable - catégorie 5 : assez confortable - catégorie 6 : ordinaire - catégorie 7 : médiocre - catégorie 8 : très médiocre. Il existe des catégories intermédiaires : 4M par exemple a été codé 4,5. Lorsque plusieurs catégories existaient dans un même immeuble, la valeur moyenne a été retenue. | augmentation d'une unité                      |

| Nom de la variable  | Variables quantitatives | Construction de la variable  | Classe de référence ou unité   |
|---|-------------------------|--|--|
| Proportion de logements avec WC                           | X                       | donné par la DGI   | augmentation de une unité (de 0 à 1)   |
| Proportion de logements avec douche ou baignoire          | X                       | donné par la DGI   | augmentation de une unité (de 0 à 1)   |
| Etat de l'immeuble  |                         | donné par la DGI   | bon  |
| Logement situé au dernier étage                           |                         | issu du questionnaire (Q4.2). Variable dichotomique (oui/non). Ne concerne que les immeubles collectifs  | logement non situé au dernier étage  |
| Etage du logement   | X                       | issu du questionnaire (Q4.1). Ne concerne que les immeubles collectifs   | augmentation de une unité  |
| Etage du logement, hors logements situés au dernier étage | X                       | issu de la variable précédente, en éliminant les logements situés au dernier étage   | augmentation de une unité  |
| Immeuble sans ascenseur                                   |                         | issu du questionnaire (Q4.3). Variable dichotomique (oui/non). Ne concerne que les immeubles collectifs  | immeuble collectif avec ascenseur  |
| l'isolation thermique                                     |                         | croisement en 4 classes des réponses données au questionnaire, concernant l'existence de travaux d'isolation pour le bâtiment (Q3.4) et pour le logement (Q4.6) :<br>1) ni dans le bâtiment ni dans le logement, 2) pas dans le bâtiment ou pas dans le logement, l'autre information n'étant pas connue, 3) dans le bâtiment ou dans le logement, 4) dans le bâtiment et dans le logement | ni dans le bâtiment<br>ni dans le logement   |
| Qualité de l'isolation                                    |                         | les logements construits après 1975 ont été considérés comme n'ayant pas besoin de travaux d'isolation et ont été regroupés avec les logements anciens ayant fait l'objet de travaux pour le bâtiment et le logement (classe 4). Les autres classes ont les mêmes définitions que pour la variable précédente mais ne contiennent que des logements construits avant 1975.                 | logements dans immeubles antérieurs à 1975 n'ayant fait l'objet de travaux d'isolation<br>ni dans le bâtiment<br>ni dans le logement |
| Opinion de la personne enquêtée sur l'isolation thermique |                         | croisement des réponses à la question Q4.8   | bien isolé à la chaleur et au froid  |
| Nombre de pièces principales du logement                  | X                       | issu du questionnaire (Q4.9)   | augmentation de une unité  |
| Surface habitable du logement                             | X                       | issu du questionnaire (Q4.10)  | augmentation de 1 m <sup>2</sup>   |

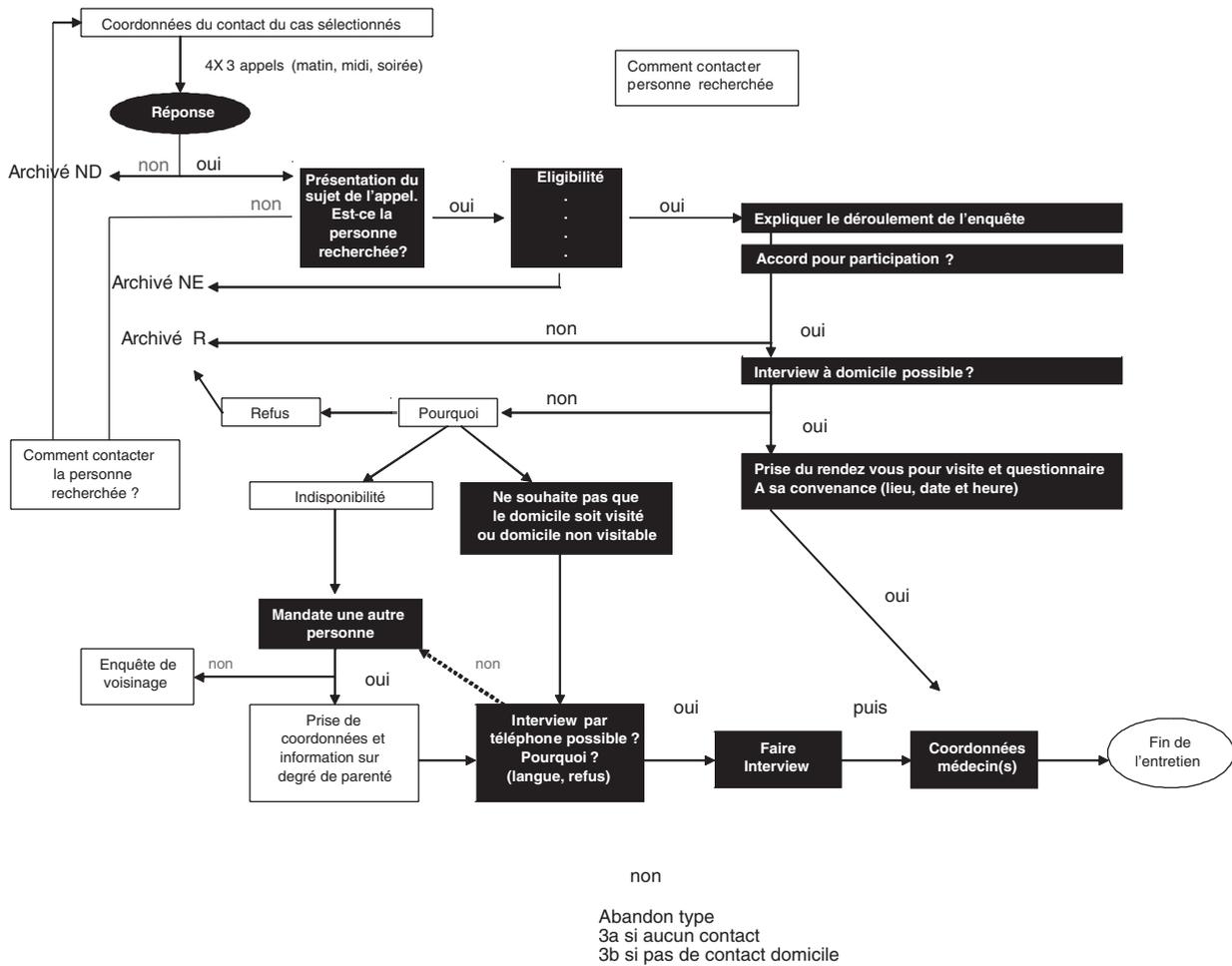
| Nom de la variable  | Variables quantitatives | Construction de la variable  | Classe de référence ou unité                 |
|---|-------------------------|--|--|
| Nombre de fenêtres du logement pour 50 m <sup>2</sup> de surface au sol             | X                       | croisement des réponses au questionnaire sur le nombre de fenêtres (Q4.11) et la surface habitable (Q4.10)   | augmentation d'une unité                     |
| Pas de possibilité de courant d'air entre des façades différentes                   |                         | issu du questionnaire (Q4.12). Variable dichotomique (oui/non)   | possibilité de courant d'air                 |
| Présence d'un système de climatisation  |                         | issu du questionnaire (Q4.13). Les systèmes de climatisation fixes et mobiles ont été regroupés  | absence                                      |
| Type de sanitaires dans le logement   |                         | création de 4 catégories selon les réponses à la question Q4.14. Il n'a pas été tenu compte de la présence de lavabos  | présence d'une douche seule                  |
| Pièce utilisée la nuit, début août, située sous les toits                           |                         | issu du questionnaire (Q4.17). Variable dichotomique (oui/non)   | pièce non située sous les toits              |
| Nombre d'heures d'ensoleillement dans la pièce de nuit                              | X                       | calculé à partir des réponses à la question Q4.20 sur l'orientation des fenêtres de la pièce de nuit. Complété pour les valeurs manquantes par le nombre d'heures de pénétration du soleil dans la pièce, estimé par la personne interviewée (Q4.21 à Q4.24) | augmentation d'une heure                     |
| Pas de protection solaire extérieure des fenêtres de la pièce de nuit               |                         | construite par croisement des réponses aux questions Q4.25 et Q4.26  | présence d'une protection solaire extérieure |
| Pièce principalement utilisée début août, pendant la journée, située sous les toits |                         | issu du questionnaire (Q4.30). Variable dichotomique (oui/non)   | pièce non située sous les toits              |
| Nombre d'heures d'ensoleillement dans la pièce de jour                              | X                       | calculé à partir des réponses à la question Q4.34 sur l'orientation des fenêtres de la pièce de nuit. Complété pour les valeurs manquantes par le nombre d'heures de pénétration du soleil dans la pièce, estimé par la personne interviewée (Q4.35 a1 à b2) | augmentation d'une heure                     |
| Pas de protection solaire extérieure des fenêtres de la pièce de jour               |                         | construite par croisement des réponses aux questions Q4.36 et Q4.37  | présence d'une protection solaire extérieure |
| Nombre total d'heures d'ensoleillement  | X                       | somme du nombre d'heures d'ensoleillement de la pièce de nuit et du nombre d'heures d'ensoleillement de la pièce de jour   | augmentation d'une heure                     |

| Nom de la variable                               | Variables quantitatives | Construction de la variable  | Classe de référence ou unité         |
|--|-------------------------|--|--------------------------------------|
| <b>Environnement</b>                             |                         |  |                                      |
| Population                                       | X                       | nombre d'habitants (en milliers d'habitants) au recensement de 1999, dans un rayon de 50 m, 100 m et 200 m autour du domicile (3 variables). Mode de calcul précisé au chapitre méthodologie   | augmentation de 1 000 habitants      |
| Nombre de logements                              | X                       | nombre de logements (en milliers de logements) au recensement de 1999, dans un rayon de 50 m, 100 m et 200 m autour du domicile (3 variables). Mode de calcul précisé au chapitre méthodologie   | augmentation de 1 000 logements      |
| Indice de surface bâtie                          | X                       | proportion estimée de surface bâtie dans un rayon de 50 m, 100 m et 200 m autour du domicile (3 variables). Mode de calcul précisé au chapitre méthodologie  | augmentation de une unité (de 0 à 1) |
| Indice thermique MOS                             | X                       | indice calculé à partir du mode d'occupation du sol dans un rayon de 50 m, 100 m et 200 m autour du domicile (3 variables). Augmente en fonction de la capacité estimée du sol à provoquer une augmentation des températures locales. Mode de calcul précisé au chapitre méthodologie          | augmentation de une unité            |
| Indice de végétation                             | X                       | indice calculé à partir d'images satellitaires : proportion de la surface au sol occupée par de la végétation dans un rayon de 50 m, 100 m et 200 m autour du domicile (3 variables). Calcul effectué après réalisation de classes d'indices. Mode de calcul précisé au chapitre méthodologie. | augmentation de une unité (de 0 à 1) |
| Indice de végétation brut dans un rayon de 100 m | X                       | indice calculé à partir d'images satellitaires, sans phase de construction de classes. Calculé uniquement pour un rayon de 100 m autour du domicile. Augmente en fonction de l'importance de la végétation. Mode de calcul précisé au chapitre méthodologie                                    | augmentation de une unité            |
| Indice thermique par satellite                   | X                       | indice calculé à partir d'images satellitaires : température moyenne des surfaces (en degrés Celsius) dans un rayon de 50 m, 100 m et 200 m autour du domicile (3 variables). Mode de calcul précisé au chapitre méthodologie  | augmentation de un degré             |

## Annexe 2. Algorithme de sélection des témoins



# Annexe 3. Algorithme de prise de contact avec les proches des cas





## 2 - caractéristiques sociodémographiques du défunt

**Q2.1. Enquêteur valider Sexe :** Homme.....1 Femme.....2

**Q2.2. Quand Monsieur/Madame XX est -il/elle né(e) ?**

  |\_|\_|  |\_|\_|  |\_|\_|\_|\_|\_|  
  jour  mois  année  
(Si NSP) **Quel âge avait Monsieur/Madame XX**  |\_|\_|\_|  (en années)

**Q2.3. Concernant son statut matrimonial était-il/elle ?**

- marié(e)..... 1
- vivant maritalement..... 2
- célibataire..... 3
- veuf(ve)..... 4
- divorcé(e) ou séparé(e)..... 5
- NSP (ne pas suggérer)..... 6

**Q2.4. Combien avait-il/elle d'enfants vivant au moment du décès ?**

                                  |\_|\_|  enfant(s)                  NSP (ne pas suggérer) ...99

**Q2.5. A quel âge a-t-il/elle arrêté l'école ou les études ?**

                          |\_|\_|  ans  NSP (ne pas suggérer) ...99

**Q2.6. Quel est le diplôme ou le niveau de formation le plus élevé qu'il/elle ait obtenu ?**

Enquêteur noter en clair : \_\_\_\_\_

Recoder :

- Aucun diplôme 1
- Certificat d'études primaires (CEP) 2
- Brevet d'études du premier cycle (BEPC), brevet des collèges 3
- Baccalauréat, Brevet professionnel ou autre de ce niveau 4
- Diplôme 2<sup>ème</sup> ou 3<sup>ème</sup> cycle universitaire, grandes écoles, école d'ingénieur 5
- Autre (préciser : \_\_\_\_\_) 6

**Q2.7. Monsieur/Madame ..... avait-t-il/elle déjà exercé un emploi ?**

- Oui 1
- Non 2 **→ Aller en Q2.9**
- NSP (ne pas suggérer) 3 **→ Aller en Q2.9**

**Q2.8. Si oui, quel était son dernier emploi occupé ?** (enquêteur noter en clair puis recoder) : \_\_\_\_\_

- Agriculteur exploitant 1
- Artisan, commerçant, chef d'entreprise 2
- Cadre, profession intellectuelle supérieure 3
- Profession intermédiaire 4
- Employé 5
- Ouvrier 6

**Si pas de conjoint → Q2.11.**

**Q2.9. Le conjoint de Monsieur/Madame XX avait-il/elle exercé un emploi ?** (Si PI=conjoint)  
Avez-vous déjà exercé un emploi ?

- Oui 1
- Non 2 **→ Aller en Q2.11**
- NSP (ne pas suggérer) 3 **→ Aller en Q2.11**

**Q2.10. (si oui) Quel est ou était le dernier emploi de son conjoint (enquêteur : poser même si conjoint décédé) : (Si PI=conjoint) Quel est le dernier emploi que vous avez occupé ?**

(enquêteur : noter en clair puis coder) : \_\_\_\_\_

|   |   |
|---|---|
| Agriculteur exploitant                      | 1 |
| Artisan, commerçant, chef d'entreprise      | 2 |
| Cadre, profession intellectuelle supérieure | 3 |
| Profession intermédiaire                    | 4 |
| Employé                                     | 5 |
| Ouvrier                                     | 6 |

**Q2.11. En 2003, vivait-il/elle dans son logement à titre de :**

|                              |   |
|------------------------------|---|
| Propriétaire.....            | 1 |
| Locataire.....               | 2 |
| Locataire à titre gratuit... | 3 |
| Usufruitier.....             | 4 |
| NSP (ne pas suggérer)...     | 5 |

**Q2.12. En 2003, Monsieur/Madame XX disposait-il/elle de suffisamment de revenus, avantages sociaux compris, pour assumer seul(e) tous ses frais de vie sans l'aide de ses proches?**

oui.....1                      non....2                      NSP (ne pas suggérer).....3

**Q2.13. Bénéficiait-il/elle de mesure de (enquêteur : si la personne ne comprend pas les termes coder NSP)**

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| Curatelle ou sauvegarde de justice.. | 1 |
| Tutelle.....                         | 2 |
| Aucune mesure.....                   | 3 |
| NSP (ne pas suggérer).....           | 4 |

### 3 - Description de l'immeuble

**Q3.1. Le logement de Monsieur/Madame XXX est-il situé dans ?**

|   |   |
|---|---|
| Une maison individuelle                               | 1 |
| Un immeuble collectif d'habitation                    | 2 |
| Un foyer logement non médicalisé pour personnes âgées | 3 |
| NSP (ne pas suggérer)                                 | 4 |

**Q3.2. Combien y a-t-il de niveaux habitables au dessus du rez-de-chaussée ?**

RDC + |\_\_|\_\_| étage(s) NSP (ne pas suggérer) ...99

**Q3.3a. A quelle période a été achevée la construction du bâtiment ?**

|\_\_|\_\_|\_\_|\_\_| NSP (ne pas suggérer) ....9999

(Si NSP) Q3.3b. **Quelle est la période approximative de construction ?**

|                       |    |
|-----------------------|----|
| Avant 1871            | 1  |
| De 1871 à 1914        | 2  |
| De 1915 à 1948        | 3  |
| De 1949 à 1961        | 4  |
| De 1962 à 1967        | 5  |
| De 1968 à 1974        | 6  |
| De 1975 à 1981        | 7  |
| De 1982 à 1989        | 8  |
| 1990 ou après         | 9  |
| NSP (ne pas suggérer) | 10 |

Si ne sait pas se positionner sur l'échelle mais donne une indication de période, noter réponse en clair (exemple : immeuble haussmanien, années folles, avant guerre (faire préciser laquelle)...) \_\_\_\_\_



**Q4.12. Est-il possible de créer un courant d'air dans le logement en ouvrant des fenêtres situées sur des façades différentes ?**

oui.....1      non....2      NSP (ne pas suggérer).....3

**Q4.13. Le logement dispose-t-il d'un système de climatisation (hors ventilateur) ?**

oui un système de climatisation fixe                      1  
 oui un système de climatisation mobile                  2  
 non    3  
 NSP (ne pas suggérer)    4

**Q4.14. De quel type d'installation sanitaire le logement est-il équipé ? (plusieurs réponses possibles)**

Douche                      1  
 Baignoire                  2  
 Lavabo                      3

**Q4.15. En août, les fenêtres du logement restaient-elles ouvertes ou entre-ouvertes ?**

Le matin                      1  
 L'après-midi                  2  
 Le soir                        3  
 La nuit                        4  
 Jamais                        5  
 NSP (ne pas suggérer)    6

**Q4.16. Quelle pièce a été principalement utilisée en août pour dormir la nuit ?**

Chambre habituelle    1  
 Salon, salle à manger, autre chambre                      2  
 Autre pièce en sous-sol (cave...) préciser : \_\_\_\_\_ 3  
 A dormi à l'extérieur (balcon, terrasse, jardin) préciser : \_\_\_\_\_ 4 → Q4.28  
 A dormi hors de son domicile                              5 → Q4.28  
 Autre préciser : \_\_\_\_\_ 6 → Q4.28  
 NSP (ne pas suggérer)    7 → Q4.28

**Q4.17. La pièce la plus utilisée début août pour dormir la nuit est-elle située sous les toits ?**

oui.....1      non....2      NSP (ne pas suggérer).....3

**Q4.18. Je vais vous citer des types de surfaces vitrées. Pour chacune vous me direz combien donnent sur l'extérieur dans la pièce où Monsieur/Madame XXX a dormi la nuit début août. Combien y a-t-il de ..... dans cette pièce ?**

|                                 | Aucune | 1 | 2 | 3 | 4 et + | NSP |
|---------------------------------|--------|---|---|---|--------|-----|
| Porte fenêtre                   | 0      | 1 | 2 | 3 | 4      | 9   |
| Fenêtre                         | 0      | 1 | 2 | 3 | 4      | 9   |
| Fenêtre de toit (Velux)         | 0      | 1 | 2 | 3 | 4      | 9   |
| Lucarne (petite fenêtre)        | 0      | 1 | 2 | 3 | 4      | 9   |
| Autre surface vitrée préciser : | 0      | 1 | 2 | 3 | 4      | 9   |

**Q4.19. Y a-t-il au moins 1 fenêtre ou porte pouvant s'ouvrir directement à l'air libre et permettant d'aérer la pièce la plus utilisée pour dormir la nuit ?**

oui.....1      non....2      NSP (ne pas suggérer).....3

**Q4.20. Comment sont principalement orientées les surfaces vitrées de cette pièce ? (plusieurs réponses possibles si plusieurs façades—Cf consignes)**

Sud                                      1  
 Est                                        2

- Ouest 3
- Nord 4
- NSP (Ne pas suggérer) 5
- Si NSP et si entretien face-à-face, regarder boussole)

En août, le soleil rentre-t-il directement dans la pièce...

- Q4.21. Avant midi ?** oui.....1 non....2 NSP (ne pas suggérer).....3  
 (Si oui ) **Q4.22.** Pendant combien d'heures environ? |\_\_| NSP (ne pas suggérer).....9

- Q4.23. Après midi ?** oui.....1 non....2 NSP (ne pas suggérer).....3  
 (Si oui ) **Q4.24.** Pendant combien d'heures environ? |\_\_| NSP (ne pas suggérer).....9

**Q4.25. Y-a-t-il possibilité de protéger TOUTES les fenêtres du soleil** (que ce soit par de protections intérieures ou extérieures, des rideaux ou des volets) ?

