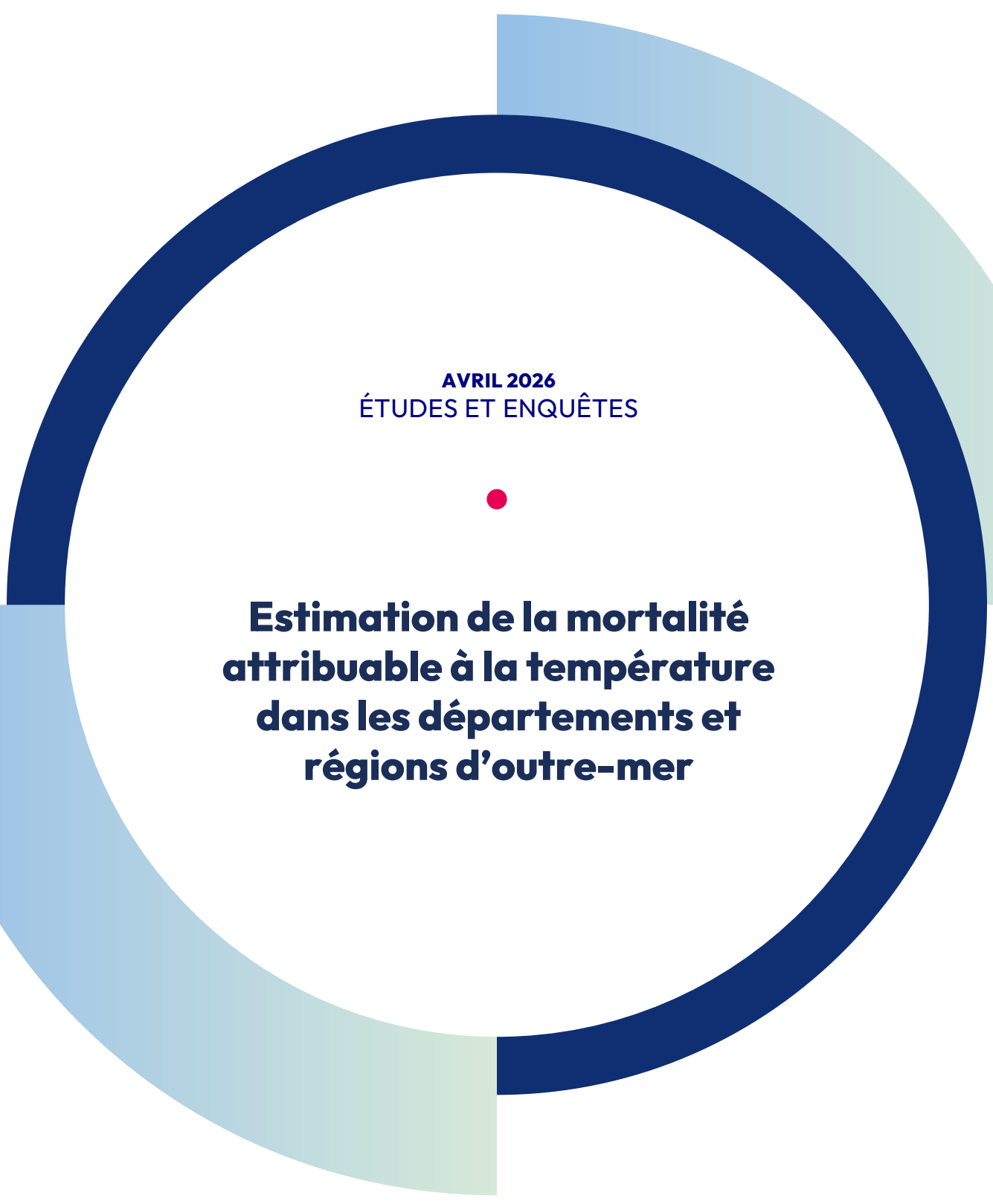


AVRIL 2026  
ÉTUDES ET ENQUÊTES



**Estimation de la mortalité  
attribuable à la température  
dans les départements et  
régions d'outre-mer**

## Résumé

### Estimation de la mortalité attribuable à la température dans les départements et régions d'outre-mer

Le 3<sup>e</sup> plan national d'adaptation au changement climatique identifie comme priorité pour les départements et régions d'outre-mer (DROM) l'adaptation à l'augmentation des températures pour protéger la santé des populations. Ce rapport présente une analyse de l'influence de la température sur la mortalité dans les DROM (Guadeloupe, Guyane, La Réunion, Martinique, Mayotte), afin de décrire les niveaux de risques et les impacts, et d'appuyer les politiques d'adaptation.

L'étude a porté sur la période 2014-2022. Des analyses en séries temporelles ont été réalisées pour chaque DROM, pour modéliser l'influence de la température sur la mortalité totale, par classe d'âge (15-64 ans, 65 ans et plus) et par sexe. Les résultats ont été combinés dans une méta-analyse pour en dériver des estimateurs recentrés par DROM, permettant de calculer une fraction de mortalité attribuable à la température. La médiane des températures a été utilisée pour distinguer les jours froids des jours chauds.

Plusieurs indicateurs météorologiques ont été testés, présentant des résultats similaires, et la température maximale journalière a été sélectionnée pour le modèle principal. Dans tous les DROM, une relation température-mortalité en forme de U a été observée avec une augmentation du risque de décès pour les températures froides et chaudes comparativement à la médiane. Pour les températures froides (<médiane), les risques de décès sont d'ordre de grandeur similaire pour les moins de 65 ans et les 65 ans et plus, et plus élevés pour les hommes que pour les femmes. Pour les températures chaudes (>médiane), les risques de décès sont plus élevés chez les 65 ans et plus, et pour les femmes.

Sur l'ensemble des DROM et de la période d'étude, 2 299 [1 503 : 3 160] décès sont attribuables aux températures froides et 1 805 [678 : 2 901] décès aux températures chaudes.

La température constitue un facteur de risque important pour la santé dans les DROM, avec un impact qui pourrait s'aggraver avec le changement climatique. L'adaptation pourrait s'appuyer sur un système d'alerte et une politique de prévention ciblée sur les événements les plus extrêmes, ainsi que sur des mesures structurelles pour améliorer l'état de santé globale de la population et les conditions de logements, réduire les expositions, et faciliter le recours aux soins.

**MOTS-CLÉS :** MORTALITÉ, CHALEUR, CHANGEMENT CLIMATIQUE, DROM

**Citation suggérée :** Pascal M, Wagner V, *et al.* Estimation de la mortalité attribuable à la température dans les départements et régions d'outre-mer. Saint-Maurice : Santé publique France, 2026. 37 p. [www.santepubliquefrance.fr](http://www.santepubliquefrance.fr)

ISSN : 2609-2174 / ISBN-NET : 978-2-37986-075-1 / RÉALISÉ PAR LA DIRECTION DE LA COMMUNICATION, SANTÉ PUBLIQUE FRANCE / DÉPÔT LÉGAL : AVRIL 2026

# Abstract

## Temperature-related mortality in French overseas departments and regions

The 3<sup>rd</sup> French national plan for adaptation to climate change identifies adaptation to rising temperatures as a priority for overseas France, in order to protect the health of the population. This report presents an analysis of the influence of temperature on mortality in overseas departments and regions (Guadeloupe, Guyana, Reunion, Martinique, Mayotte), in order to describe risk levels and impacts, and support adaptation policies.

The study covered the period 2014-2022. Time series analyses were carried out for each area, to model the influence of temperature on total mortality, by age (15-64, 65+) and gender. The results were combined in a meta-analysis to derive shrunken estimators for each area, making it possible to calculate a fraction of mortality attributable to temperature. The median temperature was used to distinguish between cold and hot days.

Several weather indicators were tested, with similar results, and the daily maximum temperature was selected for the main model. In all areas, a U shape was found, with an increased risk of death for both cold and hot temperatures, compared with the median (P50). For cold temperatures (<median), the risk of death is of similar magnitude for under-65s and over-65s, and higher for men than for women. For hot temperatures (>median), the risk of death is higher for those aged 65 and over, and for women.

Over all areas and the study period, 2,299 [1,503:3,160] deaths were attributable to maximum temperatures colder than the median, and 1,805 [678:2,901] deaths to temperatures warmer than the median.

Temperature is a major health risk factor in the overseas France, with an impact that could worsen with climate change. Adaptation could be based on a warning system and a prevention policy targeting the most extreme events, as well as on structural measures to improve the overall health of the population and housing conditions, reduce exposure and facilitate access to healthcare.