- Oui 1
- Non 2 → Aller en Q4.28
- NSP (ne pas suggérer) 3 → Aller en Q4.28

**Q4.26. De quel type de protection solaire extérieure les fenêtres sont elles pourvues ?**

- Volets en bois 1
- Volets métalliques 2
- Stores extérieurs 3
- Aucune protection extérieure 4
- Autres Préciser : \_\_\_\_\_ 5
- NSP (ne pas suggérer) 6

**Q4.27. De quel type de protection solaire intérieure les fenêtres sont elles pourvues ?**

- Stores intérieurs 1
- Doubles rideaux , rideaux épais 2
- Rideaux simples, voilages 3
- Aucune protection intérieure 4
- Autres Préciser : \_\_\_\_\_ 5
- NSP (ne pas suggérer) 6

**(Q4.28) Nous allons parler de la pièce qu'utilisait principalement Monsieur/Madame XXX pour passer sa journée début août.**

**Q4.28. Début août, pendant la journée, est-ce que Monsieur/Madame XXX passait la majeure partie de ses journées dans la pièce où il dormait la nuit ?**

- oui..... 1 → aller en Q5.1
- non ..... 2
- NSP (ne pas suggérer) .... 3 → aller en Q5.1

**Q4.29. (si non) Dans quelle pièce Monsieur/Madame XXX passait-elle la majeure partie de son temps pendant la journée début août ?**

- Chambre habituelle 1
- Salon, salle à manger autre chambre 2
- Autre pièce en sous-sol (cave...) préciser : \_\_\_\_\_ 3 → Q5.1
- Autre préciser : \_\_\_\_\_ 6
- NSP (ne pas suggérer) 7 → Q5.1

**Q4.30. Cette pièce utilisée début août est-elle située sous les toits ?**

- oui.....1 non....2 NSP (ne pas suggérer).....3



**Q4.38. De quel type de protection solaire intérieure les fenêtres sont elles pourvues ?**

- Stores intérieurs 1
- Doubles rideaux , rideaux épais 2
- Rideaux simples, voilages 3
- Aucune protection intérieure 4
- Autres Préciser : \_\_\_\_\_ 5
- NSP (ne pas suggérer) 6

**5 - Vie quotidienne et autonomie**

**Q5.1. Etait-il/elle en hospitalisation à domicile (HAD) ?**

oui.....1          non....2          NSP (ne pas suggérer).....3

**Q5.2. A quelle fréquence Monsieur/Madame XXX faisait-il/elle appel aux intervenants suivants pour venir le/la voir à domicile?**

|  | Tous les jours | Nombre d'heures          | Au moins une fois par semaine | Au moins une fois par mois | A la demande | Jamais | NSP (ne pas suggérer) |
|--|----------------|--------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------|--------|-----------------------|
| Infirmière                               | 1 ➔            | <input type="checkbox"/> | 2                             | 3                          | 4            | 5      | 6                     |
| Garde malade ou assistante de vie        | 1 ➔            | <input type="checkbox"/> | 2                             | 3                          | 4            | 5      | 6                     |
| Kinésithérapeute                         | 1 ➔            | <input type="checkbox"/> | 2                             | 3                          | 4            | 5      | 6                     |
| Aide ménagère, employé de maison         | 1 ➔            | <input type="checkbox"/> | 2                             | 3                          | 4            | 5      | 6                     |
| Organisme qui livre les repas à domicile | 1 ➔            | <input type="checkbox"/> | 2                             | 3                          | 4            | 5      | 6                     |
| Autres : précisez _____                  | 1 ➔            | <input type="checkbox"/> | 2                             | 3                          | 4            | 5      | 6                     |
| précisez _____                           | 1 ➔            | <input type="checkbox"/> | 2                             | 3                          | 4            | 5      | 6                     |
| précisez _____                           | 1 ➔            | <input type="checkbox"/> | 2                             | 3                          | 4            | 5      | 6                     |

(Pour chaque item si Q5.2=1)

**Q5.3. Combien d'heures chacune de ces visites prenaient elles par jour ?**

**Q5.4. Monsieur/Madame X s'habillait-il/elle seul(e) ?**

**Q5.5. Pouvait-il/elle faire sa toilette seul(e)?**

- Oui complètement 1
- Oui partiellement 2
- Non 3
- NSP (Ne pas suggérer) 4

**Q5.6. En général, se faisait-elle livrer ses courses à domicile (que ce soit par un supermarché ou par un proche) ?**

oui.....1          non....2          NSP (ne pas suggérer).....3

**Q5.7. Monsieur-Madame XXX était-il/elle obligé(e) de passer la majeure partie de la journée au lit ou au fauteuil ?**

- oui .....1
- non .....2 ➔ aller en Q6.1
- NSP (ne pas suggérer) .....3 ➔ aller en Q6.1

(Si oui) **Q5.8 Etait-ce dû ?**

A un état habituel oui.....1 non....2 NSP (ne pas suggérer).....3

A la chaleur oui.....1 non....2 NSP (ne pas suggérer).....3

A une autre cause oui.....1 non....2 NSP (ne pas suggérer).....3

(Si autre cause) préciser : \_\_\_\_\_

## 6 - Adaptation à la canicule

**Q6.1. Pendant la canicule, Monsieur/Madame est-il/elle sorti de son domicile ?**

Tous les jours ou presque 1

2 à 4 fois par semaine 2

Moins souvent 3

Jamais 4

NSP (Ne pas suggérer) 5

→ aller en Q6.4.

→ aller en Q6.4.

**Q6.2. (Si codes 1 à 3) En août, combien d'heures en moyenne par jour, la personne s'absentait elle de son domicile ?**

Moins d'1 heure 1

De 2 à 5 heures 2

Plus de 5 heures 3

NSP (Ne pas suggérer) 4

**Q6.3. (Si codes 1 à 3 en q6.1.) Quand il/elle sortait, est-ce que Monsieur/Madame X recherchait...**

Une ambiance climatisée hors de son logement ? oui.....1 non....2 (NSP).....3

Autre lieu frais : préciser \_\_\_\_\_ ? oui.....1 non....2 (NSP).....3

**Q6.4. Pendant la canicule, se faisait-elle livrer ses courses à domicile (que ce soit par un supermarché ou par un proche) ?**

oui.....1 non....2 NSP (ne pas suggérer).....3

**Q6.5. Début août, combien de douche(s) ou bain(s) prenait Monsieur/ Madame X ?**

Plus d'1 par jour 1

1 par jour 2

1 tous les 2 jours 3

1 par semaine 4

jamais 5

NSP (ne pas suggérer) 6

**Q6.6. Début août, par rapport à son habitude, la fréquence des douches ou bains était ?**

Identique 1

Augmentée 2

Diminuée 3

NSP (ne pas suggérer) 4

**Q6.7. Début août, combien buvait-elle d'eau ou de boisson non-alcoolisée en moyenne par jour ?**

1 à 3 verres 1

1/2 litre à 1 litres 2

1 à 2 litres 3

Plus de 2 litres 4

NSP (ne pas suggérer) 5

**Q6.8. Début août, par rapport à son habitude, avait-t-il/elle eu tendance à se vêtir ?**

Moins 1

Comme d'habitude 2

NSP (ne pas suggérer) 3

**Q6.9. Toujours début août, pour se rafraîchir, Monsieur/Madame XXX utilisait elle ?**

|                              |           |          |                             |
|------------------------------|-----------|----------|-----------------------------|
| Un brumisateur               | oui.....1 | non....2 | NSP (ne pas suggérer).....3 |
| Bain ou douche froide        | oui.....1 | non....2 | NSP (ne pas suggérer).....3 |
| Du linge humide sur le corps | oui.....1 | non....2 | NSP (ne pas suggérer).....3 |
| Ventilateur mobile           | oui.....1 | non....2 | NSP (ne pas suggérer).....3 |
| La climatisation             | oui.....1 | non....2 | NSP (ne pas suggérer).....3 |
| Autre préciser :             | _____     |          |                             |

**Q6.10. Etait-il/elle sensibilisée aux mesures de prévention à prendre durant la canicule ?**

oui.....1      non....2      NSP (ne pas suggérer).....3

**Q6.11. Quelles autres dispositions Monsieur/Madame XXX a-t-il/elle prises pour se protéger de chaleur ?**

.....

**Q6.12. Toujours début août**

|                                 |           |          |                             |
|---------------------------------|-----------|----------|-----------------------------|
| Regardait-il/elle la télévision | oui.....1 | non....2 | NSP (ne pas suggérer).....3 |
| Écoutait-il/elle la radio       | oui.....1 | non....2 | NSP (ne pas suggérer).....3 |
| Lisait-il/elle les journaux     | oui.....1 | non....2 | NSP (ne pas suggérer).....3 |

**7 - Environnement social et familial****Q7.1. Depuis quand Monsieur/Madame XXX vivait-il/elle dans son logement ?**

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Moins d'1 an          | 1 |
| 1 à 5 ans             | 2 |
| Plus de 5 ans         | 3 |
| NSP (ne pas suggérer) | 4 |

**Q7.2. Combien de personnes partageaient le logement avec lui/avec elle (en général) ?**

NSP (ne pas suggérer) ...99

**Q7.3. (Si 0 personne, c'est-à-dire vivait seul) Depuis quand vivait-il/elle seul(e) ?**

ans  mois      NSP (ne pas suggérer) ...99

**Q7.4. D'habitude, à quelle fréquence Monsieur/Madame XXX recevait-il/elle des visites d'un ou de plusieurs proches (familles, amis, voisins) ?** (enquêteur : nous ne comptons pas ici les visites de personnel soignant, d'aide ménagère...)

|                           |   |
|---------------------------|---|
| Tous les jours ou presque | 1 |
| 2 à 4 fois par semaine    | 2 |
| Moins souvent             | 3 |
| Jamais                    | 4 |
| NSP (Ne pas suggérer)     | 5 |

**Q7.5. Début août combien de fois a-t-elle été visitée par ses proches (familles, amis, voisins) ?**

|                           |   |
|---------------------------|---|
| Tous les jours ou presque | 1 |
| 2 à 4 fois par semaine    | 2 |
| Moins souvent             | 3 |
| Jamais                    | 4 |
| NSP (Ne pas suggérer)     | 5 |

**Q7.6. D'habitude, pour quelle(s) activité(s) quittait-il/elle son domicile ?**

|                    |           |          |                             |
|--------------------|-----------|----------|-----------------------------|
| Promenades         | oui.....1 | non....2 | NSP (ne pas suggérer).....3 |
| Achats, courses    | oui.....1 | non....2 | NSP (ne pas suggérer).....3 |
| Culte religieux    | oui.....1 | non....2 | NSP (ne pas suggérer).....3 |
| Activités sociales | oui.....1 | non....2 | NSP (ne pas suggérer).....3 |

Rencontres d'amis, de proches      oui.....1      non....2      NSP (ne pas suggérer).....3  
 Activités culturelle ou loisir      oui.....1      non....2      NSP (ne pas suggérer).....3  
 Autres activités préciser \_\_\_\_\_

Si Q7.6 = 2 ou 3 partout et pas d'autres activités → aller en Q7.10

**Q7.7. Les activités de Monsieur/Madame X l'amenaient-il/elle à rencontrer d'autres personnes ?**

au moins 1 fois par semaine      1  
 2 à 3 fois par mois      2  
 plus rarement      3  
 Jamais      4  
 NSP (ne pas suggérer)      5

**Q7.8. En août, Monsieur/Madame XX a-t-il/elle dû interrompre des activités qu'il/elle avait d'habitude?**

Oui      1  
 Non      2      → aller en Q7.10.  
 NSP (ne pas suggérer)      3      → aller en Q7.10.

(Si non) **Q7.9. Quelles activités ont été interrompues et pourquoi? (enquêteur ne pas citer)**

Promenades      1... Pourquoi ?.....  
 Achats, courses      2... Pourquoi ?.....  
 Culte religieux      3... Pourquoi ?.....  
 Activités sociales      4... Pourquoi ?.....  
 Rencontres d'amis, de proches      5... Pourquoi ?.....  
 Activités culturelle ou loisir      6... Pourquoi ?.....  
 Autres activités      7... Pourquoi ?.....

**Q7.10. La personne possédait elle un animal de compagnie ?**

oui .....1  
 non .....2      → aller en Q8.1  
 NSP (ne pas suggérer) .....3      → aller en Q8.1

**Q7.11. Lequel ?**

Chien..... 1      Chat ..... 2      Autre préciser ( \_\_\_\_\_ ).....3

**Q7.12. S'en occupait-elle seule?**

oui.....1      non....2      NSP (ne pas suggérer).....3

**8 - État général et santé**

**Q8.1. Monsieur/Madame XXX était-il/elle :**

D'un poids normal par rapport à sa taille      1  
 Plutôt maigre      2  
 Plutôt en surcharge pondérale (excès de poids)      3  
 NSP (ne pas suggérer)      4

**Q8.2. Avait-il/elle des problèmes d'audition ?**

Oui .....1  
 Non.....2      → aller en Q8.4  
 NSP (ne pas suggérer) .....3      → aller en Q8.4.

**(Si oui) Q8.3. Portait-il/elle un appareil pour mieux entendre ?**

oui.....1      non....2      NSP (ne pas suggérer).....3

**Q8.4. Quels étaient le nom et les coordonnées de son médecin traitant ?** (adresse, téléphone)  
(enquêteur : privilégier le nom du médecin généraliste)

NOM : / \_\_\_\_\_ / PRENOM : / \_\_\_\_\_ /

Adresse : \_\_\_\_\_

CP : /\_/\_/\_/\_/\_/\_/ Ville : \_\_\_\_\_

( ☎ : /\_/\_/\_/\_/\_/\_/\_/\_/\_/\_/\_/\_/\_/\_/\_/\_/ )

Si la personne interrogée ne répond pas à la question précédente, pourquoi ?

Ne connaît pas le médecin .....1

Ne se souvient pas du nom du médecin .....2

Ne veut pas nous le donner .....3 → Pourquoi ? \_\_\_\_\_

**9 – Etat de santé précis**

**Q9.1. Monsieur/Madame XXX souffrait-elle des pathologies suivantes et si oui, prenait-elle un traitement ?**

|   | Pathologie |     |     | Traitement ? |     |     |
|---|------------|-----|-----|--------------|-----|-----|
|   | Si oui →   |     |     |              |     |     |
|   | Oui        | Non | NSP | Oui          | Non | NSP |
| Maladie respiratoire                          | 1          | 2   | 3   | 1            | 2   | 3   |
| Diabète                                       | 1          | 2   | 3   | 1            | 2   | 3   |
| Hypertension artérielle                       | 1          | 2   | 3   | 1            | 2   | 3   |
| Maladie de cœur ou des vaisseaux              | 1          | 2   | 3   | 1            | 2   | 3   |
| Maladie du foie                               | 1          | 2   | 3   | 1            | 2   | 3   |
| Insuffisance rénale                           | 1          | 2   | 3   | 1            | 2   | 3   |
| Dénutrition                                   | 1          | 2   | 3   | 1            | 2   | 3   |
| Escarres                                      | 1          | 2   | 3   | 1            | 2   | 3   |
| Troubles du sommeil                           | 1          | 2   | 3   | 1            | 2   | 3   |
| Anxiété, angoisse, dépression                 | 1          | 2   | 3   | 1            | 2   | 3   |
| Séquelles d'attaque cérébrale                 | 1          | 2   | 3   | 1            | 2   | 3   |
| Altération de la santé mentale                | 1          | 2   | 3   | 1            | 2   | 3   |
| Cancer  | 1          | 2   | 3   | 1            | 2   | 3   |
| Autres maladies chroniques (préciser : _____) | 1          | 2   | 3   | 1            | 2   | 3   |
| Autres maladies chroniques (préciser : _____) | 1          | 2   | 3   | 1            | 2   | 3   |
| Autres maladies chroniques (préciser : _____) | 1          | 2   | 3   | 1            | 2   | 3   |

**Q9.2. Combien de verres d'alcool la personne consommait-elle par jour ?**

- Jamais d'alcool 1
- Moins d'un verre par jour 2
- 1 à 2 verre(s) par jour 3
- 3 à 4 verres par jour 4
- 5 verres et plus par jour 5
- NSP (ne pas suggérer) 6
- Ne souhaite pas répondre 7

**Q9.3. Avait-elle des d'antécédents de dépendance à l'alcool ?**

- Oui.....1
- Non.....2
- NSP (ne pas suggérer).....3
- Ne veut pas répondre.....4

## 10 - Prise en charge

**Q10.1. Monsieur/Madame XXX a-t-il/elle pu se rendre compte de l'aggravation de son état de santé en août ?**

Oui.....1      Non....2      NSP (ne pas suggérer).....3

**Q10.2. Son entourage a-t-il pu s'en rendre compte ?**

Oui.....1      Non....2      NSP (ne pas suggérer).....3

**Q10.3. A-t-il/elle consulté un médecin entre la mi-juillet et la mi-août ?**

Oui .....1

Non .....2      → aller en Q10.6

NSP (ne pas suggérer) .....3      → aller en Q10.6

(Si oui) **Q10.4. Pour quel(s) motif(s) ? (plusieurs réponses possibles)**

A cause de la chaleur 1

Pour un problème indépendant de la chaleur 2

NSP (ne pas suggérer) 4

(Si oui) **Q10.5. Quel(s) médecin(s) a-t-il/elle consulté à cette occasion ? (plusieurs réponses possibles)**

Médecin habituel 1

Médecin hospitalier 2

Autre médecin de ville 3

SOS médecin 4

SAMU/Pompiers 5

NSP (ne pas suggérer) 6

**Q10.6. Pendant la canicule Monsieur/Madame XXX a-t-il/elle été transférée vers un hôpital ?**

Oui .....1

Non .....2      → aller en Q10.9

NSP (ne pas suggérer) .....3      → aller en Q10.9

(Si oui) **Q10.7. Par quel moyen a t-il/elle été transféré vers l'hôpital ?** (enquêteur : si plusieurs transferts à l'hôpital ne considérer que le dernier)

Ambulance 1

SAMU 2

Pompiers 3

Véhicule personnel 4

Taxi 5

Autre (préciser : \_\_\_\_\_) 6

NSP (ne pas suggérer) 7

(Si oui) **Q10.8. A quelle date ?** |\_\_| |\_\_| NSP (ne pas suggérer) ...9999

jour mois

**Q10.9. Monsieur/Madame XXX disposait-il/elle d'un système d'alerte des secours (bracelet, pendentif) ?**

- Oui .....1  
Non.....2 → aller en Q10.11  
NSP (ne pas suggérer).....3 → aller en Q10.11

(Si oui) **Q10.10. En a-t-il/elle fait usage pour appeler les secours ?**

- Oui.....1 non.....2 NSP (ne pas suggérer).....3

**Q10.11. Et personnellement pensez-vous que Monsieur/Madame XXX ait été pris(e) en charge de façon satisfaisante ?**

- Oui .....1 → aller en Q10.13  
Non .....2  
NSP (ne pas suggérer) .....3 → aller en Q10.13

(si non) **Q10.12. Pourquoi ?**.....

**Q10.13. A votre avis, quelles mesures auraient dû être prises pour prévenir la dégradation de son état de santé ?**

.....

**Q10.14. A votre avis, quelles mesures auraient dû être prises pour améliorer sa prise en charge médicale ?**

.....

**Q10.15. Avez-vous d'autres commentaires dont vous désirez nous faire part ?**

.....

## 1. Caractéristiques de l'interviewé

**Q1.1. Pour finir, je vais vous redemander quel était votre lien de parenté avec Monsieur/Madame XXX :**

- Conjoint 1  
Enfant 2  
Autre parent : précisez : \_\_\_\_\_ 3  
Voisin 4  
Autre : précisez : \_\_\_\_\_ 5

**Q1.2. Quelle est la date de votre dernière rencontre avec Monsieur/Madame XXX ?**

□□ □□ □□□□  
jour mois année

**Q1.3. Quelle est la date de votre dernier entretien téléphonique avec Monsieur/Madame XXX ?**

□□ □□ □□□□  
jour mois année

**Q1.4. Quel est votre âge ?** □□□□ ans



## Annexe 5. Questionnaire médecins traitants

Nom du médecin : \_\_\_\_\_

Ville du médecin : \_\_\_\_\_

Coordonnées téléphonique du médecin : \_\_\_\_\_

S'agit il d'un médecin généraliste ? non  oui  nsp

Nom personne défunte : \_\_\_\_\_

Prénom de la personne défunte : \_\_\_\_\_

Le patient présentait-il les pathologies suivantes ?

|                             |                              |                              |                              |
|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Obésité                     | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | nsp <input type="checkbox"/> |
| Asthme                      | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | nsp <input type="checkbox"/> |
| Autre maladie respiratoires | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | nsp <input type="checkbox"/> |
| Diabète                     | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | nsp <input type="checkbox"/> |
| Maladies cardiovasculaires  | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | nsp <input type="checkbox"/> |
| Hypertension artérielle     | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | nsp <input type="checkbox"/> |
| Maladie hépatique           | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | nsp <input type="checkbox"/> |
| Maladie rénale              | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | nsp <input type="checkbox"/> |
| Maladie de Parkinson        | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | nsp <input type="checkbox"/> |
| Troubles du sommeil         | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | nsp <input type="checkbox"/> |
| Dépression nerveuse         | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | nsp <input type="checkbox"/> |
| Troubles de la mémoire      | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | nsp <input type="checkbox"/> |
| Démence sénile              | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | nsp <input type="checkbox"/> |
| Autre maladie psychiatrique | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | nsp <input type="checkbox"/> |
| Cancer                      | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | nsp <input type="checkbox"/> |
| Autres maladies chroniques  | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | nsp <input type="checkbox"/> |

Si oui, précisez lesquelles  
.....

Le patient prenait-il un traitement neuroleptique ? non  oui  nsp

Le patient prenait-il un traitement diurétique ? non  oui  nsp

Le patient prenait-il un traitement anticholinergique ? non  oui  nsp

Si oui, lesquels ?  
.....

Le patient prenait-il d'autres traitements ? non  oui  nsp

Si oui, lesquels ?  
.....

## Annexe 6. Caractérisation des îlots de chaleur

Le principe retenu a été de caractériser l'environnement de chaque sujet dans une zone circulaire autour de son habitation. Chaque adresse de cas et de témoin a été géocodée (obtention des coordonnées géographiques), puis des informations ont été recueillies sur l'environnement de ces adresses jusqu'à des distances respectives de 50, 100 et 200 m.

### • Géocodage

Les adresses des cas et des témoins de Paris et du Val-de-Marne ont été géocodées en utilisant le service en ligne proposé par la société Claritas (les fonds cartographiques utilisés sont les fonds de la société TéléAtlas, et les bases AdressMap® et Georoute®).

Pour Tours et certaines communes de l'agglomération, le géocodage a été effectué par l'agence d'urbanisme de l'agglomération de Tours avec le référentiel adresse de l'IGN Georoute®. Celui-ci a été rectifié et optimisé avec les cadastres numérisés de la DGI.

A Orléans et certaines de ses communes de l'agglomération, le géocodage a été effectué au sein du service SIG de la ville d'Orléans à partir des fonds de plan Géoroute®, calé sur le découpage Insee à l'îlot.

### • Mode d'occupation du sol

Pour l'Ile-de-France, l'inventaire de l'occupation du sol, réalisé par l'aurif depuis 1982, détaille sur l'ensemble de la région, l'occupation des sols (Mode d'occupation du sol) selon une légende en 83 postes avec des possibilités d'agrégation standard en 11, 21 et 48 postes.

Régulièrement mis à jour (1987, 1990, 1994, 1999), à partir d'une couverture photographique aérienne, le MOS permet d'analyser en détail (échelle de numérisation 1/5 000) les évolutions de l'occupation du sol régional : extension de l'urbanisation, mutation des tissus urbains, transformation des espaces ruraux...

Pour les besoins de l'étude, la classification MOS a été simplifiée en 17 postes. L'aurif a fourni, pour les adresses sur Paris et le Val-de-Marne, les surfaces de chaque catégorie dans chaque zone, soit 51 informations par adresse.

Ces informations ont été synthétisées en 2 indices pour chaque zone, obtenus en faisant une somme pondérée des surfaces de chaque catégorie :

- un « indice de surface bâtie » représentant la proportion de surface bâtie dans la zone ;
- un « indice chaleur MOS » représentant la propension des surfaces à emmagasiner la chaleur solaire.

Les coefficients de pondération utilisés sont les suivants :

| Nomenclature MOS simplifiée fournie par l'aurif | Coefficients            |                    |
|---|-------------------------|--------------------|
|   | Indice de surface bâtie | Indice chaleur MOS |
| bois et forêts                                  | 0,0                     | 0                  |
| culture   | 0,0                     | 0                  |
| eau   | 0,0                     | 0                  |
| autre rural                                     | 0,0                     | 0                  |
| urbain ouvert                                   | 0,0                     | 1                  |
| activités                                       | 0,2                     | 2                  |
| équipements                                     | 0,2                     | 2                  |
| transports                                      | 0,2                     | 2                  |
| chantiers                                       | 0,2                     | 2                  |
| habitat individuel                              | 0,1                     | 1                  |
| ensemble d'habitations individuelles identiques | 0,1                     | 1                  |
| habitat rural                                   | 0,1                     | 1                  |
| habitat continu bas                             | 0,3                     | 2                  |
| habitat collectif continu haut                  | 0,3                     | 2                  |
| habitat collectif discontinu                    | 0,1                     | 2                  |
| prison  | 0,3                     | 2                  |
| habitat autre                                   | 0,3                     | 2                  |

Pour Orléans, les informations ont été obtenues à partir de données d'occupation du sol fournies par la ville d'Orléans (plan photogrammétrique de la ville au 1/2 000).

La commune d'Olivet a fourni une photographie aérienne de l'environnement proche de l'individu qui résidait sur cette commune. Pour les autres communes de l'agglomération d'Orléans, les informations ont été obtenues par visite, sur le terrain d'une personne de la cellule interrégionale d'épidémiologie.

Pour Tours, les informations sur l'occupation du sol ont été saisies selon les critères utilisés à l'Iaurif. Les référentiels utilisés sont les cadastres numérisés (parcellaire) pour l'ensemble des communes concernées sauf pour Vernou-sur-Brenne où le scan cadastral a été utilisé. L'information a été relevée par des enquêtes de terrain avec l'appui de photographies aériennes et avec le croisement des couches thématiques disponibles dans le SIG interne de l'agence d'urbanisme.

#### • Densité de population et de logements

La population et le nombre de logements ont été calculés dans chaque zone à partir des données du recensement général de la population de 1999.

Pour l'Ile-de-France, le calcul a été fait de la façon suivante par l'Iaurif : la population de chaque îlot de recensement de l'Insee a été considérée comme répartie de façon égale dans les parties bâties des îlots, puis elle a été calculée pour chaque zone circulaire autour de l'adresse selon les surfaces bâties contenues dans la zone. La même procédure a été suivie pour les logements.

Pour l'agglomération d'Orléans, les données concernant la population et les logements ont été estimées à partir des données de population à l'îlot. Lorsqu'une partie d'un îlot était dans une des zones, on a considéré, en partant de l'hypothèse d'une répartition homogène de la population au sein des îlots, que la population de cette partie était proportionnelle à sa surface.

En ce qui concerne la ville de Tours et les communes de l'agglomération de Tours, la population et le nombre de logements ont été calculés de la même façon en utilisant les fonds des îlots lorsqu'ils étaient disponibles. Dans les autres cas (communes de moins de 10 000 habitants), la population et le nombre de logements ont été calculés en multipliant le nombre moyen de personnes par ménage par le nombre d'habitations relevé dans chaque périmètre.

#### • Indices de végétation

La végétation joue un rôle important de refroidissement par le renvoi des rayonnements infrarouges et l'évapotranspiration.

L'indice de végétation est un traitement d'image permettant la mise en évidence et l'analyse de la végétation chlorophyllienne (verte). Il est corrélé avec la densité et l'activité chlorophyllienne des couverts végétaux et dans une moindre mesure avec la biomasse (quantité de végétation).

L'activité chlorophyllienne diminue fortement en période de sécheresse. Pour les besoins de l'enquête, ont donc été acquises 2 images, l'une couvrant la région Ile-de-France, l'autre la région Centre, prises pendant la période de canicule, le 9 août 2003, par le capteur Thematic Mapper du satellite Landsat 5<sup>6</sup>. Ces images ont été prises entre 10 h 17 et 10 h 18 UTC, soit 12 h 17 et 12 h 18 heure légale française. Elles sont réalisées au pas de 30 m.

Il existe différentes formules d'indice de végétation selon le domaine d'étude (inventaire agricole, inventaire forestier, espaces verts urbains...). Il s'agit en général de combinaisons de deux canaux : le rouge visible, absorbé par la chlorophylle pour la photosynthèse, et le proche infrarouge réfléchi (renvoyé) par la surface des feuilles.

La formule utilisée ici est la plus communément appliquée, notamment en milieu urbain, le Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). C'est une formule de différence pondérée (proche infrarouge-rouge)/(proche infrarouge + rouge) qui permet de réduire le « bruit » lié à la réponse du sol. Cet indice a été calculé automatiquement avec le logiciel de traitement d'images Erdas. Le résultat est exprimé en 256 niveaux de valeur (codés de 0 à 255). L'indice de végétation n'a pas d'unité.

Pour faciliter la lecture et l'interprétation de l'image, ces niveaux de valeurs sont regroupés en classes. Ce regroupement se fait selon une méthode dite « semi-supervisée » en référence à des sites-tests bien connus représentatifs de différents types d'occupation du sol et de couverts végétaux, et à des classifications d'indice de végétation déjà réalisées, en l'occurrence celle du 28 août 2000 (année humide), à partir de données Landsat 7 Thematic Mapper. Les seuils entre les classes sont ensuite ajustés par ajustements successifs pour aboutir à la meilleure représentation possible à la date donnée.

<sup>6</sup> A noter que le choix s'est porté sur des données Landsat à cause de leur disponibilité dans le créneau de dates recherché (du 8 au 13 août), de leur large couverture (185 km) par rapport aux zones d'intérêt, et de leur moindre coût. Nous avons dû nous contenter d'observations de Landsat 5, du fait de la panne depuis mai 2003 de Landsat 7 qui aurait permis d'accéder à de meilleures résolutions spatiales (pixels de 15 m en mode panchromatique et de 60 m dans le thermique).

Plus la valeur est élevée plus le couvert végétal est dense et actif, plus la valeur est faible moins il y a de végétation verte.

Quelques difficultés ont été rencontrées pour ajuster la classification aux observations de l'été 2003, à cause d'une mauvaise dynamique de la radiométrie au-dessus de l'agglomération parisienne, sans doute due à un voile de pollution atmosphérique. Pour faciliter les comparaisons et compte tenu de l'observation simultanée, il a été choisi d'appliquer la même classification partout, en Ile-de-France, à Orléans et à Tours. Par simplification, les valeurs d'indice de végétation ont été assimilées aux numéros des classes.

**Tableau 20.** Classification retenue pour l'indice de végétation

| Valeurs issues du traitement Erdas | Classe d'indice de végétation |
|------------------------------------|-------------------------------|
| 0-114                              | 1                             |
| 115-128                            | 2                             |
| 129-135                            | 3                             |
| 136-146                            | 4                             |
| 147-159                            | 5                             |
| 160-173                            | 6                             |
| 174-187                            | 7                             |
| 188-198                            | 8                             |
| 199-209                            | 9                             |
| 210-255                            | 10                            |

L'indice 1 représente l'urbain dense, dépourvu de toute végétation et les surfaces aquatiques. L'indice 4 est caractéristique de l'habitat pavillonnaire. Les forêts et les espaces verts sont dans les indices 5 à 10. La carte en annexe 7 donne une représentation de ces indices pour Paris et le Val-de-Marne.

La surface correspondant à chaque indice a été calculée pour chaque zone.

Un indice synthétique a ensuite été calculé pour chaque zone circulaire autour de l'adresse. Il s'agissait de la proportion de la surface de la zone occupée par les indices 4 à 10, qui représentent la plus grande partie de l'activité chlorophyllienne. Cet indice peut donc varier de 0 à 1.

Un autre indice de végétation a été calculé, directement à partir des valeurs issues du traitement par le logiciel Erdas. Cet indice a l'avantage de s'affranchir des incertitudes liées à la méthode de construction des classes d'indices de végétation exposée ci-dessus.

Le chiffre correspond à la somme, pour chaque zone circulaire autour de l'adresse, de la surface occupée par chaque pixel, pondérée par la valeur d'indice du pixel (de 0 à 255), cette somme étant ensuite divisée par la surface totale de la zone circulaire, puis divisée par 10. La gamme théorique des valeurs de cet indice s'étend donc de 0 à 25,5.

Cet indice n'a été calculé que pour un rayon de 100 m.

#### • **Indices thermiques**

Cette méthode est basée sur les lois physiques de la thermodynamique radiative : tout corps dont la température est supérieure au zéro absolu émet des rayonnements électromagnétiques dont l'énergie (donc la longueur d'onde) est fonction de sa température. Le canal thermique du satellite Landsat 5 qui mesure les rayonnements émis en lointain infrarouge a été utilisé pour caractériser les températures de surface autour des adresses. En effet, la résolution spatiale (pixel de 120 m x 120 m), combinée avec la résolution radiométrique (mesure d'écarts de température de 0,5°C) du canal thermique du Thematic Mapper de Landsat 5, en font un outil d'observation unique en son genre. Seules les thermographies aériennes permettent une spatialisation aussi détaillée des températures de surface, mais elles sont très coûteuses et difficilement accessibles (d'autant plus rétrospectivement). Quant aux satellites météorologiques offrant aussi des données thermiques, leurs pixels sont beaucoup plus grossiers (échelle kilométrique), ce qui n'aurait pas permis de caractériser finement l'environnement des adresses enquêtées.

L'acquisition des données a été faite aux jour et heure indiqués précédemment (10 h 17 et 10 h 18 en temps universel, soit 12 h 17 et 12 h 18 heure légale française)<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> Des données thermiques de nuit ont été recherchées, mais de telles observations n'étaient pas disponibles avec la précision souhaitée.

Les données brutes délivrées par Landsat 5 auraient pu être utilisées directement pour le calcul de niveaux radiométriques moyens autour de chaque domicile. Ces niveaux radiométriques n'auraient pas été exprimés en °C car les données de Landsat 5 ne sont pas calées sur les températures réelles de surface. Ceci n'aurait pas été gênant dans l'analyse puisque celle-ci ne prend en compte que les différences de température entre cas et témoins. Toutefois, pour rendre plus compréhensibles les valeurs des températures moyennes de surface autour des domiciles, il a été jugé souhaitable d'exprimer les résultats en °C, ce qui a nécessité de réaliser un calage des classes radiométriques sur les températures mesurées au sol.

Le calage a été réalisé à l'aide des mesures de températures à l'heure de passage du satellite fournies par Météo-France sur son réseau de stations météorologiques (66 en région Ile-de-France et 38 sur les régions de Tours et Orléans). Le canal thermique enregistrant des températures de surface, l'éventail des températures observé est plus étendu que celui du fond de l'air des stations météo (phénomènes d'échauffement des surfaces minérales sombres ou métalliques et de rafraîchissement au-dessus des surfaces en eau ou en végétation par évaporation ou évapotranspiration). De plus, pour des pixels assez larges (120 m), la température radiative de surface reflète une moyenne des comportements thermiques des éléments qui les composent. La classification a donc dû être ajustée par ajustements successifs par rapport à la température moyenne de l'image<sup>8</sup>. La température mesurée par chaque station météo sous abri ne peut en effet pas toujours être rapprochée de la température de surface mesurée par le capteur du satellite, au même endroit, car cela dépend de l'environnement.

**Tableau 21.** Classification retenue pour le canal thermique

| Classe n° | Valeurs thermiques | Températures correspondantes (°C) |
|-----------|--------------------|-----------------------------------|
| 1         | <141               | <19,5                             |
| 2         | 142-151            | 20-24,5                           |
| 3         | 152-161            | 25-29,5                           |
| 4         | 162-171            | 30-34,5                           |
| 5         | 172-181            | 35-39,5                           |
| 6         | 182-191            | 40-44,5                           |
| 7         | >192               | >45                               |

Comme pour l'indice de végétation, il a été choisi de procéder à une seule et même classification partout, en Ile-de-France, à Orléans et à Tours. Sur ces images, l'interprétation des contrastes thermiques est simplifiée du fait de la relative sécheresse de l'air, mais elle n'est pas exempte d'artéfacts liés au taux de pollution atmosphérique qui absorbe une partie de l'infrarouge thermique. Pour calibrer plus précisément les données radiométriques, des mesures de températures faites à la date d'enregistrement au-dessus de différents matériaux de surface (références-sol) auraient été souhaitables. En leur absence, il a fallu se contenter de cette approximation.

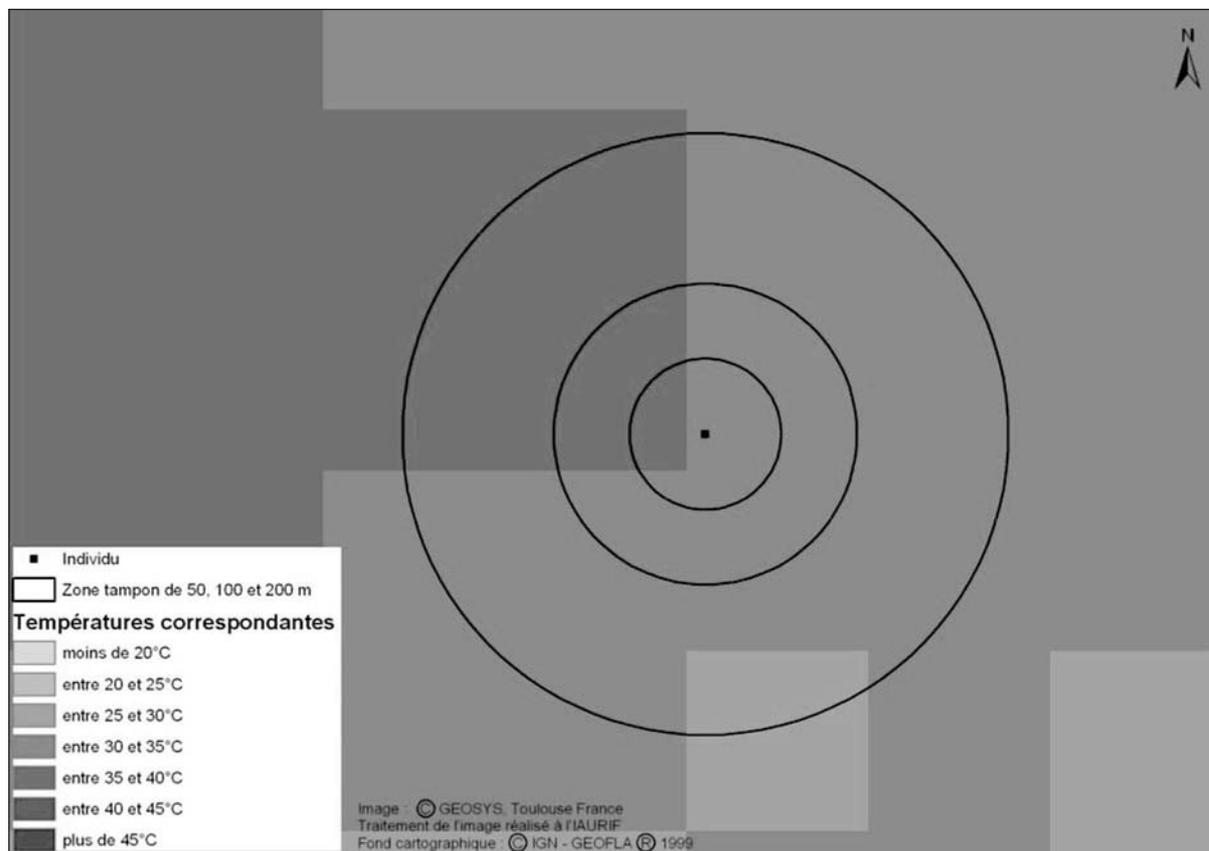
Une partie de ces réserves peut néanmoins être atténuée dans le cadre de la présente enquête où l'on s'attache aux différences de valeurs entre des cas et des témoins situés dans les mêmes zones géographiques.

La cartographie des indices thermiques ainsi obtenus est donnée en annexe 8 pour Paris et le Val-de-Marne, en Annexe 9 pour l'agglomération d'Orléans et en annexe 10 pour l'agglomération de Tours.

La surface correspondant à chaque classe thermique a été calculée dans chaque zone circulaire autour de l'adresse, comme l'illustre la figure 9 .

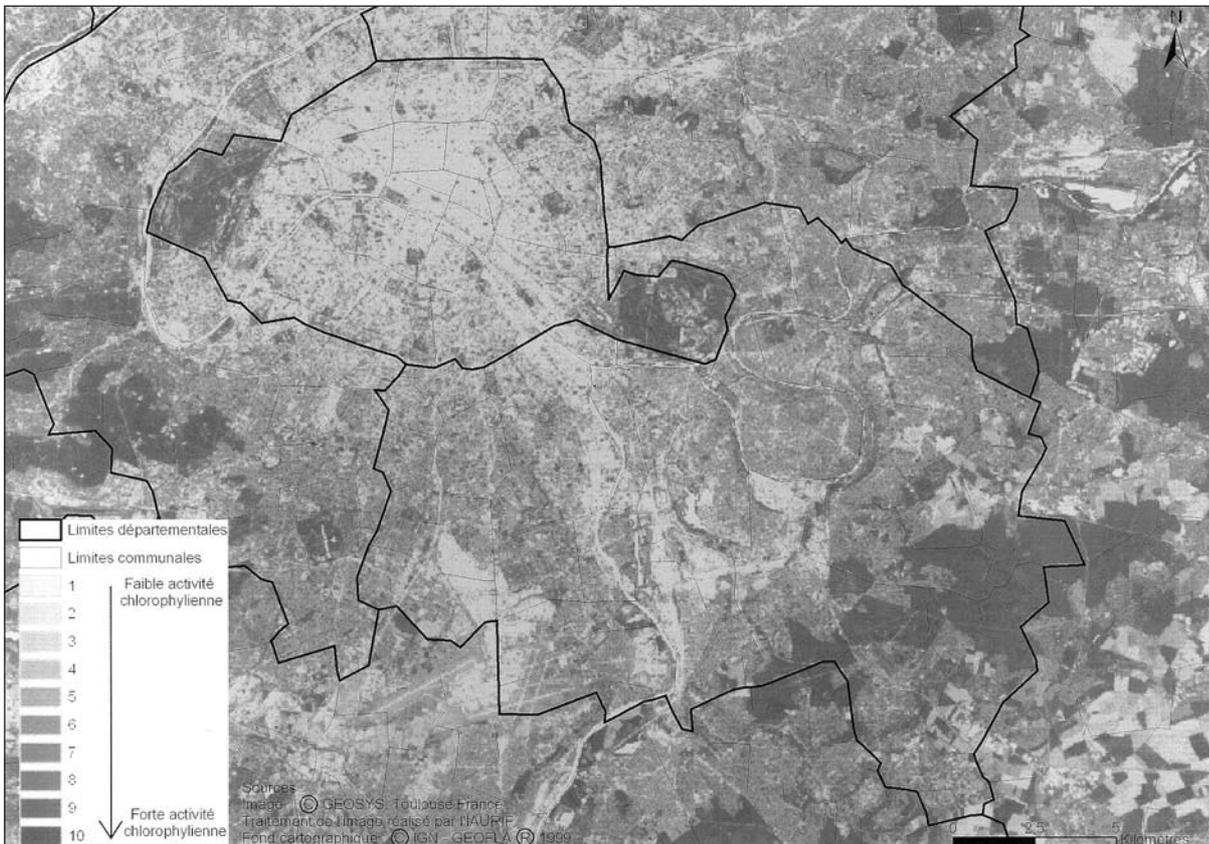
<sup>8</sup> Cette classification est plus facile à élaborer que celle de l'indice de végétation, car dans ce cas les valeurs radiométriques varient linéairement (de 0,5 en 0,5°C) avec le phénomène observé (la température).