**KEY WORDS:** MORTALITY, HEAT, CLIMATE CHANGE, OVERSEAS DEPARTMENTS AND REGIONS

## Auteurs

Mathilde Pascal Santé publique France, Direction santé environnement travail  
Vérène Wagner Santé publique France, Direction appui, traitements et analyses de données  
Magali Corso Santé publique France, Direction santé environnement travail

## Relecteur

Pierre Masselot *London School of Hygiene and Tropical Medicine*

## Remerciements

Grégory Fifre	Météo-France
Arnold Manhaval	Météo-France
Jérémy Lepesqueur	Météo-France
Claire Backenstrass	Météo-France
Karine Laaidi	Santé publique France
Tiphanie Succo	Santé publique France
Annabelle Lapostolle	Santé publique France
Céline Gentil-Sergent	Santé publique France
Jacques Rosine	Santé publique France
Fabian Thouillot	Santé publique France
Jamel Daoudi	Santé publique France

## Abréviations

<b>DROM</b>	Départements et région d'outre-mer
<b>FA</b>	Fraction attribuable
<b>HI</b>	<i>Heat index</i>
<b>IC</b>	Intervalle de confiance
<b>Max</b>	Maximum
<b>Min</b>	Minimum
<b>Moy</b>	Moyenne
<b>P</b>	Percentile
<b>RR</b>	Risque relatif
<b>SNDS</b>	Système national des données de santé
<b>Ta</b>	Température apparente
<b>Tmax</b>	Température maximale journalière (°C)
<b>Tmin</b>	Température minimale journalière (°C)
<b>TMM</b>	Température de mortalité minimale (°C)
<b>Tmoy</b>	Température moyenne (°C)

# Sommaire

Résumé .....	2
Abstract .....	3
Auteurs .....	4
Relecteur .....	4
Remerciements .....	4
Abréviations .....	4
<b>1. Contexte .....</b>	<b>6</b>
<b>2. Objectifs .....</b>	<b>7</b>
<b>3. Méthode .....</b>	<b>7</b>
3.1 Zones et période d'étude.....	7
3.2 Indicateurs météorologiques .....	7
3.3 Données de mortalité .....	8
3.4 Construction des modèles température-mortalité et calcul des fractions attribuables à la température .....	8
3.4.1 Principe général .....	8
3.4.2 Sélection d'un indicateur météorologique.....	9
3.4.3 Définition des jours chauds et froids, et calcul de la mortalité attribuable à la température.....	9
3.4.4 Analyses de sensibilité.....	9
<b>4. Résultats.....</b>	<b>10</b>
4.1 Indicateurs météorologiques .....	10
4.2 Données de mortalité .....	10
4.3 Choix de l'indicateur météorologique.....	11
4.4 Forme des relations température-mortalité et risques relatifs associés .....	12
4.4.1 Effet de la température sur la mortalité totale, par âge et par sexe.....	12
4.4.2 Résultats par DROM.....	15
4.5 Mortalité attribuable à la température .....	16
4.6 Analyses de sensibilité .....	21
<b>5. Discussion.....</b>	<b>22</b>
5.1 Synthèse des principaux résultats.....	22
5.1.1 Comparaison avec les travaux précédents et avec l'hexagone .....	22
5.1.2 Indicateur d'exposition .....	22
5.1.3 Influence de l'âge et du sexe.....	23
5.1.4 Fraction de la mortalité attribuable à la température.....	23
5.2 Forces et limites .....	24
5.3 Implications pour la santé publique .....	24
<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>26</b>
Annexe 1 - Corrélation entre indicateurs et distribution des indicateurs météorologiques par zone – Données 2014-2022 .....	29
Annexe 2 – Évolutions de la mortalité journalière et de la mortalité Covid-19 par zone .....	32
Annexe 3 – Résultats pour la température moyenne et la température apparente moyenne..	33
Annexe 4 – RR recentrés cumulés sur 0-10 jours par zone pour la température maximale....	36

# 1. CONTEXTE

Le 3<sup>e</sup> plan national d'adaptation au changement climatique identifie comme priorité pour les outre-mer l'adaptation à l'augmentation des températures pour protéger la santé des populations.

Une étude de Santé publique France portant sur quatre zones d'étude en Martinique, Guadeloupe, Guyane et à La Réunion sur la période 2000-2015 [1] avait mis en évidence une relation température-mortalité avec une forme en U, similaire aux relations retrouvées dans la littérature internationale [2, 3] et en France hexagonale [4-7]. À percentile de température équivalent, les risques liés à la chaleur étaient un peu plus faibles dans les DROM qu'en France hexagonale. Cependant, la fraction de mortalité associée y était plus élevée, compte tenu de la fréquence plus importante des températures élevées.

Par exemple, à Fort-de-France, en Martinique, une température moyenne journalière de 29,5 °C était associée à un risque relatif (RR) de décès 1,24 [Intervalle de confiance (IC) 95% 1,04 : 1,48] fois plus élevé qu'à une température moyenne de 27,2 °C. La température associée au risque minimal de mortalité (TMM) y était de 27,4 °C [IC95% 24,1 : 28,1]. Entre 2000 et 2015, à Fort-de-France, les températures observées les 10% des jours les plus chauds de 2010-2015 ont été responsables d'environ 130 décès, représentant 0,6% de la mortalité totale (Tableau 1). Des RR d'ordre de grandeur similaire étaient observés dans les zones d'étude de Pointe-à-Pitre en Guadeloupe et de Saint-Denis de La Réunion, et étaient plus faibles à Cayenne en Guyane. Les impacts (en fraction de mortalité attribuable) étaient également plus faibles à Cayenne et à Saint-Denis de La Réunion que dans les deux zones d'études des Antilles. Cette étude n'avait pu inclure de zone d'étude pour Mayotte, par manque d'historique sur les données de mortalité.

**Tableau 1 - Principaux résultats de l'étude de Santé publique France portant sur la période 2000-2015 [1]**

DROM	Zone d'étude autour de	Température de mortalité minimale (°C) [IC95%]	Percentile 50 de la température moyenne (°C)	Percentile 99 de la température moyenne (°C)	Risque relatif de décès au percentile 99 par rapport au percentile 50 (cumulé sur 10 jours) [IC95%]	Nombre de décès attribuables à des températures très chaudes (>p90)	Fraction de la mortalité attribuable à des températures très chaudes (>p90) (%)
Martinique	Fort-de-France	27,4 [24,1 : 28,1]	27,2	29,5	1,24 [1,04 : 1,48]	127 [24 : 218]	0,64 [0,12 : 1,09]
Guadeloupe	Pointe-à-Pitre	25,7 [25,3 : 27,4]	26,8	29,4	1,29 [1,10 : 1,53]	132 [25 : 229]	0,50 [0,09 : 0,88]
Guyane	Cayenne	27,5 [25,9 : 28,5]	27,1	28,5	1,10 [0,93 : 1,31]	28 [-10 : 59]	0,39 [-0,14 : 0,82]
La Réunion	Saint-Denis de La Réunion	23,8 [23,2 : 26,0]	24,6	28,4	1,23 [1,03 : 1,45]	48 [-6 : 97]	0,35 [-0,05 : 0,70]

Ces zones d'étude ont également été incluses dans le réseau de recherche collaboratif *Multicountry-multicity* (MCC) [8], permettant la reproduction et l'approfondissement de ce type d'analyses. Une étude centrée sur l'Amérique du Sud et l'Amérique centrale incluant les zones de la Martinique, la Guadeloupe et la Guyane y retrouvait des TMM de l'ordre de 26,6 °C, et des fractions de mortalité attribuable à la chaleur de 0,98 [-0,06 : 1,98]% [2].

Ainsi, les connaissances actuelles indiquent un effet de la température sur la mortalité dans les DROM, et justifient le développement de mesures pour protéger la santé, en particulier dans les politiques d'adaptation.

## 2. OBJECTIFS

L'objectif de cette étude est de produire pour les DROM des connaissances et des indicateurs similaires à ceux disponibles pour l'hexagone [7], i.e. :

- produire des relations températures-mortalité pour les DROM sur la période 2014-2022 ;
- décrire la forme de la relation et les niveaux de risques, pour appuyer les politiques d'adaptation ;
- estimer annuellement la fraction de la mortalité attribuable à la température, pour suivre les effets du changement climatique sur la santé [9].

## 3. MÉTHODE

### 3.1 Zones et période d'étude

En cohérence avec la période et l'échelle géographique mobilisées pour l'estimation de la fraction de mortalité attribuable à la chaleur en France hexagonale [7], les analyses portent sur la période 2014-2022, et sont réalisées à l'échelle départementale.

### 3.2 Indicateurs météorologiques

Plusieurs indicateurs ont été testés : la température journalière moyenne, minimale et maximale, la température journalière apparente moyenne, minimale et maximale, le *heat index* journalier moyen, minimal et maximal, et l'humidité relative journalière moyenne, minimale et maximale.

La température apparente et le *heat index* sont deux indicateurs combinant plusieurs variables météorologiques pour estimer le stress thermique subi par le corps humain. Ces indicateurs ont été identifiés comme intéressants pour le climat des DROM par Météo-France.

La température apparente (TA) est calculée à partir de la température sèche (notée T, exprimée en °C), de la pression de vapeur d'eau (notée e, exprimée en hPa) et de la vitesse du vent à une altitude de 10 m (notée ws, exprimée en m.s<sup>-1</sup>) :

$$TA = T + 0,33e - 0,70ws - 4$$

Le *heat index* (HI) est calculé en plusieurs étapes, à partir de la température sèche (T) et de l'humidité relative (Hu, exprimée en %). Le calcul est une adaptation en °C des équations utilisées par la *National Oceanic and Atmospheric Administration* des États-Unis, développées en °F [10].

1)  $HI = 1,1T + 0,026Hu - 3,944$

2)  $HI = \frac{HI+T}{2}$

3) Si  $HI > 26,667$  °C, HI est recalculé à partir de l'équation de Rothfus :

$$HI = -8,78469476 + 1,61139411T + 2,33854884Hu - 0,14611605Hu * T - 1,230809 * 10^{-2} * T^2 - 1,642483 * 10^{-2} * Hu^2 + 2,21173 * 10^{-3} * Hu * T^2 + 7,2546 * 10^{-4} * T * Hu^2 - 3,58 * 10^{-3} * T^2 * Hu^2$$

4) Si  $26,6667 < T < 44,444$  °C et  $Hu < 13\%$ ,  $HI = HI - \frac{13-Hu}{7,2} \sqrt{\frac{17-(1,8T-63)}{17}}$

Si  $26,6667 < T < 30,556$  °C et  $Hu < 85\%$ ,  $HI = HI + \frac{Hu-85}{18} * \frac{55-1,8T}{5}$

Ces coefficients ont été établis en 1990 en faisant des hypothèses sur la thermorégulation d'un corps humain d'1 m 70, pesant 66,7 kg, avec une température interne de 37 °C, une couverture vestimentaire de 84% et une activité métabolique de 180 W. m<sup>-2</sup> pour une marche de 4,8 km.h<sup>-1</sup>. Des hypothèses sont également faites sur la vitesse du vent, la pression partielle de vapeur, la

résistance de l'air et des vêtements aux transferts de chaleur et d'humidité, le taux de transpiration, ou le taux de ventilation par exemple [10].

Pour tous ces indicateurs, les données ont été fournies par Météo-France pour une station de référence par département : Le Raizet aero en Guadeloupe [11], Fort-de-France Dessay en Martinique [12], Cayenne Suzini en Guyane, Gillot Aéroport à La Réunion [13] et Pamandzi à Mayotte [14].

### 3.3 Données de mortalité

Les analyses ont porté sur la mortalité totale tous âges, des moins de 65 ans, des 65 ans et plus (il n'y avait pas assez d'effectifs pour faire une coupure à 75 ans), et par sexe.

Les nombres journaliers de décès (mortalité toutes causes) par sexe et âge (tous âges, moins de 65 ans, 65 ans et plus) ont été obtenus auprès de l'Institut national de la statistique et des études économiques, par département du lieu de décès, sur la période 2014 à 2022.

Les données journalières de décès pour Covid-19 (Code CIM-10 U07.1 et U07.2) ont été extraites du Système national des données de santé (SNDS), pour les mêmes classes d'âges et par sexe.

### 3.4 Construction des modèles température-mortalité et calcul des fractions attribuables à la température

#### 3.4.1 Principe général

L'étude repose sur des analyses en séries temporelles multicentriques, selon un design classiquement utilisé pour étudier les impacts de la température [3, 15]. Des modèles sont construits pour chaque zone suivant un protocole commun, puis combinés dans une méta-analyse. Cette méta-analyse fournit une relation température-mortalité globale pour l'ensemble des zones, et des estimations recentrées par zone. Ces estimations recentrées sont utilisées pour calculer la fraction de mortalité attribuable à la température, en faisant l'hypothèse que la relation obtenue entre la température et mortalité est causale.

Dans chaque zone, l'association température-mortalité est modélisée à l'aide d'un modèle linéaire généralisé avec une distribution poissonnienne de la mortalité, prenant en compte la surdispersion des données. Le modèle inclut un indicateur de température, le jour de la semaine et le nombre de décès par Covid-19. La tendance à long terme et la saisonnalité sont prises en compte à l'aide d'une *natural spline* du temps avec 3 degrés de liberté par an. L'approche courante dans la littérature pour modéliser la tendance à long terme et la saisonnalité consiste à utiliser une *natural spline* du temps avec 8 degrés de liberté par an. Cependant, dans notre analyse, les tendances saisonnières observées étant faibles, nous avons opté pour une *natural spline* avec 3 degrés de liberté par an, afin d'éviter un surajustement tout en capturant les variations significatives des données. Le nombre de décès par Covid-19 est introduit linéairement dans le modèle. L'association avec l'indicateur de température est modélisée à l'aide de modèles non linéaires à retards distribués [15]. La période des retards étudiée est fixée à 10 jours. L'association dans la dimension des températures est modélisée à l'aide d'une *natural spline* avec un nœud interne placé au percentile 60 de la distribution des températures. L'association dans la dimension des retards est modélisée à l'aide d'une *natural spline* avec deux nœuds internes équidistants dans l'échelle logarithmique afin de permettre plus de flexibilité dans la première partie de la courbe des retards où plus de variabilité est attendue. Le choix du nombre et de la position des nœuds a été réalisé à l'aide du critère d'information d'Akaike (AIC).

Les relations température-mortalité par zone sont combinées en utilisant un modèle à effet aléatoire [16]. Les résultats sont présentés sous forme de relation cumulée sur l'ensemble des retards, de RR

cumulés sur l'ensemble des retards pour une température donnée, et de risques par retard pour une température donnée.

L'ensemble des analyses a été réalisé avec le logiciel R, et avec le package `dlnm` [17].

### 3.4.2 Sélection d'un indicateur météorologique

Pour la mortalité totale, tous âges, les modèles décrits précédemment ont été produits pour chacun des indicateurs de température présélectionnés (température moyenne, minimale, maximale, température apparente moyenne, température apparente minimale, température apparente maximale, *heat index* moyen, *heat index* minimal, *heat index* maximal, combinaison de la température moyenne et l'humidité relative moyenne, de la température maximale et l'humidité relative maximale).

Les performances de chaque indicateur ont été comparées à l'aide de l'AIC, afin de ne retenir qu'un seul indicateur et un seul modèle. Cet indicateur a été ensuite utilisé pour les modèles par âge et sexe. Pour chaque zone, on calcule la différence entre l'AIC du modèle construit avec l'indicateur météorologique indiqué, et l'AIC le plus faible de l'ensemble des modèles (DAIC). Une valeur nulle indique le modèle le plus performant, mais des valeurs  $<10$  indiquent des modèles acceptables, et des valeurs  $<4$  des modèles très bons [18].

### 3.4.3 Définition des jours chauds et froids, et calcul de la mortalité attribuable à la température

Des associations température-mortalité recentrées pour chaque zone ont été dérivées à partir des modèles précédents. Cette méthode permet d'obtenir des associations robustes établies à partir d'une méta-analyse tout en prenant en compte les spécificités de chaque zone [16, 19]. Ces associations température-mortalité recentrées par zone ont permis de déterminer pour chaque zone les percentiles de température pour lesquels la mortalité est minimale (TMM) et la fraction de décès attribuables aux températures.

La TMM est couramment utilisée dans la littérature pour distinguer les jours chauds (température  $>$  TMM) et les jours froids (température  $<$  TMM). Elle est cependant associée à des intervalles de confiance parfois étendus, et peut être variable selon la zone et la période d'étude. Ainsi, cette définition des notions de jours chauds et de jours froids par rapport à la TMM est difficile à communiquer. Dans cette étude, et en cohérence avec les choix réalisés pour l'hexagone, le percentile 50 (P50) de la distribution des températures est utilisé pour définir les jours chauds (température  $>$ P50) et froids (température  $<$ P50).

Les associations température-mortalité recentrées ont été utilisées pour calculer, selon la méthodologie décrite par Gasparrini *et al* [20], les fractions de décès attribuables aux jours chauds et aux jours froids permettant ainsi de quantifier la part des décès liée à l'exposition aux températures, qu'elles soient élevées ou basses, par rapport à une température de référence fixée au percentile 50.