Figure 9. Exemple de calcul des indices thermiques autour d'une adresse

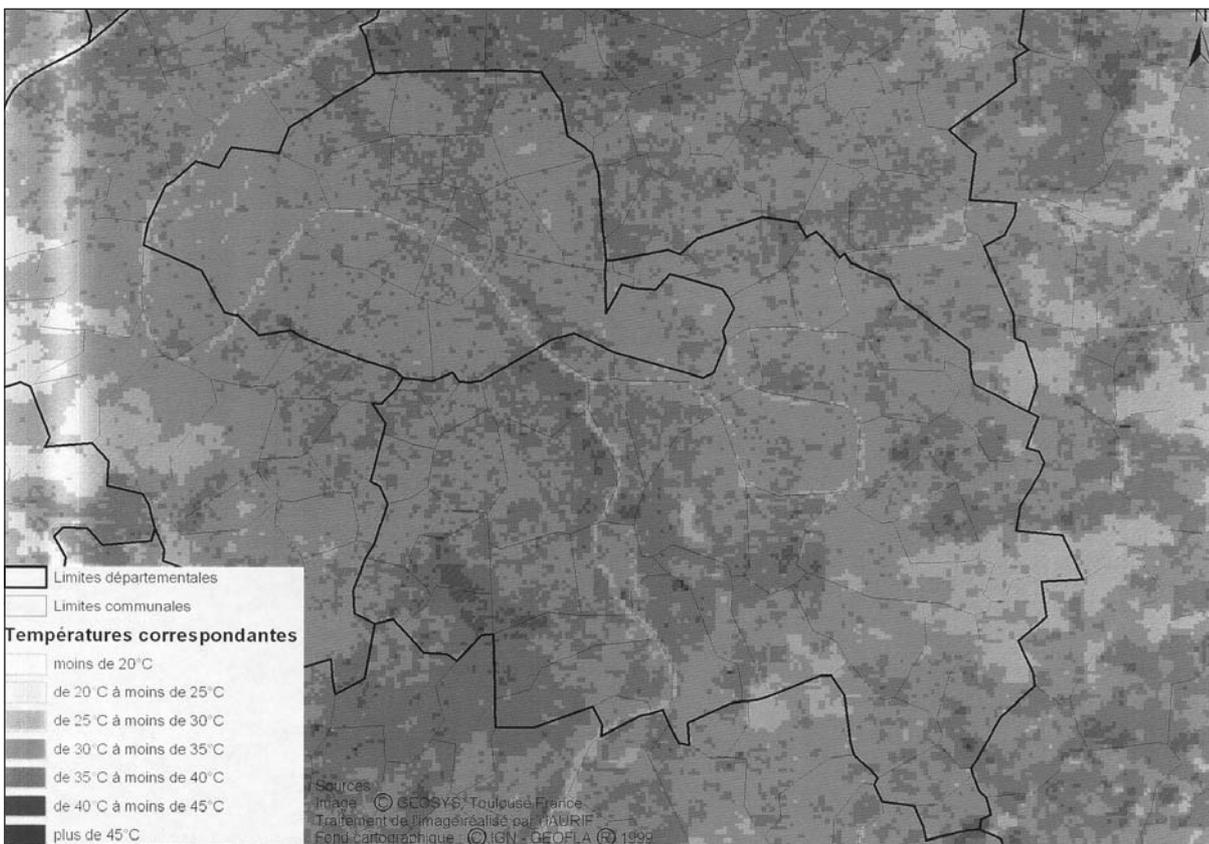


Ces informations ont ensuite été synthétisées par le calcul d'une température moyenne pondérée pour chaque zone circulaire, la pondération s'appuyant sur la surface occupée par chaque classe de température. C'est cette donnée qui a été utilisée dans l'analyse statistique.

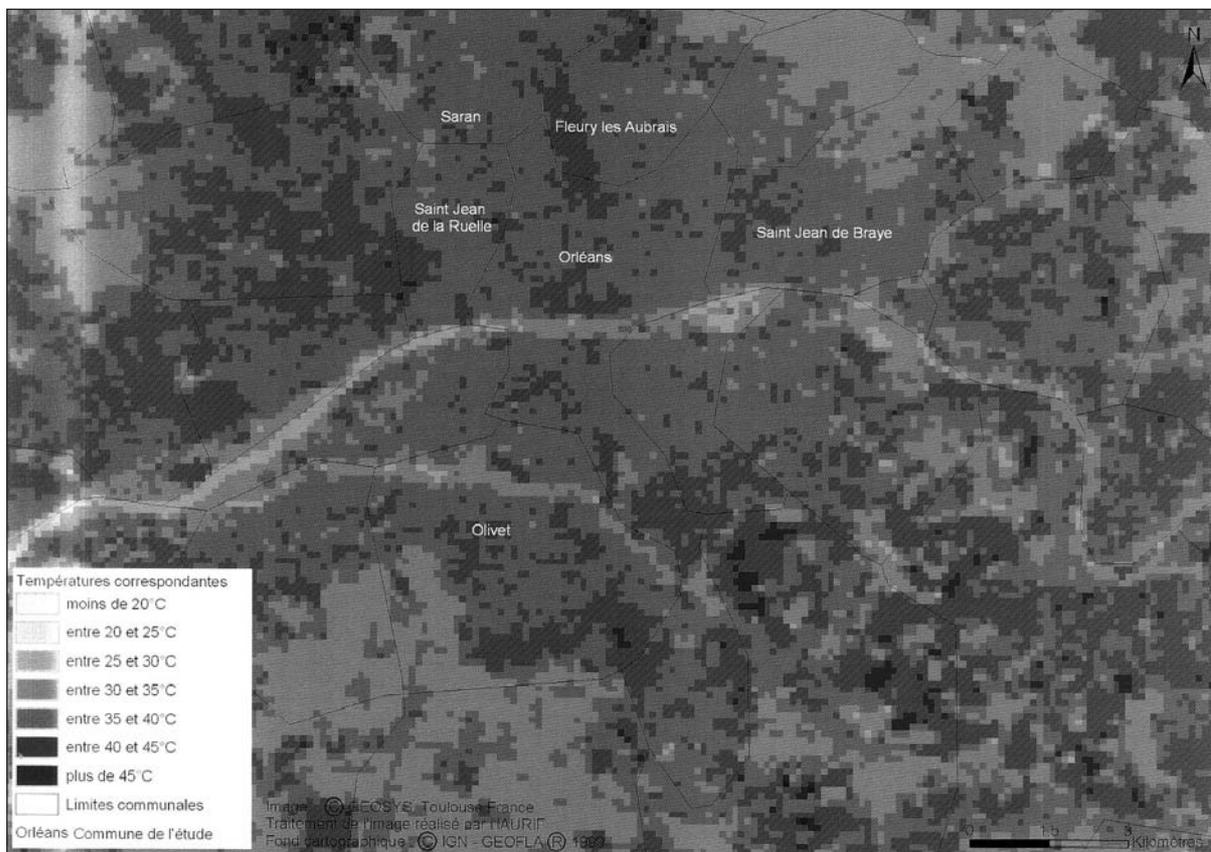
## Annexe 7. Carte des indices de végétation pour Paris et le Val-de-Marne



## Annexe 8. Carte des indices thermiques pour Paris et le Val-de-Marne



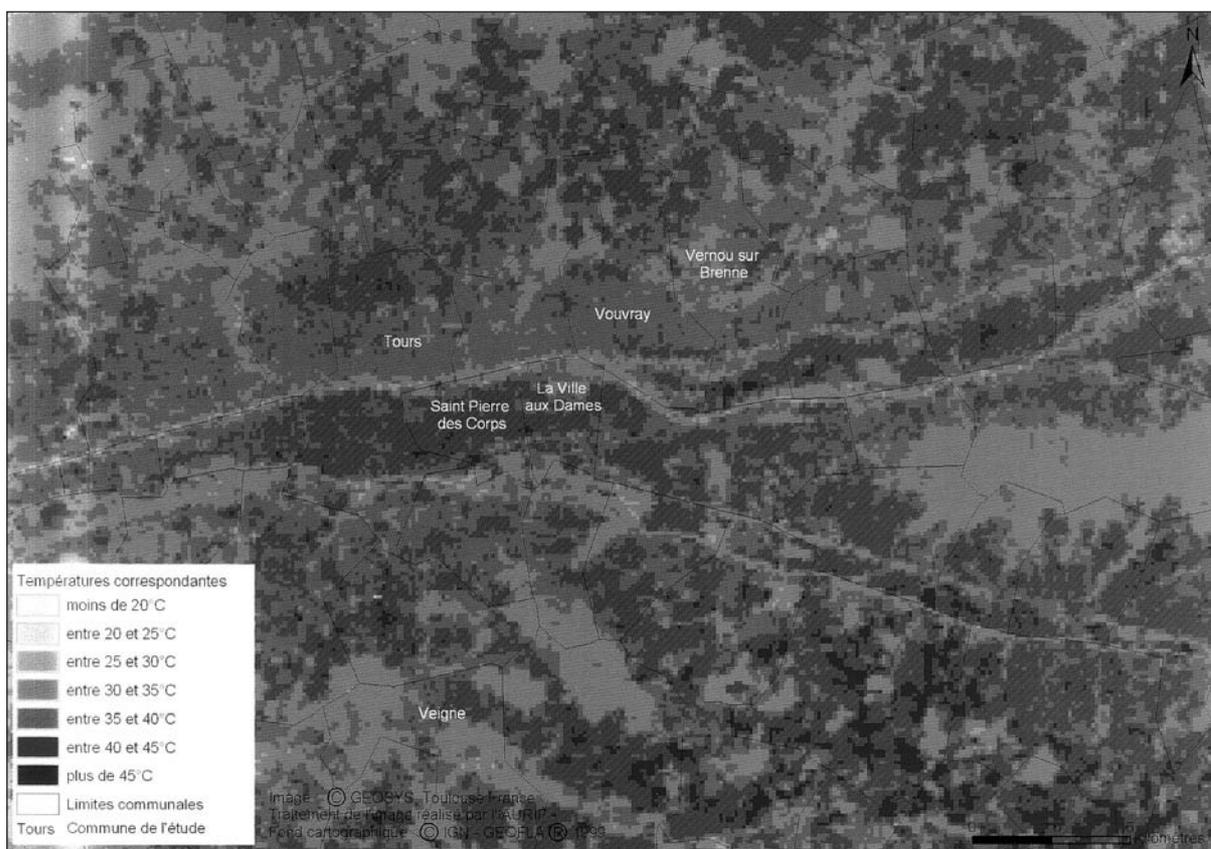
## Annexe 9. Carte des indices thermiques pour l'agglomération d'Orléans



88  
 Juillet 2004

Étude des facteurs de risque de décès des personnes âgées résidant à domicile durant la vague de chaleur d'août 2003

## Annexe 10. Carte des indices thermiques pour l'agglomération de Tours



## Annexe 11. Caractéristiques de l'ensemble des cas et témoins - variables qualitatives (315 cas et 282 témoins)

|   | cas (n=315) |       | témoins (n=282) |       |
|---|-------------|-------|-----------------|-------|
|   | nombre      | %     | nombre          | %     |
| <b>CARACTERISTIQUES SOCIODEMOGRAPHIQUES</b>   |             |       |                 |       |
| <b>Statut matrimonial</b>   |             |       |                 |       |
| veufs   | 147         | 47 %  | 145             | 51 %  |
| marié ou vivant maritalement  | 97          | 31 %  | 73              | 26 %  |
| divorcé ou séparé   | 30          | 10 %  | 32              | 11 %  |
| célibataire   | 41          | 13 %  | 32              | 11 %  |
|   | 315         | 100 % | 282             | 100 % |
| <b>Catégorie socioprofessionnelle</b>   |             |       |                 |       |
| profession intermédiaire  | 39          | 13 %  | 53              | 19 %  |
| artisan, commerçant, chef d'entreprise, agriculteur   | 46          | 15 %  | 42              | 15 %  |
| cadre, profession intellectuelle supérieure   | 61          | 20 %  | 79              | 28 %  |
| employé   | 77          | 25 %  | 59              | 21 %  |
| ouvrier   | 87          | 28 %  | 49              | 17 %  |
|   | 310         | 100 % | 282             | 100 % |
| <b>Propriété du logement</b>  |             |       |                 |       |
| propriétaire  | 127         | 40 %  | 128             | 45 %  |
| locataire   | 162         | 52 %  | 136             | 48 %  |
| locataire gratuit   | 16          | 5 %   | 8               | 3 %   |
| usufruitier   | 9           | 3 %   | 10              | 4 %   |
|   | 314         | 100 % | 282             | 100 % |
| <b>avoir suffisamment de revenus</b>  |             |       |                 |       |
| oui   | 273         | 87 %  | 256             | 92 %  |
| non   | 41          | 13 %  | 23              | 8 %   |
|   | 314         | 100 % | 279             | 100 % |
| <b>VIE QUOTIDIENNE ET AUTONOMIE</b>   |             |       |                 |       |
| <b>Personne hospitalisée à domicile</b>   |             |       |                 |       |
| oui   | 31          | 10 %  | 7               | 2 %   |
| non   | 277         | 90 %  | 275             | 98 %  |
|   | 308         | 100 % | 282             | 100 % |
| <b>Personne faisant appel à des intervenants</b>  |             |       |                 |       |
| oui   | 250         | 79 %  | 147             | 52 %  |
| non   | 65          | 21 %  | 135             | 48 %  |
|   | 315         | 100 % | 282             | 100 % |
| <b>Personne faisant appel à des intervenants médicaux à domicile (infirmière, garde-malade, kiné, ...)</b>      |             |       |                 |       |
| oui   | 186         | 60 %  | 75              | 27 %  |
| non   | 125         | 40 %  | 207             | 73 %  |
|   | 311         | 100 % | 282             | 100 % |
| <b>Personne faisant appel à des intervenants non médicaux à domicile (aide-ménagère, repas à domicile, ...)</b> |             |       |                 |       |
| oui   | 188         | 60 %  | 114             | 40 %  |
| non   | 124         | 40 %  | 168             | 60 %  |
|   | 312         | 100 % | 282             | 100 % |
| <b>Autonomie de la personne</b>   |             |       |                 |       |
| personne non confinée au lit ou au fauteuil et pouvant s'habiller et se laver toute seule...                    | 58          | 18 %  | 156             | 55 %  |
| personne non confinée au lit ou au fauteuil mais ne pouvant pas s'habiller et/ou se laver seule                 | 82          | 26 %  | 65              | 23 %  |
| personne confinée au lit ou au fauteuil   | 175         | 56 %  | 61              | 22 %  |
|   | 315         | 100 % | 282             | 100 % |
| <b>personne confinée au lit ou au fauteuil</b>  |             |       |                 |       |
| à cause de la chaleur   | 31          | 18 %  | 38              | 63 %  |
| pour une autre cause  | 140         | 82 %  | 22              | 37 %  |
|   | 171         | 100 % | 60              | 100 % |

## Annexe 11. (Suite)

|  | cas (n=315) |       | témoins (n=282) |       |
|--|-------------|-------|-----------------|-------|
|  | nombre      | %     | nombre          | %     |
| <b>ADAPTATION A LA CANICULE</b>  |             |       |                 |       |
| Sortie du domicile pendant la canicule   |             |       |                 |       |
| sortie pour autres causes  | 84          | 27 %  | 142             | 50 %  |
| sortie pour rechercher un endroit climatisé ou un endroit frais  | 21          | 7 %   | 63              | 22 %  |
| pas de sortie ou sorties très rares (1 fois ou moins par semaine)  | 210         | 67 %  | 77              | 27 %  |
|  | 315         | 100 % | 282             | 100 % |
| Personne se faisant livrer ses courses à domicile pendant la canicule  |             |       |                 |       |
| Oui  | 193         | 65 %  | 79              | 28 %  |
| Non  | 106         | 35 %  | 200             | 72 %  |
|  | 299         | 100 % | 279             | 100 % |
| Fréquence des douches ou bains début août :  |             |       |                 |       |
| plus d'une par jour  | 19          | 7 %   | 115             | 41 %  |
| 1 par jour   | 65          | 24 %  | 105             | 38 %  |
| 1 tous les deux jours  | 27          | 10 %  | 18              | 6 %   |
| 1 par semaine  | 38          | 14 %  | 15              | 5 %   |
| Jamais   | 117         | 44 %  | 27              | 10 %  |
|  | 266         | 100 % | 280             | 100 % |
| Début août, par rapport à son habitude, fréquence des douches ou bains   |             |       |                 |       |
| Augmentée  | 34          | 14 %  | 134             | 49 %  |
| Identique  | 197         | 79 %  | 137             | 50 %  |
| Diminuée   | 19          | 8 %   | 4               | 1 %   |
|  | 250         | 100 % | 275             | 100 % |
| Début août, quantité de boissons non alcoolisées consommée en moyenne par jour :                               |             |       |                 |       |
| 1 litre et plus  | 104         | 44 %  | 168             | 72 %  |
| 1/2 litre à 1 litre  | 106         | 45 %  | 61              | 26 %  |
| 1 à 3 verres   | 28          | 12 %  | 3               | 1 %   |
|  | 238         | 100 % | 232             | 100 % |
| Personne ayant tendance à se vêtir début août  |             |       |                 |       |
| moins que d'habitude   | 167         | 57 %  | 218             | 78 %  |
| comme d'habitude   | 128         | 43 %  | 61              | 22 %  |
|  | 295         | 100 % | 279             | 100 % |
| Personne utilisant un moyen de rafraîchissement début août (brumisateurs, linge humide, ventilateur mobile...) |             |       |                 |       |
| Oui  | 218         | 72 %  | 227             | 80 %  |
| Non  | 85          | 28 %  | 55              | 20 %  |
|  | 303         | 100 % | 282             | 100 % |
| Ouverture des fenêtres du logement en août   |             |       |                 |       |
| n'ouvre pas l'après midi mais ouvre le matin, la nuit et/ou le soir  | 87          | 31 %  | 157             | 57 %  |
| n'ouvre jamais   | 19          | 7 %   | 21              | 8 %   |
| ouvre l'après midi   | 175         | 62 %  | 99              | 36 %  |
|  | 281         | 100 % | 277             | 100 % |
| Personne sensibilisée aux mesures de prévention à prendre durant la canicule                                   |             |       |                 |       |
| Oui  | 133         | 46 %  | 163             | 58 %  |
| Non  | 154         | 54 %  | 117             | 42 %  |
|  | 287         | 100 % | 280             | 100 % |
| Personne ne regardant pas la TV, écoutant la radio et ne lisant pas les journaux                               |             |       |                 |       |
| Oui  | 283         | 91 %  | 275             | 98 %  |
| Non  | 29          | 9 %   | 7               | 2 %   |
|  | 312         | 100 % | 282             | 100 % |

## Annexe 11. (Suite)

|   | cas (n=315) |       | témoins (n=282) |       |
|---|-------------|-------|-----------------|-------|
|   | nombre      | %     | nombre          | %     |
| <b>ENVIRONNEMENT SOCIAL ET FAMILIAL</b>   |             |       |                 |       |
| Personne habitant seule   |             |       |                 |       |
| Oui   | 179         | 57 %  | 190             | 67 %  |
| Non   | 136         | 43 %  | 92              | 33 %  |
|   | 315         | 100 % | 282             | 100 % |
| Fréquence des visites par les proches habituellement  |             |       |                 |       |
| jamais ou rarement (moins d'une fois par semaine)   | 82          | 26 %  | 130             | 47 %  |
| 2 à 4 fois par semaine  | 97          | 31 %  | 73              | 26 %  |
| tous les jours ou presque   | 133         | 43 %  | 75              | 27 %  |
|   | 312         | 100 % | 278             | 100 % |
| Fréquence des visites par les proches début août  |             |       |                 |       |
| jamais ou rarement (moins d'une fois par semaine)   | 94          | 31 %  | 165             | 59 %  |
| 2 à 4 fois par semaine  | 82          | 27 %  | 50              | 18 %  |
| tous les jours ou presque   | 131         | 43 %  | 64              | 23 %  |
|   | 307         | 100 % | 279             | 100 % |
| Personne n'ayant aucune activité sociale, religieuse, culturelle ou de loisir               |             |       |                 |       |
| Oui   | 188         | 60 %  | 256             | 91 %  |
| Non   | 125         | 40 %  | 26              | 9 %   |
|   | 313         | 100 % | 282             | 100 % |
| Personne ayant dû stopper son activité sociale, religieuse, culturelle ou de loisir en août |             |       |                 |       |
| oui   | 70          | 38 %  | 82              | 32 %  |
| non   | 113         | 62 %  | 177             | 68 %  |
|   | 183         | 100 % | 259             | 100 % |
| Personne possédant un animal de compagnie   |             |       |                 |       |
| oui   | 52          | 17 %  | 41              | 15 %  |
| non   | 260         | 83 %  | 241             | 85 %  |
|   | 312         | 100 % | 282             | 100 % |
| <b>ETAT DE SANTE</b>  |             |       |                 |       |
| Dénutrition   |             |       |                 |       |
| oui   | 43          | 14 %  | 13              | 5 %   |
| non   | 263         | 86 %  | 269             | 95 %  |
|   | 306         | 100 % | 282             | 100 % |
| Escarres  |             |       |                 |       |
| oui   | 41          | 13 %  | 6               | 2 %   |
| non   | 266         | 87 %  | 276             | 98 %  |
|   | 307         | 100 % | 282             | 100 % |
| Obésité   |             |       |                 |       |
| oui   | 89          | 28 %  | 66              | 23 %  |
| non   | 225         | 72 %  | 216             | 77 %  |
|   | 314         | 100 % | 282             | 100 % |
| Maladie cardiovasculaire  |             |       |                 |       |
| oui   | 187         | 60 %  | 105             | 37 %  |
| non   | 123         | 40 %  | 177             | 63 %  |
|   | 310         | 100 % | 282             | 100 % |
| Hypertension artérielle   |             |       |                 |       |
| oui   | 174         | 57 %  | 134             | 48 %  |
| non   | 129         | 43 %  | 148             | 52 %  |
|   | 303         | 100 % | 282             | 100 % |
| Maladie respiratoire  |             |       |                 |       |
| oui   | 78          | 25 %  | 56              | 20 %  |
| non   | 235         | 75 %  | 226             | 80 %  |
|   | 313         | 100 % | 282             | 100 % |
| Maladie psychiatrique   |             |       |                 |       |
| oui   | 66          | 21 %  | 11              | 4 %   |
| non   | 249         | 79 %  | 271             | 96 %  |
|   | 315         | 100 % | 282             | 100 % |
| Maladie neurologique  |             |       |                 |       |
| oui   | 66          | 22 %  | 13              | 5 %   |
| non   | 240         | 78 %  | 269             | 95 %  |
|   | 306         | 100 % | 282             | 100 % |
| Accident vasculaire cérébral  |             |       |                 |       |
| oui   | 40          | 13 %  | 9               | 3 %   |
| non   | 265         | 87 %  | 273             | 97 %  |
|   | 305         | 100 % | 282             | 100 % |

## Annexe 11. (Suite)

|                                 | cas (n=315) |       | témoins (n=282) |       |
|---------------------------------|-------------|-------|-----------------|-------|
|                                 | nombre      | %     | nombre          | %     |
| Maladie de parkinson            |             |       |                 |       |
| oui                             | 21          | 9 %   | 2               | 1 %   |
| non                             | 201         | 91 %  | 280             | 99 %  |
|                                 | 222         | 100 % | 282             | 100 % |
| Maladie du foie                 |             |       |                 |       |
| oui                             | 17          | 6 %   | 10              | 4 %   |
| non                             | 287         | 94 %  | 272             | 96 %  |
|                                 | 304         | 100 % | 282             | 100 % |
| Maladie rénale                  |             |       |                 |       |
| oui                             | 28          | 9 %   | 15              | 5 %   |
| non                             | 279         | 91 %  | 267             | 95 %  |
|                                 | 307         | 100 % | 282             | 100 % |
| Cancer                          |             |       |                 |       |
| oui                             | 51          | 16 %  | 19              | 7 %   |
| non                             | 259         | 84 %  | 263             | 93 %  |
|                                 | 310         | 100 % | 282             | 100 % |
| Consommation d'alcool           |             |       |                 |       |
| moins d'un verre/jour ou jamais | 301         | 98 %  | 278             | 99 %  |
| 1 à 4 verres/jour               | 7           | 2 %   | 4               | 1 %   |
|                                 | 308         | 100 % | 282             | 100 % |
| <b>MEDICAMENTS</b>              |             |       |                 |       |
| Prise de neuroleptiques         |             |       |                 |       |
| oui                             | 17          | 8 %   | 2               | 1 %   |
| non                             | 205         | 92 %  | 177             | 99 %  |
|                                 | 222         | 100 % | 179             | 100 % |
| Prise d'anti-parkinsoniens      |             |       |                 |       |
| oui                             | 11          | 5 %   | 1               | 1 %   |
| non                             | 211         | 95 %  | 178             | 99 %  |
|                                 | 222         | 100 % | 179             | 100 % |
| Prise d'antidépresseurs         |             |       |                 |       |
| oui                             | 41          | 18 %  | 20              | 11 %  |
| non                             | 181         | 82 %  | 159             | 89 %  |
|                                 | 222         | 100 % | 179             | 100 % |
| Prise de diurétiques            |             |       |                 |       |
| oui                             | 90          | 41 %  | 62              | 35 %  |
| non                             | 132         | 59 %  | 117             | 65 %  |
|                                 | 222         | 100 % | 179             | 100 % |

## Annexe 11. (Suite)

| DESCRIPTION DE L'IMMEUBLE ET DU LOGEMENT                              | cas (n=315) |       | témoins (n=282) |       |
|---|-------------|-------|-----------------|-------|
|   | nombre      | %     | nombre          | %     |
| Type de bâtiment  |             |       |                 |       |
| maison individuelle   | 40          | 13 %  | 37              | 13 %  |
| Immeuble collectif  | 274         | 87 %  | 245             | 87 %  |
|   | 314         | 100 % | 282             | 100 % |
| Période de construction de l'immeuble                                 |             |       |                 |       |
| avant 1871  | 27          | 9 %   | 29              | 10 %  |
| de 1871 à 1914  | 68          | 22 %  | 49              | 17 %  |
| de 1915 à 1948  | 66          | 21 %  | 45              | 16 %  |
| de 1949 à 1961  | 40          | 13 %  | 27              | 10 %  |
| de 1962 à 1967  | 28          | 9 %   | 27              | 10 %  |
| de 1968 à 1974  | 39          | 12 %  | 32              | 11 %  |
| de 1975 à 1981  | 8           | 3 %   | 28              | 10 %  |
| à partir de 1982  | 39          | 12 %  | 45              | 16 %  |
|   | 315         | 100 % | 282             | 100 % |
| Epoque de construction  |             |       |                 |       |
| bâtiment construit à partir de 1975                                   | 47          | 15 %  | 73              | 26 %  |
| bâtiment construit avant 1975   | 268         | 85 %  | 209             | 74 %  |
|   | 315         | 100 % | 282             | 100 % |
| Matériaux des murs  |             |       |                 |       |
| pierre  | 77          | 32 %  | 64              | 33 %  |
| pierre/brique ou brique   | 62          | 26 %  | 50              | 26 %  |
| béton/brique ou béton/pierre  | 35          | 15 %  | 21              | 11 %  |
| béton   | 64          | 27 %  | 57              | 30 %  |
|   | 238         | 100 % | 192             | 100 % |
| Matériaux de toiture  |             |       |                 |       |
| zinc/aluminium  | 59          | 25 %  | 38              | 20 %  |
| ardoises  | 51          | 21 %  | 33              | 18 %  |
| tuiles  | 54          | 23 %  | 46              | 25 %  |
| béton   | 74          | 31 %  | 70              | 37 %  |
|   | 238         | 100 % | 187             | 100 % |
| Etat de l'immeuble  |             |       |                 |       |
| bon   | 122         | 46 %  | 121             | 56 %  |
| assez bon   | 81          | 31 %  | 52              | 24 %  |
| passable  | 52          | 20 %  | 34              | 16 %  |
| médiocre ou mauvais   | 10          | 4 %   | 10              | 5 %   |
|   | 265         | 100 % | 217             | 100 % |
| Logement situé au dernier étage (immeubles collectifs)                |             |       |                 |       |
| oui   | 57          | 21 %  | 24              | 10 %  |
| non   | 219         | 79 %  | 221             | 90 %  |
|   | 276         | 100 % | 245             | 100 % |
| Maison avec une cave  |             |       |                 |       |
| oui   | 33          | 83 %  | 32              | 84 %  |
| non   | 7           | 18 %  | 6               | 16 %  |
|   | 40          | 100 % | 38              | 100 % |
| Immeuble avec ascenseur (immeubles collectifs)                        |             |       |                 |       |
| oui   | 199         | 63 %  | 185             | 66 %  |
| non   | 115         | 37 %  | 96              | 34 %  |
|   | 314         | 100 % | 281             | 100 % |
| Existence de travaux d'amélioration de l'isolation thermique :        |             |       |                 |       |
| dans le bâtiment et le logement                                       | 44          | 14 %  | 45              | 17 %  |
| dans le bâtiment ou dans le logement                                  | 101         | 33 %  | 111             | 41 %  |
| pas de travaux d'isolation connus                                     | 162         | 53 %  | 114             | 42 %  |
|   | 307         | 100 % | 270             | 100 % |
| Opinion de la personne enquêtée sur l'isolation thermique du logement |             |       |                 |       |
| bien isolé de la chaleur et du froid                                  | 175         | 56 %  | 173             | 62 %  |
| bien isolé de la chaleur ou bien isolé du froid                       | 73          | 24 %  | 60              | 22 %  |
| mal isolé de la chaleur et du froid                                   | 62          | 20 %  | 46              | 16 %  |
|   | 310         | 100 % | 279             | 100 % |
| Possibilité de courant d'air entre des façades différentes            |             |       |                 |       |
| oui   | 243         | 77 %  | 226             | 80 %  |
| non   | 72          | 23 %  | 56              | 20 %  |
|   | 315         | 100 % | 282             | 100 % |

## Annexe 11. (Suite)

| DESCRIPTION DE L'IMMEUBLE ET DU LOGEMENT (suite)                                  | cas (n=315) |       | témoins (n=282) |       |
|---|-------------|-------|-----------------|-------|
|   | nombre      | %     | nombre          | %     |
| Présence d'un système de climatisation  |             |       |                 |       |
| oui   | 7           | 2 %   | 9               | 3 %   |
| non   | 307         | 98 %  | 272             | 97 %  |
|   | 314         | 100 % | 281             | 100 % |
| Type de sanitaires dans le logement   |             |       |                 |       |
| Douche  | 87          | 28 %  | 87              | 31 %  |
| douche et baignoire   | 106         | 34 %  | 126             | 45 %  |
| Baignoire   | 85          | 27 %  | 55              | 20 %  |
| ni douche ni baignoire  | 33          | 11 %  | 13              | 5 %   |
|   | 311         | 100 % | 281             | 100 % |
| Pièce utilisée la nuit début août située sous les toits                           |             |       |                 |       |
| Oui   | 57          | 18 %  | 27              | 10 %  |
| Non   | 257         | 82 %  | 254             | 90 %  |
|   | 314         | 100 % | 281             | 100 % |
| Existence d'une protection solaire extérieure des fenêtres de la pièce de nuit    |             |       |                 |       |
| oui   | 244         | 82 %  | 228             | 85 %  |
| non   | 55          | 18 %  | 41              | 15 %  |
|   | 299         | 100 % | 269             | 100 % |
| Pièce principalement utilisée début août pendant la journée située sous les toits |             |       |                 |       |
| oui   | 47          | 15 %  | 20              | 7 %   |
| non   | 259         | 85 %  | 258             | 93 %  |
|   | 306         | 100 % | 278             | 100 % |
| Existence d'une protection solaire extérieure des fenêtres de la pièce de jour    |             |       |                 |       |
| oui   | 223         | 81 %  | 208             | 83 %  |
| non   | 54          | 19 %  | 42              | 17 %  |
|   | 277         | 100 % | 250             | 100 % |

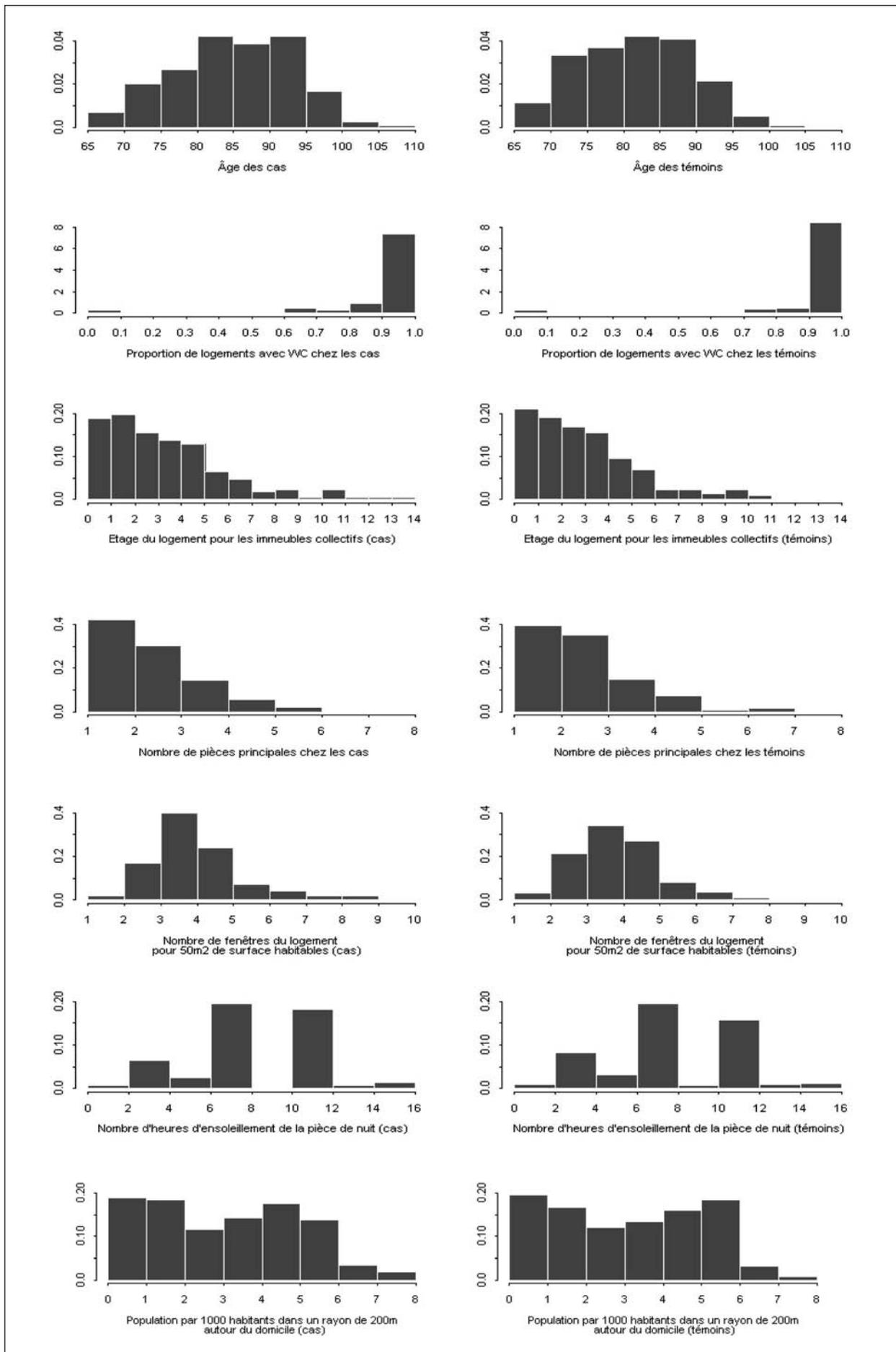
## Annexe 12. Caractéristiques de l'ensemble des cas et témoins - variables quantitatives (315 cas et 282 témoins)

|  | N   | Min   | C25   | Moyenne | Médiane | C75   | Max    | Dev Std |
|--|-----|-------|-------|---------|---------|-------|--------|---------|
| Age  |     |       |       |         |         |       |        |         |
| cas  | 315 | 65,97 | 79,02 | 85,11   | 85,90   | 91,37 | 106,96 | 8,12    |
| témoins  | 282 | 65,00 | 76,00 | 82,09   | 82,00   | 88,00 | 103,00 | 7,47    |
| <b>IMMEUBLE ET LOGEMENT</b>  |     |       |       |         |         |       |        |         |
| Catégorie cadastrale   |     |       |       |         |         |       |        |         |
| cas  | 264 | 3,00  | 4,00  | 5,00    | 5,00    | 6,00  | 7,00   | 0,92    |
| témoins  | 222 | 2,30  | 4,00  | 4,88    | 5,00    | 5,50  | 7,00   | 0,90    |
| Proportion de logements avec WC  |     |       |       |         |         |       |        |         |
| cas  | 268 | 0,00  | 0,89  | 0,89    | 1,00    | 1,00  | 1,00   | 0,23    |
| témoins  | 222 | 0,00  | 1,00  | 0,92    | 1,00    | 1,00  | 1,00   | 0,21    |
| Proportion de logements avec douche ou baignoire                                     |     |       |       |         |         |       |        |         |
| cas  | 267 | 0,00  | 0,67  | 0,78    | 1,00    | 1,00  | 1,00   | 0,33    |
| témoins  | 222 | 0,00  | 0,81  | 0,82    | 1,00    | 1,00  | 1,00   | 0,31    |
| Etage du logement (immeubles collectifs)   |     |       |       |         |         |       |        |         |
| cas  | 275 | 0,00  | 2,00  | 3,97    | 4,00    | 5,00  | 14,00  | 2,63    |
| témoins  | 244 | 0,00  | 2,00  | 3,70    | 3,00    | 5,00  | 25,00  | 2,85    |
| Etage du logement (logements en immeubles collectifs et non situés au dernier étage) |     |       |       |         |         |       |        |         |
| cas  | 218 | 0,00  | 2,00  | 3,75    | 3,00    | 5,00  | 14,00  | 2,63    |
| témoins  | 220 | 0,00  | 2,00  | 3,45    | 3,00    | 5,00  | 25,00  | 2,79    |
| Nombre de pièces principales dans le logement  |     |       |       |         |         |       |        |         |
| cas  | 312 | 1,00  | 2,00  | 2,80    | 3,00    | 3,00  | 10,00  | 1,28    |
| témoins  | 279 | 1,00  | 2,00  | 2,92    | 3,00    | 3,50  | 9,00   | 1,28    |
| Surface habitable du logement (m <sup>2</sup> )                                      |     |       |       |         |         |       |        |         |
| cas  | 314 | 7,00  | 42,00 | 63,31   | 60,00   | 75,00 | 250,00 | 33,56   |
| témoins  | 281 | 9,00  | 47,00 | 65,56   | 60,00   | 75,00 | 200,00 | 28,09   |
| Nombre de fenêtres du logement pour 50 m <sup>2</sup> de surface au sol              |     |       |       |         |         |       |        |         |
| cas  | 314 | 1,30  | 3,19  | 4,18    | 3,85    | 4,60  | 15,00  | 1,66    |
| témoins  | 281 | 1,47  | 3,03  | 3,96    | 3,75    | 4,55  | 13,39  | 1,41    |
| Nombre d'heures d'ensoleillement dans la pièce de nuit                               |     |       |       |         |         |       |        |         |
| cas  | 302 | 0,00  | 7,50  | 8,52    | 7,50    | 12,00 | 15,00  | 3,41    |
| témoins  | 278 | 0,00  | 7,13  | 8,13    | 7,50    | 12,00 | 15,00  | 3,48    |
| Nombre d'heures d'ensoleillement dans la pièce de jour                               |     |       |       |         |         |       |        |         |
| cas  | 296 | 0,00  | 7,50  | 9,23    | 9,00    | 12,00 | 15,00  | 3,27    |
| témoins  | 276 | 0,00  | 7,50  | 8,52    | 7,50    | 12,00 | 15,00  | 3,50    |
| Nombre total d'heures d'ensoleillement dans la pièce de jour et la pièce de nuit     |     |       |       |         |         |       |        |         |
| cas  | 294 | 0,00  | 15,00 | 17,76   | 15,00   | 24,00 | 30,00  | 5,91    |
| témoins  | 274 | 0,00  | 15,00 | 16,67   | 15,00   | 21,00 | 30,00  | 5,89    |
| <b>DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT</b>  |     |       |       |         |         |       |        |         |
| Population dans un rayon de 50 m par 1 000   |     |       |       |         |         |       |        |         |
| cas  | 313 | 0,00  | 0,10  | 0,23    | 0,23    | 0,35  | 0,67   | 0,15    |
| témoins  | 282 | 0,00  | 0,11  | 0,24    | 0,23    | 0,35  | 0,69   | 0,15    |
| Population dans un rayon de 100 m par 1 000  |     |       |       |         |         |       |        |         |
| cas  | 313 | 0,03  | 0,45  | 1,02    | 0,91    | 1,36  | 4,93   | 0,79    |
| témoins  | 282 | 0,00  | 0,49  | 1,08    | 1,00    | 1,42  | 6,04   | 0,89    |
| Population dans un rayon de 200 m par 1 000  |     |       |       |         |         |       |        |         |
| cas  | 313 | 0,00  | 1,26  | 3,07    | 3,12    | 4,61  | 7,83   | 1,89    |
| témoins  | 282 | 0,00  | 1,27  | 3,11    | 3,19    | 4,82  | 7,17   | 1,92    |

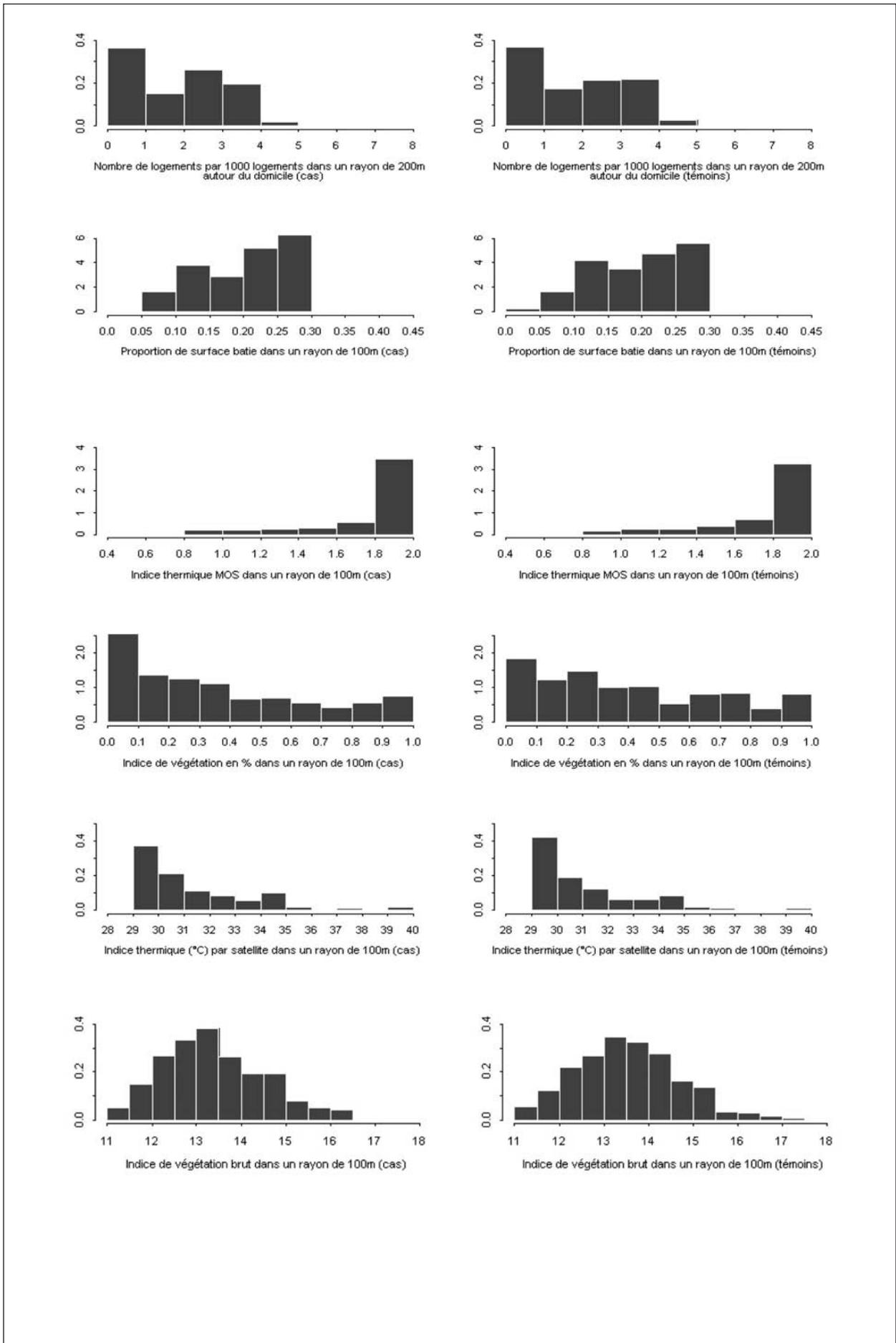
## Annexe 12. (Suite)