Un focus est également fait sur les jours les plus chauds (température  $\geq$  P99), et les jours les plus froids (température  $\leq$  P1).

### 3.4.4 Analyses de sensibilité

Des analyses de sensibilité ont porté sur des choix alternatifs pour la modélisation de la température : type de spline, nombre et positionnement des nœuds. Afin de tester l'influence possible de la pandémie de Covid-19, un modèle portant uniquement sur la période pré-pandémie (2014 – 2019) a également été testé. Ce modèle n'inclut pas de données sur les décès Covid-19, non comptabilisés à cette période.

# 4. RÉSULTATS

## 4.1 Indicateurs météorologiques

Les températures présentent des amplitudes saisonnières peu marquées (Figure 1). Les distributions de l'ensemble des indicateurs sont détaillées en Annexe 1. En moyenne les températures sont plus élevées à Mayotte et en Guyane, très proches à la Guadeloupe et en Martinique, et légèrement plus faibles à La Réunion (Figure 1). L'humidité journalière est en moyenne plus élevée en Guyane, similaire en Guadeloupe et en Martinique, et légèrement plus faible à Mayotte et à La Réunion.

Les coefficients de corrélation entre ces différents indicateurs sont détaillés en Annexe 1. On note un très haut niveau de corrélation entre température, température apparente et *heat index* dans toutes les zones, sauf en Guyane.

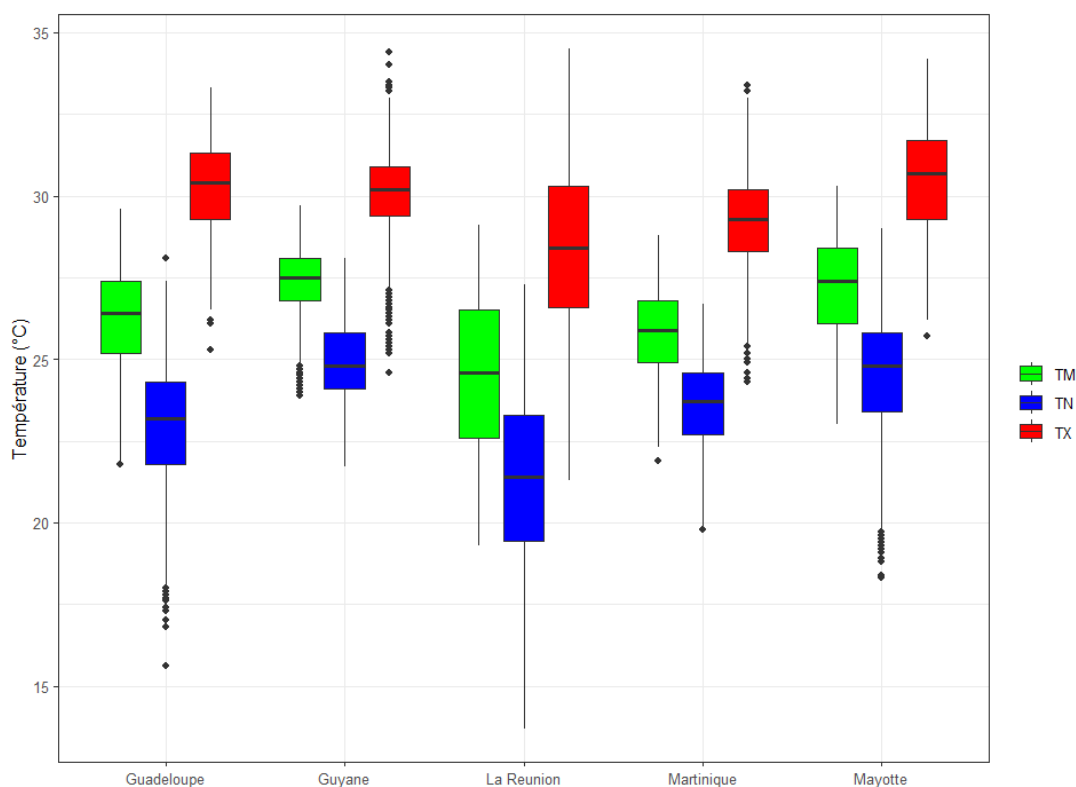


Figure 1 – Distribution des températures minimales (TN, bleu), moyennes (TM, vert) et maximales (TX, rouge) journalières par DROM – 2014-2022

## 4.2 Données de mortalité

L'étude a porté sur un total de 125 370 décès toutes causes, recensés entre 2014 et 2022. Les effectifs les plus importants étaient observés à La Réunion, et les plus faibles à Mayotte (Tableau 2). La répartition de la mortalité par âge et sexe est très variable selon les DROM. En Martinique et Guadeloupe, les 15-64 ans et plus représentaient respectivement 19 et 23% des décès. À La Réunion, les 15-64 ans et plus représentaient 30% des décès, et en Guyane et à Mayotte respectivement 50 et 54% des décès. Dans tous les DROM, les hommes représentaient plus de 50% des décès tous âges (de 51% en Martinique à 59% en Guyane). De plus, les hommes

représentaient de l'ordre de 60% des décès chez les 15-64 ans (de 55% à Mayotte à 66% en Guadeloupe), et de l'ordre de 50% des décès chez les 65 ans et plus (de 49% à La Réunion à 53% en Guyane).

Il n'est pas observé de saisonnalité marquée de la mortalité. Dans tous les DROM, on observe une augmentation de la mortalité en 2021 et 2022, en lien avec la pandémie de Covid-19. Les évolutions journalières de la mortalité totale et de la mortalité Covid-19 par DROM sont présentées en Annexe 2.

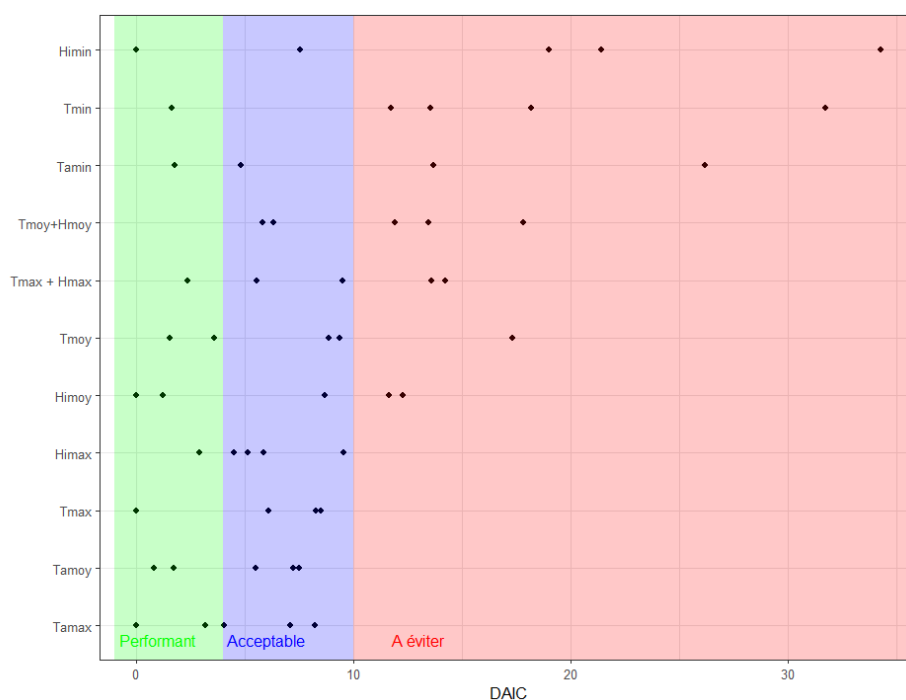
**Tableau 2 – Principales caractéristiques des zones d'étude**

DROM	Population	Nombre total de décès	Nombre de décès chez les hommes (%)	Nombre de décès chez les femmes (%)	Nombre de décès chez les moins de 65 ans (%)	Nombre de décès chez les 65 ans et plus (%)
<b>Martinique</b>		32 198	16 486 (51,2%)	15 712 (48,8%)	6 237 (19,4%)	25 961 (80,6%)
<b>Guadeloupe</b>		31 320	16 705 (53,3%)	14 615 (46,7%)	7 110 (22,7%)	24 209 (77,3%)
<b>Guyane</b>		8 765	5 169 (59,0%)	3 596 (41,0%)	4 356 (49,7%)	4 408 (50,3%)
<b>La Réunion</b>		45 993	25 078 (54,5%)	20 915 (45,5%)	13 623 (29,6%)	32 370 (70,4%)
<b>Mayotte</b>		7 094	3 757 (53,0%)	3 337 (47,0%)	3 813 (53,7)	3 280 (46,2%)

### 4.3 Choix de l'indicateur météorologique

La température maximale (Tmax), la température apparente moyenne, la température apparente maximale et le *heat index* maximal fournissent des modèles performants ou acceptables dans l'ensemble des DROM. Les autres indicateurs fournissent des modèles à éviter dans un à quatre DROM (Figure 2).

La température maximale est retenue pour l'ensemble des analyses, comme étant l'indicateur le plus simple parmi les indicateurs les plus performants. Quelques résultats pour la température moyenne et la température apparente moyenne sont également présentés en Annexe 3 pour faciliter la comparaison avec les études internationales.



**Figure 2 – Différence entre l’AIC du modèle construit avec l’indicateur météorologique indiqué, et l’AIC le plus faible de l’ensemble des modèles (DAIC), par DROM, pour chaque indicateur météorologique testé**

## 4.4 Forme des relations température-mortalité et risques relatifs associés

### 4.4.1 Effet de la température sur la mortalité totale, par âge et par sexe

La Figure 3 présente les relations température maximale – mortalité tous âges, par âge et par sexe. Les résultats par sexe et âge sont limités par une faible puissance statistique. De plus, les effectifs ne permettent pas de réaliser des modèles par âge et sexe combinés.

Des formes de relations classiques en U sont observées pour tous les modèles (et également pour les autres indicateurs de température, cf. Annexe 3). La Figure 4 présente les RR par jour suivant l’exposition pour les percentiles 1 et 99 de la température maximale, pour la mortalité tous âges. Pour le percentile 1, on retrouve un effet maintenu dans le temps principalement entre les lags<sup>1</sup> 2 et 8, et pour le percentile 99 un effet immédiat persistant jusqu’à deux jours suivant l’exposition.

Pour les températures froides (<P50), les RR sont d’ordre de grandeur similaire pour les moins de 65 ans et les 65 ans et plus, et plus élevés pour les hommes que pour les femmes. Par exemple, le risque de décès est 1,17 [1,05 : 1,31] fois plus élevé au P1 qu’au P50 pour les moins de 65 ans, et 1,18 [1,09 : 1,28] fois plus élevé pour les 65 ans et plus (Tableau 3). Le risque au percentile 1 est de 1,25 [1,16 : 1,35] pour les hommes vs 1,10 [1,0 : 1,20] pour les femmes (Tableau 4).

Pour les températures chaudes (>P50), les RR sont plus élevés chez les 65 ans et plus, et pour les femmes. Par exemple, le risque de décès est 1,01 [0,90 : 1,13] fois plus élevé au P99 qu’au P50 pour les moins de 65 ans, et 1,15 [1,07 : 1,24] fois plus élevé pour les 65 ans et plus (Tableau 3). Il est 1,09 [1,02 : 1,15] fois plus élevé au P99 qu’au P50 pour les hommes, vs 1,15 [1,05 : 1,25] fois plus élevé au P99 qu’au P50 pour les femmes.

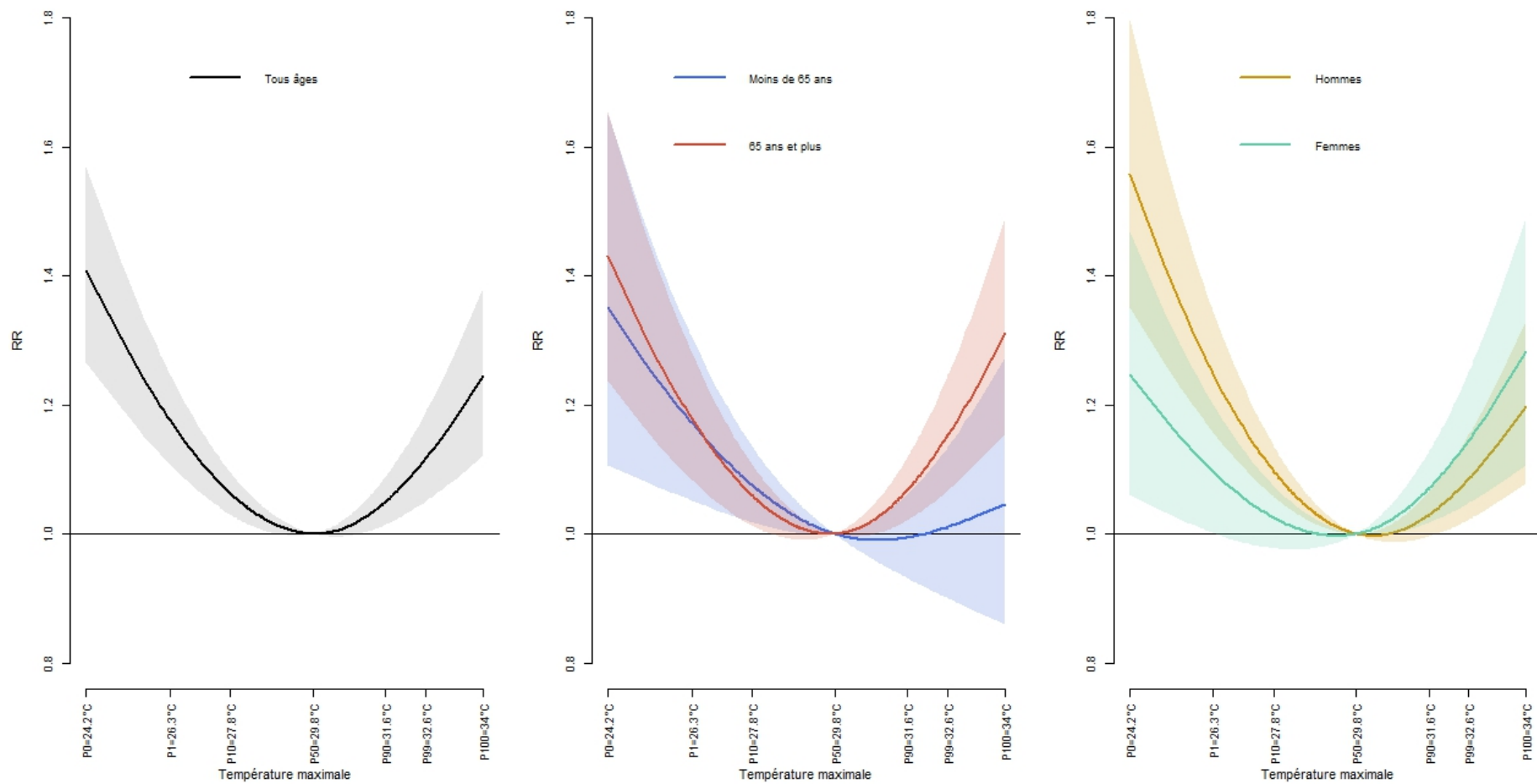
<sup>1</sup> Un lag ou retard représente le délai entre l’exposition et l’observation du décès.

**Tableau 3 – RR cumulés sur 10 jours pour différents percentiles de température maximale, mortalité tous âges et par âge**