|  | N   | Min   | C25   | Moyenne | Médiane | C75   | Max   | Dev Std |
|--|-----|-------|-------|---------|---------|-------|-------|---------|
| <b>DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT (suite)</b>  |     |       |       |         |         |       |       |         |
| Nombre de logements dans un rayon de 50 m par 1 000  |     |       |       |         |         |       |       |         |
| cas  | 313 | 0,00  | 0,06  | 0,14    | 0,14    | 0,23  | 0,41  | 0,10    |
| témoins  | 282 | 0,00  | 0,06  | 0,14    | 0,14    | 0,22  | 0,44  | 0,10    |
| Nombre de logements dans un rayon de 100 m par 1 000                                       |     |       |       |         |         |       |       |         |
| cas  | 313 | 0,01  | 0,24  | 0,63    | 0,57    | 0,85  | 3,50  | 0,53    |
| témoins  | 282 | 0,00  | 0,25  | 0,67    | 0,57    | 0,88  | 3,86  | 0,63    |
| Nombre de logements dans un rayon de 200 m par 1 000                                       |     |       |       |         |         |       |       |         |
| cas  | 313 | 0,00  | 0,69  | 1,87    | 1,90    | 2,84  | 5,23  | 1,24    |
| témoins  | 282 | 0,00  | 0,68  | 1,85    | 1,73    | 2,97  | 4,73  | 1,24    |
| Indice de surface bâtie dans un rayon de 50 m  |     |       |       |         |         |       |       |         |
| cas  | 313 | 0,02  | 0,14  | 0,21    | 0,22    | 0,27  | 0,43  | 0,07    |
| témoins  | 281 | 0,02  | 0,13  | 0,20    | 0,21    | 0,27  | 0,38  | 0,07    |
| Indice de surface bâtie dans un rayon de 100 m   |     |       |       |         |         |       |       |         |
| cas  | 313 | 0,05  | 0,14  | 0,20    | 0,21    | 0,26  | 0,41  | 0,07    |
| témoins  | 281 | 0,03  | 0,13  | 0,20    | 0,20    | 0,26  | 0,41  | 0,07    |
| Indice de surface bâtie dans un rayon de 200 m   |     |       |       |         |         |       |       |         |
| cas  | 313 | 0,06  | 0,15  | 0,20    | 0,20    | 0,24  | 0,42  | 0,06    |
| témoins  | 281 | 0,02  | 0,14  | 0,19    | 0,20    | 0,24  | 0,44  | 0,06    |
| Indice thermique MOS dans un rayon de 50 m (calculé à partir du mode d'occupation du sol)  |     |       |       |         |         |       |       |         |
| cas  | 306 | 0,69  | 1,74  | 1,80    | 1,98    | 2,00  | 2,00  | 0,31    |
| témoins  | 275 | 0,65  | 1,74  | 1,80    | 1,99    | 2,00  | 2,00  | 0,32    |
| Indice thermique MOS dans un rayon de 100 m (calculé à partir du mode d'occupation du sol) |     |       |       |         |         |       |       |         |
| cas  | 306 | 0,56  | 1,73  | 1,78    | 1,93    | 2,00  | 2,00  | 0,32    |
| témoins  | 275 | 0,42  | 1,68  | 1,77    | 1,91    | 1,98  | 2,00  | 0,31    |
| Indice thermique MOS dans un rayon de 200 m (calculé à partir du mode d'occupation du sol) |     |       |       |         |         |       |       |         |
| cas  | 306 | 0,67  | 1,69  | 1,76    | 1,90    | 1,96  | 2,00  | 0,30    |
| témoins  | 275 | 0,28  | 1,64  | 1,75    | 1,89    | 1,95  | 2,00  | 0,31    |
| Indice de végétation dans un rayon de 50 m (calcul par classes)                            |     |       |       |         |         |       |       |         |
| cas  | 313 | 0,00  | 0,04  | 0,35    | 0,27    | 0,56  | 1,00  | 0,33    |
| témoins  | 282 | 0,00  | 0,07  | 0,38    | 0,29    | 0,65  | 1,00  | 0,34    |
| Indice de végétation dans un rayon de 100 m (calcul par classes)                           |     |       |       |         |         |       |       |         |
| cas  | 313 | 0,00  | 0,10  | 0,36    | 0,29    | 0,57  | 1,00  | 0,30    |
| témoins  | 282 | 0,00  | 0,14  | 0,40    | 0,35    | 0,64  | 1,00  | 0,30    |
| Indice de végétation dans un rayon de 200 m (calcul par classes)                           |     |       |       |         |         |       |       |         |
| cas  | 313 | 0,00  | 0,16  | 0,38    | 0,32    | 0,57  | 1,00  | 0,27    |
| témoins  | 282 | 0,00  | 0,18  | 0,40    | 0,35    | 0,61  | 1,00  | 0,27    |
| Indice de végétation brut dans un rayon de 100 m   |     |       |       |         |         |       |       |         |
| cas  | 313 | 11,05 | 12,57 | 13,40   | 13,34   | 14,18 | 16,50 | 1,13    |
| témoins  | 282 | 11,34 | 12,77 | 13,52   | 13,48   | 14,25 | 17,02 | 1,12    |
| Indice thermique dans un rayon de 50 m (images satellite)                                  |     |       |       |         |         |       |       |         |
| cas  | 313 | 28,23 | 30,00 | 31,55   | 30,00   | 33,01 | 40,00 | 2,38    |
| témoins  | 282 | 25,00 | 30,00 | 31,31   | 30,00   | 32,34 | 40,00 | 2,25    |
| Indice thermique dans un rayon de 100 m (images satellite)                                 |     |       |       |         |         |       |       |         |
| cas  | 313 | 28,45 | 30,00 | 31,58   | 30,57   | 32,41 | 40,00 | 2,21    |
| témoins  | 282 | 26,42 | 30,00 | 31,34   | 30,15   | 32,11 | 40,00 | 2,07    |
| Indice thermique dans un rayon de 200 m (images satellite)                                 |     |       |       |         |         |       |       |         |
| cas  | 313 | 28,24 | 30,13 | 31,57   | 30,89   | 32,16 | 40,00 | 2,00    |
| témoins  | 282 | 28,03 | 30,02 | 31,38   | 30,65   | 32,13 | 40,00 | 1,91    |

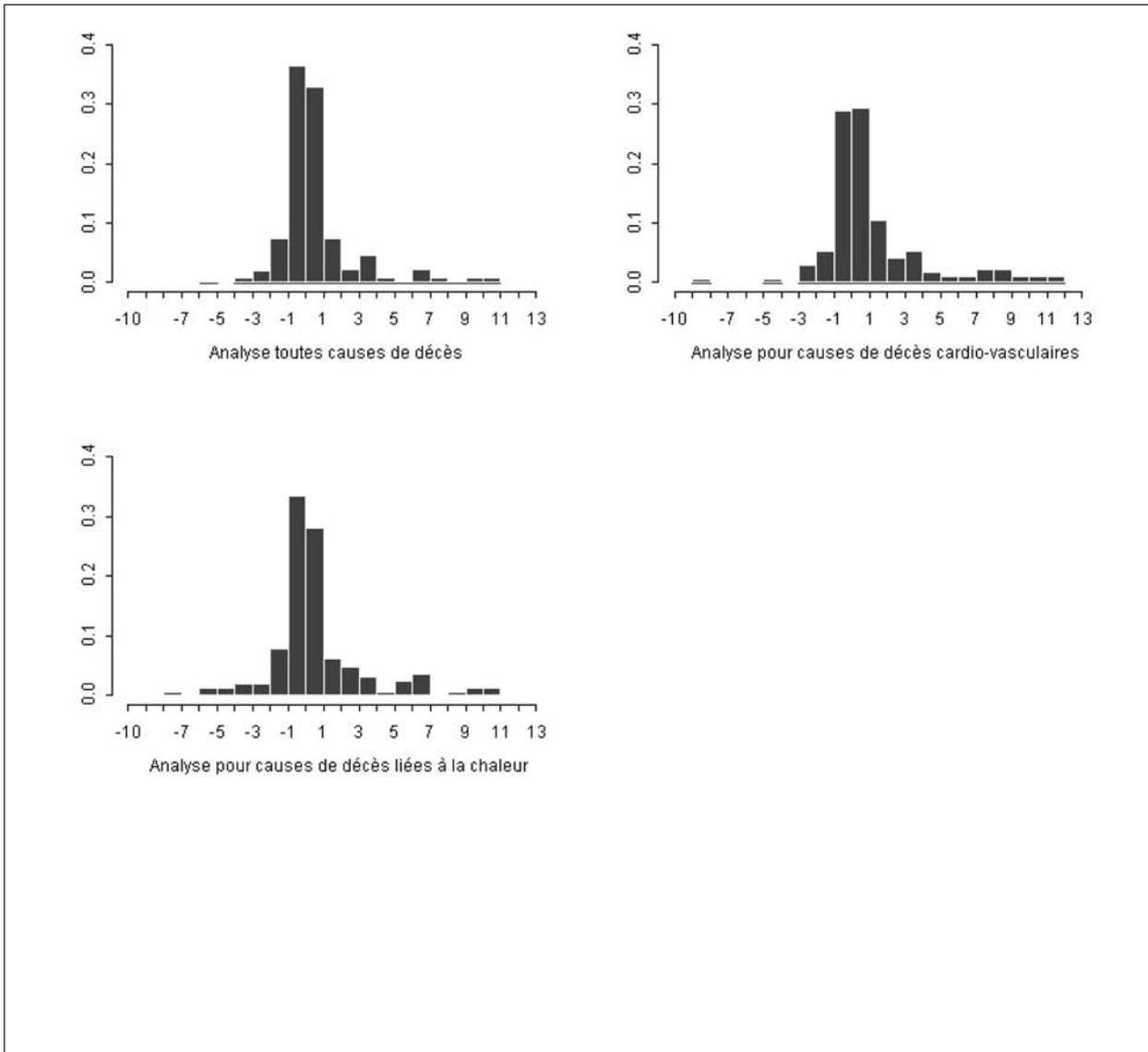
## Annexe 13. Histogrammes de distribution des principales variables quantitatives (315 cas et 282 témoins)



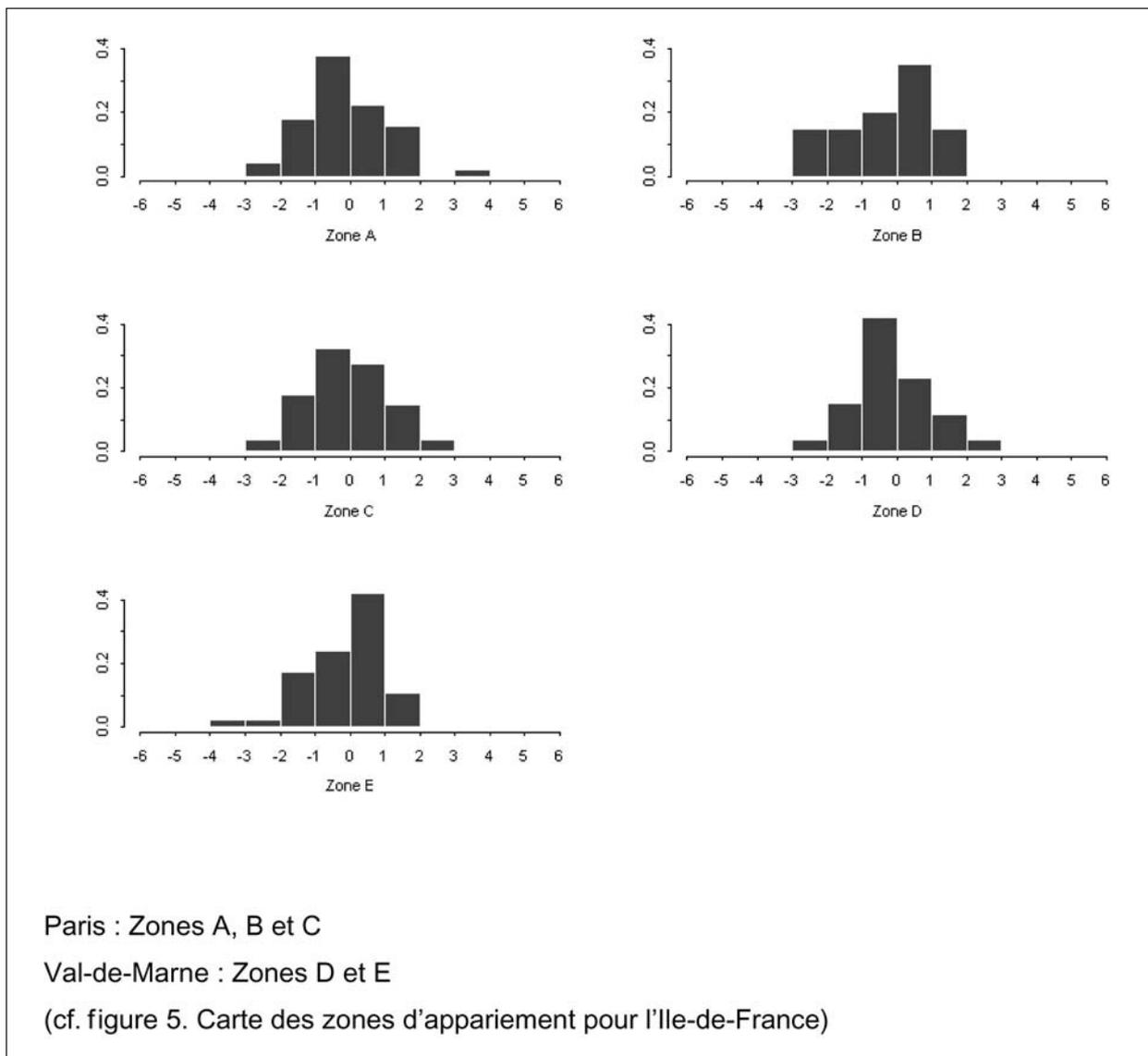
# Annexe 13. (Suite)



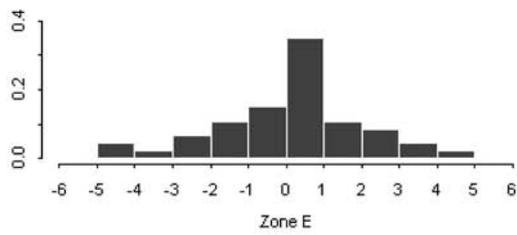
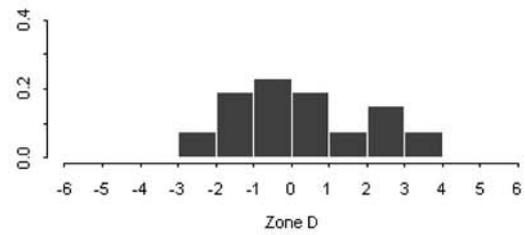
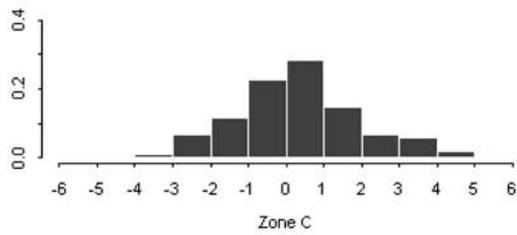
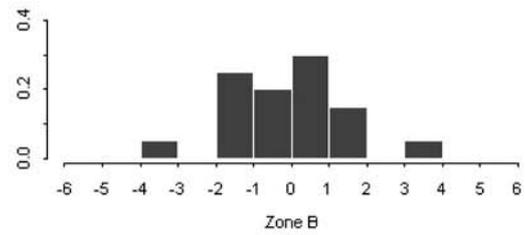
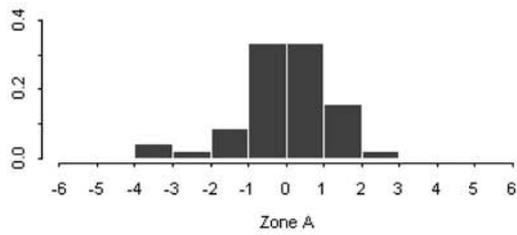
## Annexe 14. Distribution des différences d'âge entre cas et témoins appariés



## Annexe 15. Différences entre cas et témoins appariés pour l'indice de végétation brut (analyse univariée appariée toutes causes de décès)



## Annexe 16. Différences entre cas et témoins appariés pour l'indice thermique 200 m (analyse univariée appariée toutes causes de décès)



Paris : Zones A, B et C

Val-de-Marne : Zones D et E

(cf. carte des zones en figure 5)

## Annexe 17. Résultats de l'analyse univariée causes liées à la chaleur

| Analyse des décès causes liées à la chaleur (87 cas, 164 témoins)  | Nbre cas | %    | Nbre témoins | %    | OR   | IC95% | p     |       |
|--|----------|------|--------------|------|------|-------|-------|-------|
| <b>CARACTERISTIQUES SOCIO DEMOGRAPHIQUES</b>   |          |      |              |      |      |       |       |       |
| <b>Statut matrimonial</b>  |          |      |              |      |      |       | 0,405 |       |
| Veufs  | 43       | (49) | 91           | (55) | 1,00 |       |       |       |
| marié ou vivant maritalement   | 29       | (33) | 39           | (24) | 1,76 | 0,88  | 3,51  |       |
| divorcé ou séparé  | 9        | (10) | 19           | (12) | 1,26 | 0,50  | 3,21  |       |
| Célibataire  | 6        | (7)  | 15           | (9)  | 0,97 | 0,34  | 2,80  |       |
| <b>Catégorie socioprofessionnelle</b>  |          |      |              |      |      |       | 0,012 |       |
| cadre, profession intellectuelle supérieure  | 17       | (20) | 45           | (28) |      |       |       |       |
| artisan, commerçant, chef d'entreprise, agriculteur  | 14       | (17) | 21           | (13) | 1,66 | 0,65  | 4,24  |       |
| profession intermédiaire   | 7        | (8)  | 27           | (17) | 0,63 | 0,22  | 1,83  |       |
| employé  | 19       | (23) | 40           | (25) | 1,05 | 0,44  | 2,51  |       |
| ouvrier ou autre   | 27       | (32) | 26           | (16) | 3,07 | 1,30  | 7,26  |       |
| <b>VIE QUOTIDIENNE ET AUTONOMIE</b>  |          |      |              |      |      |       |       |       |
| <b>Personne hospitalisée à domicile</b>  | 5        | (6)  | 3            | (2)  | 3,80 | 0,87  | 16,64 | 0,071 |
| <b>Personne faisant appel à des intervenants</b>   | 64       | (74) | 86           | (52) | 3,32 | 1,65  | 6,70  | 0,000 |
| <b>Personne faisant appel à des intervenants médicaux à domicile</b>                                     | 45       | (53) | 45           | (28) | 3,39 | 1,79  | 6,42  | 0,000 |
| <b>Personne faisant appel à des intervenants non médicaux à domicile</b>                                 | 55       | (64) | 67           | (41) | 3,00 | 1,61  | 5,61  | 0,000 |
| <b>Autonomie de la personne</b>  |          |      |              |      |      |       | 0,000 |       |
| personne non confinée au lit ou au fauteuil et pouvant s'habiller et se laver toute seule...             | 18       | (21) | 78           | (48) |      |       |       |       |
| personne non confinée au lit ou au fauteuil mais ne pouvant pas s'habiller et/ou se laver toute seule... | 24       | (28) | 43           | (26) | 2,48 | 1,19  | 5,21  |       |
| personne confinée au lit ou au fauteuil  | 45       | (52) | 43           | (26) | 4,21 | 2,11  | 8,42  |       |
| <b>ADAPTATION A LA CANICULE</b>  |          |      |              |      |      |       |       |       |
| <b>Sortie du domicile pendant la canicule</b>  |          |      |              |      |      |       | 0,000 |       |
| sortie pour autres causes  | 28       | (32) | 77           | (47) | 1,00 |       |       |       |
| sortie pour rechercher un endroit climatisé ou un endroit frais  | 5        | (6)  | 34           | (21) | 0,38 | 0,14  | 1,06  |       |
| pas de sortie ou sorties très rares (1 fois ou moins par semaine)  | 54       | (62) | 53           | (32) | 2,64 | 1,45  | 4,81  |       |

## Annexe 17. (Suite)

| Analyse des décès causes liées à la chaleur (87 cas, 164 témoins)                     | Nbre cas | %    | Nbre témoins | %    | OR    | IC95%      | p     |
|---|----------|------|--------------|------|-------|------------|-------|
| <b>Personne se faisant livrer ses courses à domicile pendant la canicule</b>          | 53       | (64) | 51           | (33) | 3,81  | 2,06 7,05  | 0,000 |
| <b>Fréquence des douches ou bains début août :</b>                                    |          |      |              |      |       |            | 0,000 |
| plus d'une par jour   | 9        | (12) | 59           | (42) | 1,00  |            |       |
| 1 par jour  | 17       | (22) | 53           | (37) | 1,84  | 0,65 5,19  |       |
| 1 tous les deux jours   | 8        | (11) | 9            | (6)  | 7,47  | 2,00 27,93 |       |
| 1 par semaine   | 10       | (13) | 7            | (5)  | 10,18 | 2,30 45,18 |       |
| jamais  | 32       | (42) | 14           | (10) | 13,76 | 4,68 40,45 |       |
| <b>Début août, par rapport à son habitude, fréquence des douches ou bains</b>         |          |      |              |      |       |            | 0,000 |
| Augmentée   | 11       | (15) | 65           | (49) | 1,00  |            |       |
| Identique   | 56       | (78) | 65           | (49) | 7,45  | 2,85 19,51 |       |
| Diminuée  | 5        | (7)  | 4            | (3)  | 9,60  | 1,93 47,72 |       |
| <b>Début août, quantité de boissons non alcoolisées consommée en moyenne par jour</b> |          |      |              |      |       |            | 0,001 |
| 1 litre et plus   | 40       | (51) | 111          | (77) | 1,00  |            |       |
| 1 à 3 verres  | 7        | (9)  | 3            | (2)  | 8,13  | 1,55 42,72 |       |
| 1/2 litre à 1 litres  | 32       | (41) | 31           | (21) | 2,36  | 1,31 4,27  |       |
| <b>Habitudes vestimentaires en août</b>   |          |      |              |      |       |            |       |
| Personne ayant tendance à se vêtir début août comme d'habitude                        | 37       | (44) | 30           | (19) |       |            | 0,000 |
| Personne ayant tendance à se vêtir début août moins que d'habitude                    | 47       | (56) | 127          | (81) | 0,26  | 0,13 0,51  |       |
| <b>Personne utilisant des moyens de rafraîchissement début août</b>                   | 60       | (71) | 134          | (85) | 0,36  | 0,18 0,71  | 0,003 |
| <b>Ouverture des fenêtres du logement en août :</b>                                   |          |      |              |      |       |            | 0,027 |
| n'ouvre pas l'après-midi mais ouvre le matin, la nuit et/ou le soir                   | 25       | (32) | 74           | (50) | 1,00  |            |       |
| n'ouvre jamais  | 8        | (10) | 13           | (9)  | 1,86  | 0,66 5,22  |       |
| ouvre l'après midi  | 46       | (58) | 61           | (41) | 2,28  | 1,21 4,27  |       |
| <b>Personne sensibilisée aux mesures de prévention à prendre durant la canicule</b>   | 35       | (43) | 83           | (55) | 0,63  | 0,36 1,13  | 0,118 |
| <b>Personne regardant la TV, écoutant la radio et lisant les journaux</b>             | 82       |      | 156          |      | 1,06  | 0,27 4,20  | 0,929 |
| <b>ENVIRONNEMENT SOCIAL ET FAMILIAL</b>   |          |      |              |      |       |            |       |
| <b>Personne habitant seule</b>  | 46       | (53) | 113          | (69) | 0,51  | 0,28 0,93  | 0,026 |

## Annexe 17. (Suite)

| Analyse des décès causes liées à la chaleur (87 cas, 164 témoins)                      | Nbre cas | %    | Nbre témoins | %    | OR   | IC95%      | p     |
|--|----------|------|--------------|------|------|------------|-------|
| <b>Fréquence des visites par les proches habituellement</b>                            |          |      |              |      |      |            | 0,218 |
| jamais ou rarement (moins d'une fois par semaine)                                      | 68       | (42) | 26           | (30) | 1,00 |            |       |
| 2 à 4 fois par semaine   | 45       | (28) | 24           | (28) | 1,37 | 0,69 2,70  |       |
| tous les jours ou presque  | 48       | (30) | 37           | (43) | 1,78 | 0,92 3,44  |       |
| <b>Fréquence des visites par les proches début août</b>                                |          |      |              |      |      |            | 0,000 |
| jamais ou rarement (moins d'une fois par semaine)                                      | 27       | (31) | 95           | (59) | 1,00 |            |       |
| 2 à 4 fois par semaine   | 22       | (26) | 28           | (18) | 3,09 | 1,50 6,37  |       |
| tous les jours ou presque  | 37       | (43) | 37           | (23) | 3,84 | 1,87 7,89  |       |
| <b>Personne n'ayant aucune activité (sociale, religieuse, culturelle ou de loisir)</b> | 34       | (39) | 23           | (14) | 4,81 | 2,25 10,31 | 0,000 |
| <b>Personne possédant un animal de compagnie</b>                                       | 14       | (16) | 23           | (14) | 1,02 | 0,49 2,12  | 0,964 |
| <b>ETAT DE SANTE</b>   |          |      |              |      |      |            |       |
| <b>Dénutrition</b>   | 9        | (11) | 6            | (4)  | 2,57 | 0,82 8,01  | 0,097 |
| <b>Escarres</b>  | 7        | (8)  | 3            | (2)  | 4,91 | 0,98 24,65 | 0,034 |
| <b>Obésité</b>   | 28       | (32) | 39           | (24) | 1,90 | 1,02 3,55  | 0,043 |
| <b>Maladie cardiovasculaire</b>  | 56       | (65) | 58           | (36) | 4,49 | 2,29 8,80  | 0,000 |
| hypertension artérielle  | 53       | (63) | 72           | (46) | 2,04 | 1,17 3,54  | 0,009 |
| <b>Maladie respiratoire</b>  | 21       | (25) | 33           | (21) | 1,16 | 0,61 2,20  | 0,652 |
| <b>Maladie psychiatrique</b>   | 14       | (16) | 9            | (5)  | 2,71 | 1,15 6,36  | 0,021 |
| <b>Maladie neurologique</b>  | 16       | (19) | 9            | (6)  | 4,23 | 1,63 11,01 | 0,002 |
| <b>Accident vasculaire cérébral</b>  | 10       | (12) | 5            | (3)  | 7,00 | 1,50 32,76 | 0,004 |
| <b>Maladie de parkinson</b>  | 5        | (8)  | 2            | (2)  | 9,03 | 1,03 79,03 | 0,018 |
| <b>Maladie du foie</b>   | 5        | (6)  | 6            | (4)  | 1,85 | 0,56 6,13  | 0,324 |
| <b>Maladie rénale</b>  | 7        | (8)  | 7            | (4)  | 2,10 | 0,71 6,19  | 0,182 |
| <b>Cancer</b>  | 12       | (14) | 11           | (7)  | 2,30 | 0,92 5,71  | 0,073 |
| <b>MEDICAMENTS</b>   |          |      |              |      |      |            |       |
| <b>Prise de neuroleptiques</b>   | 1        | (2)  | 2            | (3)  | 0,54 | 0,05 6,28  | 0,613 |

## Annexe 17. (Suite)

| Analyse des décès causes liées à la chaleur (87 cas, 164 témoins) | Nbre cas | %    | Nbre témoins | %    | OR   | IC95%      | p     |
|---|----------|------|--------------|------|------|------------|-------|
| <b>Prise d'antiparkinsoniens</b>                                  | 1        | (1)  | 0            | (0)  |      |            |       |
| <b>Prise d'antidépresseurs</b>                                    | 14       | (26) | 7            | (9)  | 8,56 | 1,77 41,44 | 0,001 |
| <b>Prise de diurétiques</b>                                       | 22       | (42) | 27           | (36) | 1,16 | 0,60 2,25  | 0,660 |
| <b>DESCRIPTION DE L'IMMEUBLE ET DU LOGEMENT</b>                   |          |      |              |      |      |            |       |
| <b>Type de bâtiment</b>   |          |      |              |      |      |            | 0,245 |
| Maison individuelle   | 9        | (10) | 20           | (12) | 1,00 |            |       |
| Immeuble collectif  | 78       | (90) | 144          | (88) | 1,84 | 0,65 5,19  |       |
| <b>Période de construction de l'immeuble</b>                      |          |      |              |      |      |            | 0,677 |
| avant 1871  | 6        | (7)  | 15           | (9)  | 1,00 |            |       |
| de 1871 à 1914  | 19       | (22) | 28           | (17) | 1,58 | 0,48 5,26  |       |
| de 1915 à 1948  | 16       | (18) | 30           | (18) | 1,10 | 0,33 3,65  |       |
| de 1949 à 1961  | 11       | (13) | 17           | (10) | 1,51 | 0,40 5,64  |       |
| de 1962 à 1967  | 7        | (8)  | 11           | (7)  | 1,47 | 0,34 6,31  |       |
| de 1968 à 1974  | 13       | (15) | 22           | (13) | 1,27 | 0,37 4,38  |       |
| de 1975 à 1981  | 3        | (3)  | 17           | (10) | 0,45 | 0,09 2,32  |       |
| à partir de 1982  | 12       | (14) | 24           | (15) | 1,04 | 0,30 3,62  |       |
| <b>Epoque de construction</b>                                     |          |      |              |      |      |            | 0,118 |
| bâtiment construit à partir de 1975                               | 15       | (17) | 41           | (25) |      |            |       |
| bâtiment construit avant 1975                                     | 72       | (83) | 123          | (75) | 1,65 | 0,87 3,13  |       |
| <b>Matériaux des murs</b>   |          |      |              |      |      |            | 0,236 |
| Pierre  | 24       | (43) | 25           | (31) | 1,00 |            |       |
| pierre/brique ou brique   | 15       | (27) | 16           | (20) | 0,70 | 0,24 2,06  |       |
| béton/brique ou béton/pierre                                      | 4        | (7)  | 8            | (10) | 0,58 | 0,15 2,25  |       |
| Béton   | 13       | (23) | 31           | (39) | 0,33 | 0,10 1,05  |       |
| <b>Matériaux de toiture</b>                                       |          |      |              |      |      |            | 0,103 |
| zinc/aluminium  | 10       | (18) | 15           | (19) | 1,00 |            |       |
| Ardoises  | 16       | (29) | 10           | (13) | 3,54 | 0,82 15,22 |       |
| Tuiles  | 13       | (24) | 21           | (27) | 1,03 | 0,26 4,10  |       |
| Béton   | 16       | (29) | 32           | (41) | 0,92 | 0,29 2,98  |       |
| <b>Catégorie cadastrale</b>                                       |          |      |              |      | 1,41 | 0,91 2,20  | 0,122 |
| <b>Pourcentage de logements avec WC</b>                           |          |      |              |      | 0,18 | 0,04 0,85  | 0,020 |
| <b>Pourcentage de logements avec douche ou baignoire</b>          |          |      |              |      | 0,57 | 0,21 1,59  | 0,282 |
| <b>Etat de l'immeuble</b>   |          |      |              |      |      |            | 0,364 |
| Bon   | 31       | (47) | 57           | (56) | 1,00 |            |       |
| assez bon   | 22       | (33) | 21           | (21) | 1,95 | 0,88 4,34  |       |
| Passable  | 11       | (17) | 20           | (20) | 0,90 | 0,34 2,39  |       |
| médiocre ou mauvais   | 2        | (3)  | 3            | (3)  | 1,34 | 0,21 8,38  |       |

## Annexe 17. (Suite)

| Analyse des décès causes liées à la chaleur (87 cas, 164 témoins)  | Nbre cas | %    | Nbre témoins | %    | OR   | IC95%     | p     |
|--|----------|------|--------------|------|------|-----------|-------|
| <b>Etage du logement</b> (immeubles collectifs)  |          |      |              |      | 1,01 | 0,91 1,13 | 0,823 |
| <b>Etage du logement</b><br>(logements en immeubles collectifs et non situés au dernier étage)   |          |      |              |      | 1,03 | 0,90 1,17 | 0,684 |
| <b>Logement situé au dernier étage</b><br>(immeubles collectifs)   | 20       | (27) | 12           | (9)  | 3,04 | 1,39 6,67 | 0,004 |
| <b>Immeuble sans ascenseur</b> (immeubles collectifs)  | 52       | (32) | 31           | (36) | 1,03 | 0,55 1,93 | 0,929 |
| <b>Travaux d'amélioration de l'isolation thermique :</b>   |          |      |              |      |      |           | 0,065 |
| ni dans le bâtiment, ni dans le logement   | 50       | (59) | 66           | (44) |      |           |       |
| dans le bâtiment et le logement  | 8        | (9)  | 22           | (15) | 0,38 | 0,15 0,98 |       |
| dans le bâtiment ou dans le logement   | 17       | (20) | 44           | (29) | 0,48 | 0,24 0,97 |       |
| pas dans le bâtiment ou pas dans le logement   | 10       | (12) | 19           | (13) | 0,50 | 0,19 1,32 |       |
| <b>Qualité de l'isolation</b>  |          |      |              |      |      |           | 0,016 |
| logements dans immeubles anciens, n'ayant fait l'objet de travaux d'isolation ni dans le bâtiment, ni dans le logement   | 41       | (48) | 49           | (31) |      |           |       |
| logements dans immeubles anciens, n'ayant pas fait l'objet de travaux d'isolation dans le bâtiment ou n'ayant pas fait l'objet de travaux d'isolation dans le logement | 7        | (8)  | 13           | (8)  | 0,50 | 0,16 1,54 |       |
| logements dans immeubles anciens, ayant fait l'objet de travaux pour le bâtiment ou le logement  | 16       | (19) | 36           | (23) | 0,44 | 0,20 0,96 |       |
| logements dans immeubles récents (à partir de 1975) ou logements dans immeubles anciens ayant fait l'objet de travaux d'isolation pour le bâtiment et le logement      | 22       | (26) | 62           | (39) | 0,37 | 0,19 0,71 |       |
| <b>Opinion de la personne enquêtée sur l'isolation thermique du logement</b>   |          |      |              |      |      |           | 0,302 |
| bien isolé de la chaleur et du froid   | 42       | (49) | 94           | (59) | 1,00 |           |       |
| bien isolé de la chaleur ou bien isolé du froid  | 28       | (33) | 38           | (24) | 1,61 | 0,88 2,97 |       |
| mal isolé de la chaleur et du froid  | 16       | (19) | 28           | (18) | 1,14 | 0,52 2,49 |       |
| <b>Nombre de pièces principales dans le logement</b>   |          |      |              |      | 0,84 | 0,67 1,06 | 0,137 |
| <b>Surface habitable du logement</b>   |          |      |              |      | 1,00 | 0,98 1,01 | 0,291 |
| <b>Nombre de fenêtres du logement pour 50 m<sup>2</sup> de surface au sol</b>  |          |      |              |      | 1,12 | 0,95 1,33 | 0,187 |

## Annexe 17. (Suite)

| Analyse des décès causes liées à la chaleur (87 cas, 164 témoins)                        | Nbre cas | %    | Nbre témoins | %    | OR   | IC95%      | p     |
|--|----------|------|--------------|------|------|------------|-------|
| <b>Pas de possibilité de courant d'air entre des façades différentes</b>                 | 25       | (29) | 28           | (17) | 2,12 | 1,11 4,04  | 0,022 |
| <b>Présence d'un système de climatisation</b>  | 4        | (2)  | 0            | (0)  |      |            |       |
| <b>Type de sanitaires dans le logement</b>   |          |      |              |      |      |            | 0,032 |
| douche   | 25       | (29) | 47           | (29) | 1,00 |            |       |
| douche et baignoire  | 26       | (30) | 71           | (44) | 0,62 | 0,30 1,30  |       |
| baignoire  | 23       | (27) | 35           | (22) | 1,09 | 0,51 2,32  |       |
| ni douche ni baignoire   | 12       | (14) | 8            | (5)  | 2,67 | 1,03 6,95  |       |
| <b>Pièce utilisée la nuit début août située sous les toits</b>                           | 12       | (7)  | 20           | (23) | 3,37 | 1,55 7,32  | 0,002 |
| <b>Nombre d'heures d'ensoleillement dans la pièce de sommeil</b>                         |          |      |              |      | 1,11 | 1,02 1,20  | 0,016 |
| <b>Pas de protection solaire extérieure des fenêtres de la pièce de nuit</b>             | 15       | (18) | 28           | (19) | 0,84 | 0,41 1,74  | 0,640 |
| <b>Pièce principalement utilisée début août pendant la journée située sous les toits</b> | 18       | (21) | 8            | (5)  | 5,64 | 2,06 15,47 | 0,000 |
| <b>Nombre d'heures d'ensoleillement dans la pièce de jour</b>                            |          |      |              |      | 1,12 | 1,02 1,22  | 0,010 |
| <b>Pas de protection solaire extérieure des fenêtres de la pièce de jour</b>             | 17       | (23) | 27           | (21) | 1,05 | 0,51 2,18  | 0,885 |
| <b>Nombre total d'heures d'ensoleillement dans la pièce de jour et la pièce de nuit</b>  |          |      |              |      | 1,08 | 1,02 1,13  | 0,004 |
| <b>DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT</b>  |          |      |              |      |      |            |       |
| <b>Indice de végétation dans un rayon de 50 m (calcul par classes)</b>                   |          |      |              |      | 0,39 | 0,13 1,19  | 0,091 |
| <b>Indice de végétation dans un rayon de 100 m (calcul par classes)</b>                  |          |      |              |      | 0,22 | 0,05 0,98  | 0,043 |
| <b>Indice de végétation dans un rayon de 200 m (calcul par classes)</b>                  |          |      |              |      | 0,14 | 0,02 0,90  | 0,035 |
| <b>Indice de végétation brut dans un rayon de 100 m</b>                                  |          |      |              |      | 0,62 | 0,42 0,93  | 0,016 |
| <b>Indice thermique dans un rayon de 50 m (images satellite)</b>                         |          |      |              |      | 1,07 | 0,90 1,27  | 0,420 |
| <b>Indice thermique dans un rayon de 100 m (images satellite)</b>                        |          |      |              |      | 1,11 | 0,92 1,35  | 0,272 |
| <b>Indice thermique dans un rayon de 200 m (images satellite)</b>                        |          |      |              |      | 1,21 | 0,95 1,54  | 0,116 |

## Annexe 18. Résultats de l'analyse univariée pour les causes de décès cardiovasculaires

| Analyse des décès pour causes cardiovasculaires (91 cas, 170 témoins)                                    | Nbre cas | %    | Nbre témoins | %    | OR    | IC 95% |       | p     |
|--|----------|------|--------------|------|-------|--------|-------|-------|
| <b>CARACTERISTIQUES SOCIO-DEMOGRAPHIQUES</b>   |          |      |              |      |       |        |       |       |
| <b>Statut matrimonial</b>  |          |      |              |      |       |        |       | 0,392 |
| Veufs  | 46       | (51) | 98           | (58) | 1,00  |        |       |       |
| marié ou vivant maritalement   | 28       | (31) | 40           | (24) | 1,89  | 0,91   | 3,93  |       |
| divorcé ou séparé  | 8        | (9)  | 16           | (9)  | 1,15  | 0,43   | 3,06  |       |
| Célibataire  | 9        | (10) | 16           | (9)  | 1,27  | 0,48   | 3,34  |       |
| <b>Catégorie socioprofessionnelle</b>  |          |      |              |      |       |        |       | 0,034 |
| cadre, profession intellectuelle supérieure  | 22       | (24) | 47           | (28) | 1,00  |        |       |       |
| profession intermédiaire   | 13       | (14) | 35           | (21) | 0,67  | 0,27   | 1,69  |       |
| artisan, commerçant, chef d'entreprise, agriculteur  | 13       | (14) | 27           | (16) | 1,19  | 0,47   | 2,98  |       |
| Employé  | 18       | (20) | 36           | (21) | 1,36  | 0,58   | 3,16  |       |
| ouvrier ou autre   | 25       | (27) | 25           | (15) | 2,89  | 1,21   | 6,91  |       |
| <b>VIE QUOTIDIENNE ET AUTONOMIE</b>  |          |      |              |      |       |        |       |       |
| <b>Personne hospitalisée à domicile</b>  | 11       | (13) | 3            | (2)  | 4,65  | 0,95   | 22,76 | 0,035 |
| <b>Personne faisant appel à des intervenants</b>   | 70       | (77) | 99           | (58) | 1,96  | 1,06   | 3,64  | 0,028 |
| <b>Personne faisant appel à des intervenants médicaux à domicile</b>                                     | 54       | (60) | 55           | (33) | 2,67  | 1,47   | 4,83  | 0,001 |
| <b>Personne faisant appel à des intervenants non médicaux à domicile</b>                                 | 52       | (57) | 79           | (46) | 1,33  | 0,77   | 2,30  | 0,304 |
| <b>Autonomie de la personne</b>  |          |      |              |      |       |        |       | 0,000 |
| personne non confinée au lit ou au fauteuil et pouvant s'habiller et se laver toute seule...             | 14       | (15) | 83           | (49) |       |        |       |       |
| personne non confinée au lit ou au fauteuil mais ne pouvant pas s'habiller et/ou se laver toute seule... | 30       | (33) | 49           | (29) | 4,24  | 1,72   | 10,49 |       |
| personne confinée au lit ou au fauteuil  | 47       | (52) | 38           | (22) | 10,30 | 3,87   | 27,39 |       |

## Annexe 18. (Suite)

| Analyse des décès pour causes cardio-vasculaires (91 cas, 170 témoins)                | Nbre cas | %    | Nbre témoins | %    | OR    | IC 95%       | p     |
|---|----------|------|--------------|------|-------|--------------|-------|
| <b>ADAPTATION A LA CANICULE</b>   |          |      |              |      |       |              |       |
| <b>Sortie du domicile pendant la canicule</b>   |          |      |              |      |       |              | 0,000 |
| sortie pour autres causes   | 23       | (25) | 77           | (45) | 1,00  |              |       |
| sortie pour rechercher un endroit climatisé ou un endroit frais                       | 4        | (4)  | 39           | (23) | 0,38  | 0,12 1,18    |       |
| pas de sortie ou sorties très rares (1 fois ou moins par semaine)                     | 64       | (70) | 54           | (32) | 4,03  | 2,00 8,13    |       |
| <b>Personne se faisant livrer ses courses à domicile pendant la canicule</b>          | 60       | (67) | 57           | (34) | 4,22  | 2,16 8,27    | 0,000 |
| <b>Fréquence des douches ou bains début août</b>                                      |          |      |              |      |       |              | 0,000 |
| plus d'une par jour   | 6        | (8)  | 59           | (41) | 1,00  |              |       |
| 1 par jour  | 20       | (26) | 52           | (36) | 6,34  | 1,71 23,56   |       |
| 1 tous les deux jours   | 9        | (12) | 7            | (5)  | 34,98 | 5,14 237,89  |       |
| 1 par semaine   | 9        | (12) | 9            | (6)  | 13,17 | 2,24 77,33   |       |
| jamais  | 34       | (44) | 18           | (12) | 51,01 | 10,41 250,03 |       |
| <b>Début août, par rapport à son habitude, fréquence des douches ou bains</b>         |          |      |              |      |       |              | 0,000 |
| augmentée   | 13       | (17) | 66           | (47) | 1,00  |              |       |
| identique   | 57       | (75) | 70           | (50) | 4,60  | 2,10 10,05   |       |
| diminuée  | 6        | (8)  | 3            | (2)  | 7,23  | 1,42 36,92   |       |
| <b>Début août, quantité de boissons non alcoolisées consommée en moyenne par jour</b> |          |      |              |      |       |              |       |
| 1 litre et plus   | 41       | (52) | 116          | (78) |       |              |       |
| 1 à 3 verres  | 14       | (18) | 0            | (0)  |       |              |       |
| ½ litre à 1 litre   | 24       | (30) | 32           | (22) |       |              |       |
| <b>Habitudes vestimentaires début août</b>  |          |      |              |      |       |              | 0,006 |
| Personne ayant tendance à se vêtir début août comme d'habitude                        | 35       | (39) | 36           | (22) | 1,00  |              |       |
| Personne ayant tendance à se vêtir début août moins que d'habitude                    | 54       | (61) | 129          | (78) | 0,43  | 0,23 0,79    |       |
| <b>Personne utilisant des moyens de rafraîchissement début août</b>                   | 67       | (74) | 138          | (82) | 0,81  | 0,39 1,67    | 0,565 |
| <b>Ouverture des fenêtres du logement en août</b>                                     |          |      |              |      |       |              | 0,000 |
| n'ouvre pas l'après midi mais ouvre le matin, la nuit et/ou le soir                   | 25       | (30) | 91           | (60) | 1,00  |              |       |
| n'ouvre jamais  | 4        | (5)  | 7            | (5)  | 2,98  | 0,66 13,44   |       |
| ouvre l'après midi  | 53       | (65) | 53           | (35) | 3,42  | 1,76 6,65    |       |