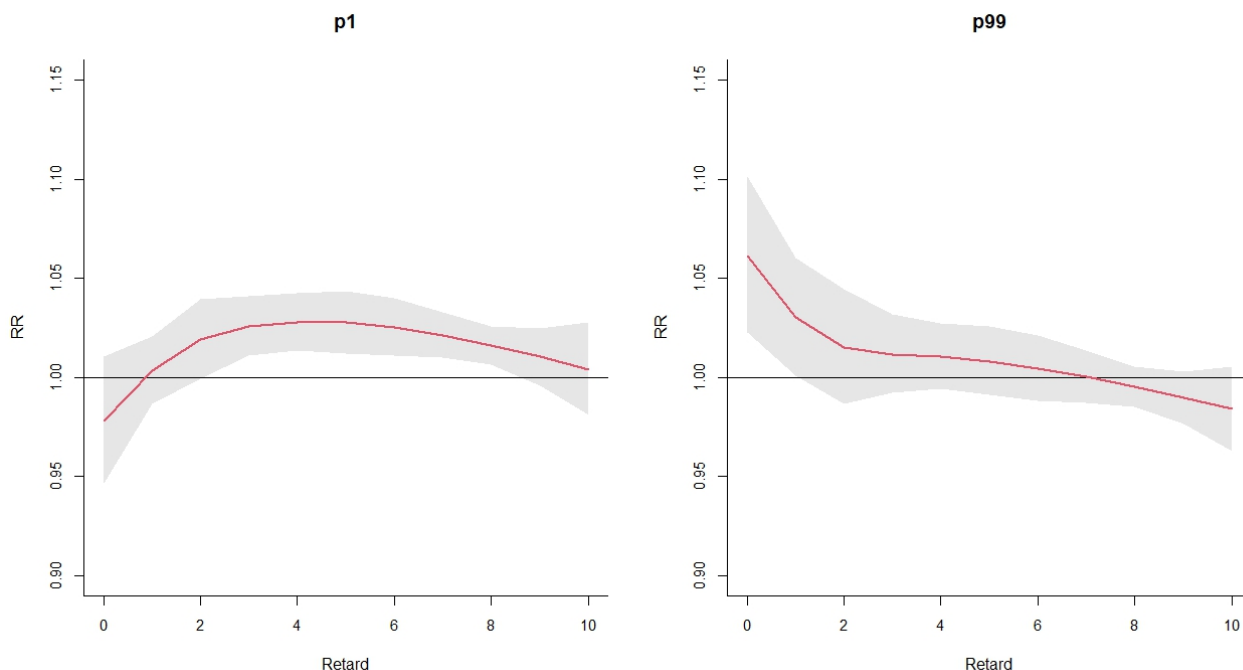
Percentiles	Incrément en °C	RR [IC 95%]		
		Tous âges	Moins de 65 ans	65 ans et plus
P1 vs P50	26,3 vs 29,8	1,18 [1,11 : 1,25]	1,17 [1,05 :1,31]	1,18 [1,09 :1,28]
P25 vs P50	28,6 vs 29,8	1,02 [1,01 : 1,04]	1,04 [1,01 :1,07]	1,02 [1,00 :1,05]
P75 vs P50	30,9 vs 29,8	1,02 [1,00 : 1,04]	1,00 [0,96 :1,03]	1,03 [1,00 :1,05]
P95 vs P50	31,9 vs 29,8	1,07 [1,03 : 1,12]	1,00 [0,92 :1,08]	1,09 [1,03 :1,15]
P99 vs P50	32,7 vs 29,8	1,12 [1,05 : 1,19]	1,01 [0,90 :1,13]	1,15 [1,07 :1,24]
P99,5 vs P50	32,8 vs 29,8	1,13 [1,06 : 1,21]	1,02 [0,90 :1,15]	1,17 [1,08 :1,28]
P99,9 vs P50	33,3 vs 29,8	1,18 [1,09 : 1,28]	1,03 [0,88 :1,20]	1,23 [1,11 :1,36]

**Tableau 4 – RR cumulés sur 10 jours pour différents percentiles de température maximale, mortalité totale et par sexe (tous âges)**

Percentiles	Incrément en °C	RR [IC 95%]		
		Tous	Hommes	Femmes
P1 vs P50	26,3 vs 29,8	1,18 [1,11 : 1,25]	1,25 [1,16 :1,35]	1,10 [1,00 :1,20]
P25 vs P50	28,6 vs 29,8	1,02 [1,01 : 1,04]	1,04 [1,02 :1,06]	1,04 [0,98 :1,03]
P75 vs P50	30,9 vs 29,8	1,02 [1,00 : 1,04]	1,01 [0,99 :1,02]	1,03 [1,00 :1,06]
P95 vs P50	31,9 vs 29,8	1,07 [1,03 : 1,12]	1,05 [1,00 :1,09]	1,09 [1,03 :1,16]
P99 vs P50	32,7 vs 29,8	1,12 [1,05 : 1,19]	1,09 [1,02 :1,15]	1,15 [1,05 :1,25]
P99,5 vs P50	32,8 vs 29,8	1,13 [1,06 : 1,21]	1,10 [1,02 :1,18]	1,16 [1,06 :1,28]
P99,9 vs P50	33,3 vs 29,8	1,18 [1,09 : 1,28]	1,14 [1,05 :1,24]	1,21 [1,07 :1,37]



**Figure 3 - Relation température maximale – mortalité, méta-analyse, RR cumulés sur 10 jours, en référence au percentile 50, mortalité tous âges, par âge et par sexe**



**Figure 4 – Risque relatif par retard pour les percentiles 1 et 99 de la température maximale, en référence au percentile 50 – méta-analyse, mortalité totale tous âges**

#### 4.4.2 Résultats par DROM

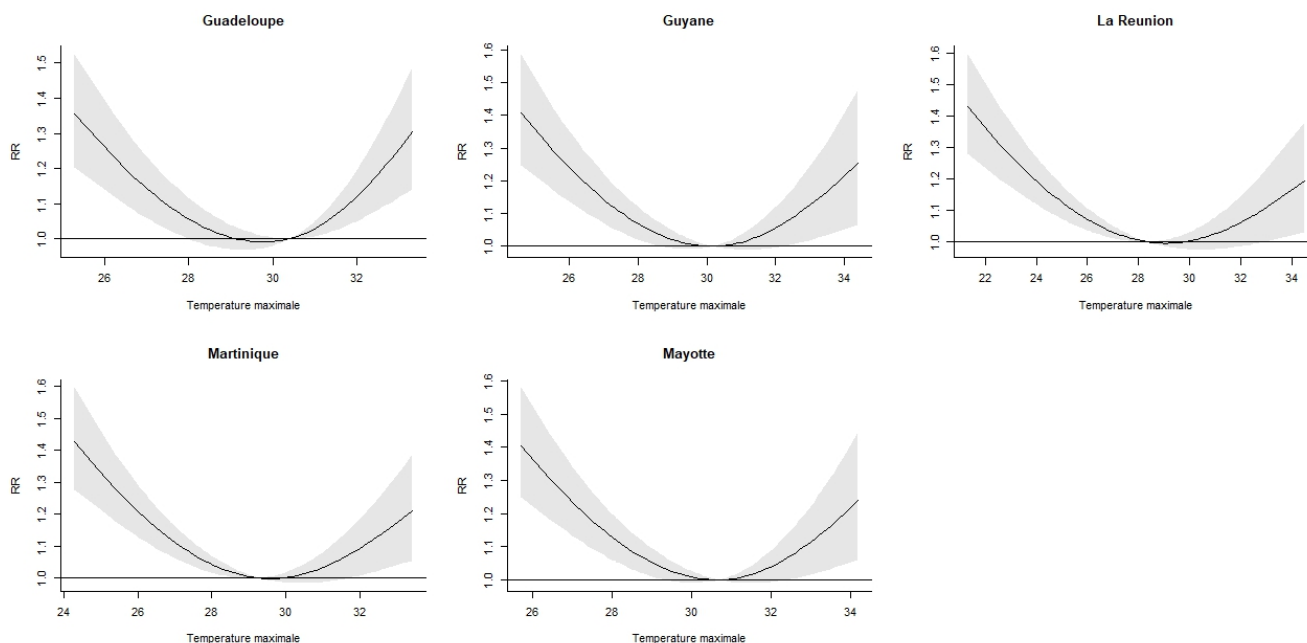
Les relations température maximale mortalité présentent des formes similaires dans tous les DROM (Figure 5).

Le Tableau 5 détaille les températures de mortalité minimale par DROM et par âge. La TMM tend à être  $\sim 1^\circ$  C plus faible pour les moins de 65 ans, par rapport aux plus de 65 ans. Les RR recentrés par DROM tous âges sont détaillés en Annexe 4. Les Figure 6 et Figure 7 détaillent les RR par zone, âge ou sexe respectivement pour les percentiles 1 et 99.

Pour le percentile 1, dans tous les DROM, les RR sont similaires par âge, et tendent à être plus élevés pour les hommes. Pour le percentile 99, les RR sont plus élevés pour les 65 ans et plus (et non significatifs pour les moins de 65 ans), et tendent à être plus élevés pour les femmes.

**Tableau 5 – Température associée au risque minimal de mortalité (TMM) par DROM et par âge**

Zones	Température de mortalité minimale (°C)		
	Tous âges	Moins de 65 ans	65 ans et plus
Guadeloupe	29,8 [29,3 : 30,4]	31,0 [29,3 :32,7]	29,4 [28,6 :30,2]
Martinique	29,6 [29,0 : 30,4]	32,1 [29,4 :32,1]	29,4 [28,6 :30,1]
Guyane	30,2 [29,5 : 31,2]	30,9 [29,1 :32,2]	29,0 [27,9 :30,4]
La Réunion	29,1 [28,2 : 30,5]	30,2 [27,8 :32,3]	29,0 [27,9 :30,4]
Mayotte	30,7 [30,3 : 31,5]	30,8 [29,4 :33,2]	30,8 [29,8 :31,9]



**Figure 5 - Relation température – mortalité recentrée, RR cumulés sur 10 jours, en référence au percentile 50**

## 4.5 Mortalité attribuable à la température

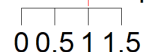
Sur l'ensemble de la période 2014-2022, dans l'ensemble des DROM, 2 299 [1 503 : 3 160] décès sont attribuables aux températures observées les jours froids (soit les températures maximales journalières inférieures à la médiane), ce qui représente 1,8% [1,2 :2,5] de la mortalité totale (Tableau 6). Parmi ces décès, 245 [203 : 291] sont attribuables à la température les jours très froids. La majorité de l'impact vient de La Réunion (1 326 [776 : 1 894] décès soit 2,9% de la mortalité totale). Les 65 ans et plus représentent la majorité de l'impact, mais les contributions relatives à la mortalité sont d'ordre de grandeur équivalent. En Guadeloupe, les impacts des températures froides sont plus faibles, reflétant des RR plus faibles, et non significatifs pour une grande partie des températures inférieures à la médiane.