## Annexe 18. (Suite)

| Analyse des décès pour causes cardio-vasculaires (91 cas, 170 témoins)                 | Nbre cas | %    | Nbre témoins | %    | OR   | IC 95% |       | p     |
|--|----------|------|--------------|------|------|--------|-------|-------|
| <b>Personne sensibilisée aux mesures de prévention à prendre durant la canicule</b>    | 44       | (51) | 91           | (56) | 0,97 | 0,55   | 1,70  | 0,903 |
| <b>Personne regardant la TV, écoutant la radio et lisant les journaux</b>              | 83       | (91) | 165          | (97) | 0,48 | 0,14   | 1,65  | 0,240 |
| <b>ENVIRONNEMENT SOCIAL ET FAMILIAL</b>  |          |      |              |      |      |        |       |       |
| <b>Personne habitant seule</b>   | 53       | (58) | 116          | (68) | 0,57 | 0,32   | 1,04  | 0,068 |
| <b>Fréquence des visites par les proches habituellement</b>                            |          |      |              |      |      |        |       | 0,002 |
| jamais ou rarement (moins d'une fois par semaine)                                      | 20       | (23) | 80           | (49) | 1,00 |        |       |       |
| 2 à 4 fois par semaine   | 30       | (34) | 38           | (23) | 2,45 | 1,19   | 5,07  |       |
| tous les jours ou presque  | 38       | (43) | 45           | (28) | 3,08 | 1,53   | 6,21  |       |
| <b>Fréquence des visites par les proches début août</b>                                |          |      |              |      |      |        |       | 0,002 |
| Jamais ou rarement (moins d'une fois par semaine)                                      | 27       | (31) | 96           | (59) | 1,00 |        |       |       |
| 2 à 4 fois par semaine   | 30       | (34) | 26           | (16) | 3,09 | 1,48   | 6,46  |       |
| tous les jours ou presque  | 30       | (34) | 40           | (25) | 2,44 | 1,21   | 4,89  |       |
| <b>Personne n'ayant aucune activité (sociale, religieuse, culturelle ou de loisir)</b> | 53       | (58) | 149          | (88) |      |        |       |       |
|  | 38       | (42) | 21           | (12) | 5,05 | 2,36   | 10,78 | 0,000 |
| <b>Personne possédant un animal de compagnie</b>                                       | 19       | (21) | 21           | (12) | 2,33 | 1,12   | 4,84  | 0,023 |
| <b>ETAT DE SANTE</b>   |          |      |              |      |      |        |       |       |
| <b>Dénutrition</b>   | 13       | (14) | 9            | (5)  | 3,30 | 1,13   | 9,62  | 0,027 |
| <b>Escarres</b>  | 9        | (10) | 3            | (2)  | 4,45 | 1,14   | 17,30 | 0,022 |
| <b>Obésité</b>   | 25       | (27) | 30           | (18) | 1,96 | 1,01   | 3,79  | 0,045 |
| <b>Maladie cardiovasculaire</b>  | 57       | (63) | 67           | (39) | 2,82 | 1,51   | 5,25  | 0,001 |
| <b>Hypertension artérielle</b>   | 57       | (66) | 80           | (49) | 1,84 | 1,00   | 3,38  | 0,047 |
| <b>Maladie respiratoire</b>  | 21       | (23) | 34           | (20) | 1,38 | 0,71   | 2,65  | 0,341 |

## Annexe 18. (Suite)

| Analyse des décès pour causes cardio-vasculaires (91 cas, 170 témoins) | Nbre cas | %    | Nbre témoins | %    | OR   | IC 95%     | p     |
|--|----------|------|--------------|------|------|------------|-------|
| <b>Maladie psychiatrique</b>   | 21       | (23) | 7            | (4)  | 5,65 | 2,19 14,54 | 0,000 |
| <b>Maladie neurologique</b>  | 18       | (20) | 10           | (6)  | 3,38 | 1,38 8,25  | 0,006 |
| <b>Accident vasculaire cérébral</b>                                    | 12       | (13) | 6            | (4)  | 3,30 | 1,16 9,40  | 0,021 |
| <b>Maladie de parkinson</b>  | 5        | (7)  | 2            | (2)  | 5,29 | 0,55 51,23 | 0,107 |
| <b>Maladie du foie</b>   | 3        | (3)  | 4            | (2)  | 1,30 | 0,26 6,46  | 0,755 |
| <b>Maladie rénale</b>  | 9        | (10) | 11           | (7)  | 1,18 | 0,43 3,27  | 0,747 |
| <b>Cancer</b>  | 6        | (7)  | 10           | (6)  | 0,89 | 0,24 3,34  | 0,860 |
| <b>MEDICAMENTS</b>   |          |      |              |      |      |            |       |
| <b>Prise de neuroleptiques</b>   | 4        | (6)  | 1            | (1)  |      |            |       |
| <b>Prise d'antiparkinsoniens</b>                                       | 3        | (5)  | 1            | (1)  | 3,08 | 0,28 33,93 | 0,333 |
| <b>Prise d'antidépresseurs</b>   | 9        | (14) | 5            | (6)  | 3,98 | 0,78 20,21 | 0,071 |
| <b>Prise de diurétiques</b>  | 30       | (47) | 33           | (40) | 1,33 | 0,68 2,62  | 0,405 |
| <b>DESCRIPTION DE L'IMMEUBLE ET DU LOGEMENT</b>                        |          |      |              |      |      |            |       |
| <b>Type de bâtiment</b>  |          |      |              |      |      |            |       |
| Maison individuelle  | 14       | (15) | 26           | (15) | 1,00 |            |       |
| Immeuble collectif   | 77       | (85) | 144          | (85) | 1,10 | 0,44 2,80  | 0,836 |
| <b>Période de construction de l'immeuble</b>                           |          |      |              |      |      |            | 0,045 |
| avant 1871   | 7        | (8)  | 17           | (10) | 1,00 |            |       |
| de 1871 à 1914   | 21       | (23) | 31           | (18) | 1,17 | 0,35 3,95  |       |
| de 1915 à 1948   | 18       | (20) | 33           | (19) | 0,59 | 0,16 2,18  |       |
| de 1949 à 1961   | 19       | (21) | 14           | (8)  | 1,72 | 0,47 6,26  |       |
| de 1962 à 1967   | 7        | (8)  | 12           | (7)  | 1,10 | 0,23 5,22  |       |
| de 1968 à 1974   | 9        | (10) | 18           | (11) | 0,73 | 0,19 2,77  |       |
| de 1975 à 1981   | 3        | (3)  | 18           | (11) | 0,26 | 0,05 1,41  |       |
| à partir de 1982   | 7        | (8)  | 27           | (16) | 0,35 | 0,08 1,44  |       |
| <b>Epoque de construction</b>  |          |      |              |      |      |            |       |
| bâtiment construit à partir de 1975                                    | 10       | (11) | 45           | (26) | 1,00 |            |       |
| bâtiment construit avant 1975  | 81       | (89) | 125          | (74) | 2,96 | 1,35 6,49  | 0,003 |

## Annexe 18. (Suite)

| Analyse des décès pour causes cardio-vasculaires (91 cas, 170 témoins)                      | Nbre cas | %    | Nbre témoins | %    | OR   | IC 95% |      | p     |
|---|----------|------|--------------|------|------|--------|------|-------|
| <b>Matériaux des murs</b>   |          |      |              |      |      |        |      | 0,833 |
| Pierre  | 14       | (23) | 27           | (30) | 1,00 |        |      |       |
| pierre/brique ou brique   | 17       | (28) | 26           | (29) | 1,04 | 0,35   | 3,11 |       |
| béton/brique ou béton/pierre  | 10       | (16) | 11           | (12) | 1,72 | 0,42   | 7,07 |       |
| Béton   | 20       | (33) | 27           | (30) | 0,99 | 0,34   | 2,89 |       |
| <b>Matériaux de toiture</b>   |          |      |              |      |      |        |      | 0,019 |
| zinc/aluminium  | 20       | (32) | 13           | (15) | 1,00 |        |      |       |
| Ardoises  | 7        | (11) | 15           | (17) | 0,23 | 0,06   | 0,92 |       |
| Tuiles  | 16       | (26) | 29           | (33) | 0,19 | 0,06   | 0,65 |       |
| Béton   | 19       | (31) | 32           | (36) | 0,34 | 0,12   | 0,97 |       |
| <b>Catégorie cadastrale</b>   |          |      |              |      | 1,24 | 0,85   | 1,81 | 0,254 |
| <b>Pourcentage de logements avec WC</b>   |          |      |              |      | 0,37 | 0,08   | 1,69 | 0,196 |
| <b>Pourcentage de logements avec douche ou baignoire</b>                                    |          |      |              |      | 0,61 | 0,25   | 1,51 | 0,283 |
| <b>Etat de l'immeuble</b>   |          |      |              |      |      |        |      | 0,384 |
| Bon   | 31       | (42) | 61           | (53) | 1,00 |        |      |       |
| assez bon   | 21       | (29) | 31           | (27) | 1,36 | 0,60   | 3,11 |       |
| Passable  | 17       | (23) | 17           | (15) | 2,25 | 0,90   | 5,62 |       |
| médiocre ou mauvais   | 4        | (5)  | 6            | (5)  | 1,54 | 0,34   | 7,01 |       |
| <b>Etage du logement (immeubles collectifs)</b>   |          |      |              |      | 0,99 | 0,87   | 1,11 | 0,815 |
| <b>Etage du logement (logements en immeubles collectifs et non situés au dernier étage)</b> |          |      |              |      | 0,99 | 0,87   | 1,13 | 0,896 |
| <b>Logement situé au dernier étage (immeubles collectifs)</b>                               | 7        | (9)  | 12           | (9)  | 0,91 | 0,32   | 2,56 | 0,850 |
| <b>Immeuble sans ascenseur (immeubles collectifs)</b>                                       | 38       | (42) | 58           | (34) | 1,51 | 0,73   | 3,10 | 0,265 |
| <b>Travaux d'amélioration de l'isolation thermique :</b>                                    |          |      |              |      |      |        |      | 0,826 |
| ni dans le bâtiment, ni dans le logement  | 46       | (52) | 66           | (42) |      |        |      |       |
| dans le bâtiment et le logement   | 11       | (13) | 24           | (15) | 0,72 | 0,29   | 1,80 |       |
| dans le bâtiment ou dans le logement  | 20       | (23) | 47           | (30) | 0,77 | 0,38   | 1,55 |       |
| pas dans le bâtiment ou pas dans le logement  | 11       | (13) | 19           | (12) | 0,99 | 0,43   | 2,31 |       |

## Annexe 18. (Suite)

| Analyse des décès pour causes cardio-vasculaires (91 cas, 170 témoins)   | Nbre cas | %    | Nbre témoins | %    | OR   | IC 95%     | p     |
|--|----------|------|--------------|------|------|------------|-------|
| <b>Qualité de l'isolation</b>  |          |      |              |      |      |            | 0,021 |
| logements dans immeubles anciens, n'ayant fait l'objet de travaux d'isolation ni dans le bâtiment, ni dans le logement   | 40       | (45) | 46           | (28) |      |            |       |
| logements dans immeubles anciens, n'ayant pas fait l'objet de travaux d'isolation dans le bâtiment ou n'ayant pas fait l'objet de travaux d'isolation dans le logement | 10       | (11) | 14           | (9)  | 1,13 | 0,44 2,88  |       |
| logements dans immeubles anciens, ayant fait l'objet de travaux pour le bâtiment ou le logement  | 18       | (20) | 39           | (24) | 0,55 | 0,25 1,21  |       |
| logements dans immeubles récents (à partir de 1975) ou logements dans immeubles anciens ayant fait l'objet de travaux d'isolation pour le bâtiment et le logement      | 20       | (23) | 63           | (39) | 0,35 | 0,17 0,73  |       |
| <b>Opinion de la personne enquêtée sur l'isolation thermique du logement</b>   |          |      |              |      |      |            | 0,362 |
| bien isolé de la chaleur et du froid   | 53       | (59) | 106          | (63) |      |            |       |
| bien isolé de la chaleur ou bien isolé du froid  | 20       | (22) | 37           | (22) | 1,55 | 0,76 3,13  |       |
| mal isolé de la chaleur et du froid  | 17       | (19) | 24           | (14) | 1,52 | 0,72 3,23  |       |
| <b>Nombre de pièces principales dans le logement</b>   |          |      |              |      | 0,96 | 0,77 1,19  | 0,707 |
| <b>Surface habitable du logement</b>   |          |      |              |      | 1,00 | 0,99 1,01  | 0,924 |
| <b>Nombre de fenêtres du logement pour 50 m<sup>2</sup> de surface au sol</b>  |          |      |              |      | 1,20 | 0,98 1,47  | 0,073 |
| <b>Pas de possibilité de courant d'air entre des façades différentes</b>   | 18       | (20) | 33           | (19) | 1,01 | 0,50 2,04  | 0,975 |
| <b>Présence d'un système de climatisation</b>  | 5        | (3)  | 0            | (0)  |      |            |       |
| <b>Type de sanitaires dans le logement</b>   |          |      |              |      |      |            | 0,046 |
| douche   | 24       | (27) | 61           | (37) | 1,00 |            |       |
| douche et baignoire  | 30       | (33) | 69           | (41) | 1,09 | 0,56 2,14  |       |
| baignoire  | 31       | (34) | 31           | (19) | 2,43 | 1,14 5,19  |       |
| ni douche ni baignoire   | 5        | (6)  | 6            | (4)  | 3,04 | 0,79 11,64 |       |
| <b>Pièce utilisée la nuit début août située sous les toits</b>   | 9        | (10) | 19           | (11) | 0,79 | 0,34 1,85  | 0,579 |

## Annexe 18. (Suite)

| Analyse des décès pour causes cardio-vasculaires (91 cas, 170 témoins)                   | Nbre cas | %    | Nbre témoins | %    | OR   | IC 95%      | p     |
|--|----------|------|--------------|------|------|-------------|-------|
| <b>Nombre d'heures d'ensoleillement dans la pièce de sommeil</b>                         |          |      |              |      | 1,01 | 0,93 - 1,10 | 0,788 |
| <b>Pas de protection solaire extérieure des fenêtres de la pièce de nuit</b>             | 17       | (20) | 24           | (16) | 1,83 | 0,81 - 4,13 | 0,146 |
| <b>Pièce principalement utilisée début août pendant la journée située sous les toits</b> | 8        | (9)  | 12           | (7)  | 1,32 | 0,50 - 3,48 | 0,576 |
| <b>Nombre d'heures d'ensoleillement dans la pièce de jour</b>                            |          |      |              |      | 1,08 | 0,99 - 1,17 | 0,078 |
| <b>Pas de protection solaire extérieure des fenêtres de la pièce de jour</b>             | 14       | (18) | 22           | (17) | 1,36 | 0,55 - 3,40 | 0,506 |
| <b>Nombre total d'heures d'ensoleillement dans la pièce de jour et la pièce de nuit</b>  |          |      |              |      | 1,03 | 0,98 - 1,08 | 0,290 |
| <b>DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT</b>  |          |      |              |      |      |             |       |
| <b>Indice de végétation dans un rayon de 50 m (calcul par classes)</b>                   |          |      |              |      | 0,86 | 0,28 - 2,61 | 0,783 |
| <b>Indice de végétation dans un rayon de 100 m (calcul par classes)</b>                  |          |      |              |      | 0,51 | 0,13 - 1,98 | 0,327 |
| <b>Indice de végétation dans un rayon de 200 m (calcul par classes)</b>                  |          |      |              |      | 0,70 | 0,14 - 3,40 | 0,656 |
| <b>Indice de végétation brut dans un rayon de 100 m</b>                                  |          |      |              |      | 0,87 | 0,61 - 1,24 | 0,433 |
| <b>Indice thermique dans un rayon de 50 m (images satellite)</b>                         |          |      |              |      | 1,21 | 1,03 - 1,41 | 0,018 |
| <b>Indice thermique dans un rayon de 100 m (images satellite)</b>                        |          |      |              |      | 1,21 | 1,02 - 1,45 | 0,029 |
| <b>Indice thermique dans un rayon de 200 m (images satellite)</b>                        |          |      |              |      | 1,19 | 0,95 - 1,48 | 0,123 |

## Références bibliographiques

- [1] InVS. Impact sanitaire de la vague de chaleur en France survenue en août 2003. Rapport d'étape, 28 août 2003. <http://www.invs.sante.fr> 28-8-2003.
- [2] Hémon D, Jouglé E. Surmortalité liée à la canicule d'août 2003. Rapport d'étape (1/3). Estimation de la surmortalité et principales caractéristiques épidémiologiques. Inserm, editor. 1-59. 2003. Paris, Inserm.
- [3] Besancenot JP. Vagues de chaleur et mortalité dans les grandes agglomérations urbaines. *Environnement Risques et Santé* 2002; 1(4):229-40.
- [4] Jones TS. Retour sur un sujet controversé: morbidité et mortalité durant la vague de chaleur de juillet 1980 au Missouri. *Climat et Santé* 1993; (9):25-49.
- [5] Whitman S, Good G, Donoghue ER, Benbow N, Shou W, Mou S. Mortality in Chicago attributed to the July 1995 heat wave. *Am J Public Health* 1997; 87(9):1515-18.
- [6] InVS. Facteurs de risque de décès des personnes âgées en institution pendant la canicule d'août 2003 en France. Publication en cours. 2004.
- [7] Laurif, Insee. Atlas des franciliens. tome 2, 81. 2001.
- [8] Laurif, Insee. Atlas des franciliens. tome 1, 97. 2000.
- [9] Pavillon G, Laurent F. Certification et codification des causes médicales de décès. *BEH* 30-31, 134-8. 8-7-2003. Saint-Maurice, InVS.
- [10] Credoc. La diffusion des technologies de l'information dans la population française. Rapport d'enquête. 2003.
- [11] Breslow NE, Day NE. Statistical methods in cancer research. The analysis of case-control studies. IARC Scientific publications 32. 1980. Lyon.
- [12] SAS/STAT software, release 8.02. 1999. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- [13] Math Soft Inc. Seattle. Splus 6.2. 2003. Washington.
- [14] Adelf, Aderst, Aeema, Epiter. Guide de déontologie et de bonnes pratiques en épidémiologie. <http://www.epiter.org/ressources/deontologie.pdf> 1998.
- [15] Hémon D. Recherche épidémiologique sur l'environnement et la santé : quelques aspects méthodologiques. *Rev épidém et santé publ* 395-411. 1995.
- [16] Dousset B, Gourmelon F. Satellite multi-sensor data analysis of urban surface temperatures and landcover. *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing* 2003; 58(1-2):43-54.
- [17] Besancenot JP. Les grands paroxysmes climatiques et leurs répercussions sur la santé. *Presse Thermale et Climatologie* 1997; 134(4):237-46.
- [18] Jendritzky G. Les activités du service météorologique allemand en biométéorologie humaine. Actes du colloque météorologie et santé, 28-33. 21-3-2002. Conseil supérieur de la météorologie.
- [19] Bridier S. Modélisation de la répartition des brises et des températures en situation radiative. Université Paris 7 Denis Diderot, 2001.
- [20] Katsouyanni K, Pantazopoulou A, Touloumi G, Tselepidaki I, Moustiris K, Asimakopoulos D *et al.* Evidence for interaction between air pollution and high temperature in the causation of excess mortality. *Arch Environ Health* 1993; 48(4):235-42.
- [21] O'Neill MS, Zanobetti A, Schwartz J. Modifiers of the temperature and mortality association in seven US cities. *Am J Epidemiol* 2003; 157(12):1074-82.
- [22] Thirion X. La vague de chaleur de juillet 1983 à Marseille : enquête sur la mortalité, essai de prévention. *Santé Publique* 1992; 4:58-64.

- [23] Basu R, Samet JM. Relation between elevated ambient temperature and mortality: a review of the epidemiologic evidence. *Epidemiol Rev* 2002; 24(2):190-202.
- [24] Curriero FC, Heiner KS, Samet JM, Zeger SL, Strug L, Patz JA. Temperature and mortality in 11 cities of the eastern United States. *Am J Epidemiol* 2002; 155(1):80-87.
- [25] Naughton MP, Henderson A, Mirabelli MC, Kaiser R, Wilhelm JL, Kieszak SM *et al.* Heat-related mortality during a 1999 heat wave in Chicago. *Am J Prev Med* 2002; 22(4):221-7.
- [26] Semenza JC, Rubin CH, Falter KH, Selanikio JD, Flanders WD, Howe HL *et al.* Heat-related deaths during the July 1995 heat wave in Chicago. *N Engl J Med* 1996; 335(2):84-90.
- [27] Kunst AE. Température et mortalité aux Pays-Bas. Essai d'analyse chronologique. *Climat et Santé* 1996; 15:43-64.
- [28] Buffat JJ, Brinquin L. Le coup de chaleur : de l'épidémiologie à la prévention. *Climat et Santé* 1996; 15:5-24.
- [29] Kilbourne EM, Choi K, Jones TS, Thacker SB. Risk factors for heatstroke. A case-control study. *JAMA* 1982; 247(24):3332-6.
- [30] Jones TS, Liang AP, Kilbourne EM, Griffin MR, Patriarca PA, Wassilak SG *et al.* Morbidity and mortality associated with the July 1980 heat wave in St Louis and Kansas City, Mo. *JAMA* 1982; 247(24):3327-31.
- [31] Rooney C, McMichael AJ, Kovats RS, Coleman MP. Excess mortality in England and Wales, and in Greater London, during the 1995 heatwave. *J Epidemiol Community Health* 1998; 52(8):482-6.
- [32] Buechley RW, Van Bruggen J, Truppi LE. Heat island equals death island? *Environ Res* 1972; 5(1):85-92.
- [33] Palecki MA, Changnon SA, Kunkel KE. The nature and impacts of the July 1999 heat wave in the midwestern United States: learning from the lessons of 1995. *Bulletin of the American Meteorological Society* 2001; 82(7):1353-62.
- [34] Schuman SH. Patterns of urban heat-wave deaths and implications for prevention: data from New York and St. Louis during July, 1966. *Environ Res* 1972; 5(1):59-75.
- [35] Klinenberg E. Review of heat wave: social autopsy of disaster in Chicago. *N Engl J Med* 2003; 348(7):666-7.