Sur l'ensemble de la période 2014-2022, dans l'ensemble des DROM, 1 805 [678 : 2 091] décès sont attribuables aux températures observées les jours chauds (soit les températures maximales supérieures à la médiane), ce qui représente 1,4% [0,5 :2,3] de la mortalité totale (Tableau 7). Parmi ces décès, 200 [122 : 271] sont attribuables à la température les jours très chauds. Les 65 ans et plus représentent la majorité de l'impact, sauf à Mayotte où les impacts sont comparables entre les classes d'âge. Les impacts les plus importants sont observés à la Guadeloupe chez les personnes âgées de 65 ans et plus (1 023 [481 : 1 533], soit 4,2% de la population). Ces impacts plus élevés en Guadeloupe découlent des RR un peu plus élevés retrouvés dans ce territoire.

La Figure 5 détaille le nombre de décès attribuables à la température par année et par DROM, et la fraction de la mortalité annuelle correspondante.

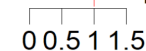
15-64 ans

Département	Incrément de température	RR (95% CI)
Guadeloupe	27,3°C vs30,4°C	1.16 [1.03 : 1.31]
Guyane	26,5°C vs30,2°C	1.18 [1.04 : 1.34]
La Réunion	24,0 °C vs28,4°C	1.17 [1.05 : 1.31]
Martinique	26,3°C vs29,3°C	1.19 [1.07 : 1.33]
Mayotte	27,4°C vs30,7°C	1.15 [1.02 : 1.31]
Méta-analyse	26,3°C vs29,8°C	1.17 [1.05 : 1.30]



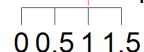
Hommes

Département	Incrément de température	RR (95% CI)
Guadeloupe	27,3°C vs30,4°C	1.22 [1.14 : 1.31]
Guyane	26,5°C vs30,2°C	1.27 [1.17 : 1.37]
La Réunion	24,0 °C vs28,4°C	1.25 [1.16 : 1.34]
Martinique	26,3°C vs29,3°C	1.23 [1.15 : 1.32]
Mayotte	27,4°C vs30,7°C	1.27 [1.17 : 1.37]
Méta-analyse	26,3°C vs29,8°C	1.25 [1.16 : 1.34]



65 ans et plus

Département	Incrément de température	RR (95% CI)
Guadeloupe	27,3°C vs30,4°C	1.07 [0.96 : 1.19]
Guyane	26,5°C vs30,2°C	1.19 [1.04 : 1.35]
La Réunion	24,0 °C vs28,4°C	1.22 [1.11 : 1.35]
Martinique	26,3°C vs29,3°C	1.18 [1.07 : 1.29]
Mayotte	27,4°C vs30,7°C	1.23 [1.08 : 1.39]
Méta-analyse	26,3°C vs29,8°C	1.18 [1.08 : 1.28]



Femmes

Département	Incrément de température	RR (95% CI)
Guadeloupe	27,3°C vs30,4°C	1.02 [0.91 : 1.14]
Guyane	26,5°C vs30,2°C	1.11 [0.98 : 1.26]
La Réunion	24,0 °C vs28,4°C	1.14 [1.03 : 1.26]
Martinique	26,3°C vs29,3°C	1.10 [1.00 : 1.22]
Mayotte	27,4°C vs30,7°C	1.09 [0.97 : 1.24]
Méta-analyse	26,3°C vs29,8°C	1.10 [1.00 : 1.20]

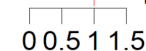
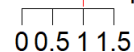


Figure 6 – RR par zone, âge et sexe, au percentile 1 (par rapport au percentile 50)

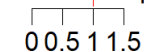
Hommes

Département	Incrément de température	RR (95% CI)
Guadeloupe	32,9°C vs30,4°C	1.12 [1.04 : 1.20]
Guyane	32,6°C vs30,2°C	1.05 [1.01 : 1.09]
La Réunion	32,4°C vs28,4°C	1.08 [1.01 : 1.14]
Martinique	32,5°C vs29,3°C	1.10 [1.03 : 1.18]
Mayotte	33,4°C vs30,7°C	1.10 [1.03 : 1.17]
Méta-analyse	32,7 °C vs29,8°C	1.09 [1.02 : 1.15]



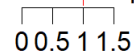
15-64 ans

Département	Incrément de température	RR (95% CI)
Guadeloupe	32,9°C vs30,4°C	1.02 [0.84 : 1.25]
Guyane	32,6°C vs30,2°C	1.01 [0.89 : 1.15]
La Réunion	32,4°C vs28,4°C	1.00 [0.85 : 1.17]
Martinique	32,5°C vs29,3°C	0.93 [0.78 : 1.11]
Mayotte	33,4°C vs30,7°C	1.09 [0.91 : 1.31]
Méta-analyse	32,7 °C vs29,8°C	1.01 [0.90 : 1.13]



Femmes

Département	Incrément de température	RR (95% CI)
Guadeloupe	32,9°C vs30,4°C	1.27 [1.10 : 1.46]
Guyane	32,6°C vs30,2°C	1.09 [0.98 : 1.20]
La Réunion	32,4°C vs28,4°C	1.09 [0.96 : 1.23]
Martinique	32,5°C vs29,3°C	1.14 [1.01 : 1.29]
Mayotte	27,4°C vs30,7°C	1.18 [1.02 : 1.36]
Méta-analyse	26,3°C vs29,8°C	1.14 [1.05 : 1.25]



65 ans et plus

Département	Incrément de température	RR (95% CI)
Guadeloupe	32,9°C vs30,4°C	1.28 [1.14 : 1.45]
Guyane	32,6°C vs30,2°C	1.10 [1.00 : 1.21]
La Réunion	32,4°C vs28,4°C	1.10 [0.99 : 1.22]
Martinique	32,5°C vs29,3°C	1.16 [1.05 : 1.29]
Mayotte	33,4°C vs30,7°C	1.13 [1.00 : 1.29]
Méta-analyse	32,7 °C vs29,8°C	1.15 [1.07 : 1.24]

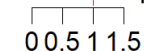


Figure 7 – RR par zone, âge et sexe, au percentile 99 (par rapport au percentile 50)

**Tableau 6 – Nombre de décès attribuables aux températures maximales les jours froids et très froids, par département, tous âges et par âge**

Température < P50						
Tous âges			15-64 ans		65 ans et plus	
Tous âges	Nombre attribuable	Fraction de la mortalité totale (%)	Nombre attribuable	Fraction de la mortalité totale (%)	Nombre attribuable	Fraction de la mortalité totale (%)
Guadeloupe	115 [-320 : 513]	0,4[-1,0 : 1,6]	130 [-44 : 284]	1,8 [-0,6 : 4]	-124 [-630 : 331]	-0,5 [-2,6 : 1,4]
Martinique	601 [300 : 922]	1,9 [0,9 : 2,9]	170 [63 : 282]	2,7 [1 : 4,5]	435 [74 : 813]	1,7 [0,3 : 3,1]
Guyane	102 [16 : 188]	1,2 [0,2 : 2,2]	62 [-8 : 130]	1,4 [-0,2 : 3,0]	45 [-30 : 116]	1 [-0,7 : 2,7]
La Réunion	1 326 [776 : 1 894]	2,9 [1,7 : 4,1]	373 [98 : 650]	2,7 [0,7 : 4,8]	1 056 [439 : 1 670]	3,3 [1,4 : 5,2]
Mayotte	154 [54 : 257]	2,2 [0,8 : 3,6]	74 [-19 : 165]	1,9 [-0,5 : 4,4]	84 [9 : 159]	2,6 [0,3 : 4,9]
Total	2 299 [1 503 : 3 160]	1,8 [1,2 : 2,5]	810 [444 : 1207]	2,3 [1,3 : 3,4]	1 495[576 : 2 466]	1,7 [0,6 : 2,7]
Température < P1						
Tous âges			15-64 ans		65 ans et plus	
Tous âges	Nombre attribuable	Fraction de la mortalité totale (%)	Nombre attribuable	Fraction de la mortalité totale (%)	Nombre attribuable	Fraction de la mortalité totale (%)
Guadeloupe	41[20 : 61]	0,1[0,1 : 0,2]	12[3 : 20]	0,2[0 : 0,3]	22[-5 : 46]	0,1[0 : 0,2]
Martinique	58[40 : 76]	0,2[0,1 : 0,2]	12[5 : 19]	0,2[0,1 : 0,3]	47[25 : 68]	0,2[0,1 : 0,3]
Guyane	18[11 : 24]	0,2[0,1 : 0,3]	8[2 : 13]	0,2[0,1 : 0,3]	10[3 : 15]	0,2[0,1 : 0,3]
La Réunion	114[80 : 146]	0,2[0,2 : 0,3]	28[10 : 44]	0,2[0,1 : 0,3]	92[54 : 127]	0,3[0,2 : 0,4]
Mayotte	14[9 : 19]	0,2[0,1 : 0,3]	6[1 : 11]	0,2[0 : 0,3]	7[4 : 11]	0,2[0,1 : 0,3]
Total	245[203 : 291]	0,2[0,2 : 0,2]	66[45 : 88]	0,2[0,1 : 0,3]	178[127 : 229]	0,2[0,1 : 0,3]

**Tableau 7 – Nombre de décès attribuables aux températures maximales les jours chauds et très chauds, par département, tous âges et par âge**

Température > P50						
Tous âges			15-64 ans		65 ans et plus	
Tous âges	Nombre attribuable	Fraction de la mortalité totale (%)	Nombre attribuable	Fraction de la mortalité totale (%)	Nombre attribuable	Fraction de la mortalité totale (%)
Guadeloupe	979 [380 :1 545]	3,1 [1,2 : 5,0]	4 [-279 : 263]	0,1 [-3,9 : 3,7]	1 023 [481 : 1 533]	4,2 [2 : 6,4]
Martinique	280 [-168 :703]	0,9 [-0,5 : 2,2]	-109 [-292 : 58]	-1,8 [-4,7 : 0,9]	407 [-28 : 825]	1,6 [-0,1 : 3,2]
Guyane	73,7 [-34 :180]	0,8 [-0,4 : 2,1]	-5 [-104 : 90]	-0,1 [-2,4 : 2,1]	53 [-17 : 124]	1,2 [-0,4 : 2,8]
La Réunion	346 [-409 :1 114]	0,8 [-0,9 : 2,4]	-81 [-532 : 367]	-0,6 [-3,9 : 2,7]	327 [-351 : 996]	1,0 [-1,1 : 3,1]
Mayotte	127 [-12 :253]	1,8 [-0,2 : 3,6]	45 [-86 : 162]	1,2 [-2,3 : 4,3]	57 [-29 : 134]	1,7 [-0,9 : 4,1]
Total	1 805 [678 :2 901]	1,4 [0,5 :2,3]	-146 [-766 : 444]	-0,4 [-2,2 : 1,3]	1 867 [822 : 2 853]	2,1 [0,9 : 3,2]

Température > P99						
Tous âges			15-64 ans		65 ans et plus	
Tous âges	Nombre attribuable	Fraction de la mortalité totale (%)	Nombre attribuable	Fraction de la mortalité totale (%)	Nombre attribuable	Fraction de la mortalité totale (%)
Guadeloupe	93 [46 : 136]	0,3 [0,1 : 0,4]	3[-23 : 24]	0[-0,3 : 0,3]	92[51 : 127]	0,4[0,2 : 0,5]
Martinique	44 [11 : 74]	0,1 [0 : 0,2]	-5[-22 : 8]	-0,1[-0,3 : 0,1]	50[20 : 77]	0,2[0,1 : 0,3]
Guyane	10 [2 : 18]	0,1 [0 : 0,2]	1[-8 : 10]	0[-0,2 : 0,2]	6[1 : 10]	0,1[0 : 0,2]
La Réunion	41 [-1 : 82]	0,1 [0 : 0,2]	1[-25 : 24]	0[-0,2 : 0,2]	36[1 : 70]	0,1[0 : 0,2]
Mayotte	13 [4 : 22]	0,2 [0,1 : 0,3]	5[-5 : 13]	0,1[-0,1 : 0,3]	7[1 : 12]	0,2[0 : 0,4]
Total	200 [122 : 271]	0,2 [0,1:0,2]	4[-40 : 41]	0[-0,1 : 0,1]	189[123 : 249]	0,2[0,1 : 0,3]



Températures ■ inférieure au p50 ■ supérieure au p50



Températures ■ inférieure au p50 ■ supérieure au p50

**Figure 8 – Nombre de décès et fraction de décès attribuables à la température par DROM et par année**

## 4.6 Analyses de sensibilité

Les différentes analyses de sensibilité conduisent à des formes de relation et des estimations de RR similaires (Tableau 8). Notamment, la restriction de la période d'étude à la période pré Covid-19 ne modifie pas les RR. Par exemple, le RR estimé au percentile 95 pour la période 2014-2019 est de 1,06 [1,00 : 1,13], vs 1,07 [1,03 : 1,12] pour la période 2014-2022 incluant la pandémie de Covid-19.

L'utilisation d'une b-spline tend à donner des RR plus faibles aux percentiles bas, et plus élevés aux percentiles hauts (Tableau 8), mais les différences ne sont pas significatives. Le choix initial s'est porté sur des *natural splines*, qui permettent d'utiliser les relations observées pour estimer l'impact de la mortalité pour d'autres années, en permettant l'extrapolation à des températures potentiellement jamais observées entre 2014 et 2022.

**Tableau 8 – Risque relatifs au P1, P95 et P99.5 par rapport au P50 selon les analyses de sensibilité**

Percentiles	P1 (26.3 vs 29,8 °C)	P95 (31.9 vs 29.8)	P99.5 32.8 vs 29.8
Analyse principale	1,18 [1,11 : 1,25]	1,07 [1,03 : 1,12]	1,13 [1,06 : 1,21]
B – <i>spline</i> quadratique au lieu de <i>natural spline</i>	1,12 [1,02 : 1,23]	1,06 [1,01 : 1,09]	1,17 [1,09 : 1,25]
Nœuds aux p50 et p90	1.13 [1.03 : 1.24]	1,06 [1,02 : 1,10]	1,18 [1,09 : 1,28]
Nœuds aux p10, p75, p90	1.07 [0.95 : 1.20]	1,09 [1,03 : 1,16]	1,18 [1,06 : 1,31]
Analyses 2014-2019	1.18 [1.09 : 1.27]	1,06 [1,00 : 1,13]	1,12 [1,01 : 1,24]

## 5. DISCUSSION

### 5.1 Synthèse des principaux résultats

La température maximale a une influence sur la mortalité dans l'ensemble des DROM, avec une relation température-mortalité forme en U marquant une augmentation des risques de décès vers les températures plus froides que la médiane, et vers les températures plus chaudes que la médiane. Ces résultats sont cohérents avec ceux observés dans les travaux précédents [1, 21] et dans la littérature internationale [2]. Les différentes analyses de sensibilité ou l'utilisation d'autres indicateurs de températures conduisent à des résultats similaires.

#### 5.1.1 Comparaison avec les travaux précédents et avec l'hexagone

Sur la période 2014-2022, une augmentation de la température moyenne du percentile 50 au percentile 99,9 est associée à un méta-RR cumulé sur 10 jours de 1,14 [1,03 : 1,25]. Sans Mayotte (qui n'était pas incluse dans l'étude précédente), le méta-risque est de 1,13 [1,03 : 1,25], à comparer avec un méta-risque de 1,31 [1,09 : 1,57] dans l'étude précédente portant sur la période 2000-2015 [1]. On note donc une tendance à la diminution du risque, mais qui peut s'expliquer par l'échelle géographique d'analyse différente : en travaillant à l'échelle du département, la mesure de l'exposition est moins précise qu'à l'échelle d'une zone d'étude plus restreinte, comme dans la précédente étude, ce qui peut conduire à des estimations de risques plus faibles.

Les risques liés aux températures chaudes sont plus faibles qu'en hexagone. Dans les départements d'hexagone, le méta-RR cumulé sur 10 jours est de 1,34 [1,27 : 1,41] pour une température moyenne au percentile 99,9 vs une température moyenne au percentile 50 [7]. Cette différence peut découler d'exposition différente (avec notamment moins de températures très élevées dans les DROM), mais également de comportements et de structures démographiques différents.

La comparaison des risques liés aux températures froides est délicate compte tenu des différences de distribution des températures entre l'Hexagone et les outre-mer. De plus, les modèles température-mortalité hexagonaux se concentrent uniquement sur l'été, et présente une forme en J avec des effets non significatifs des températures inférieures à la médiane estivale [7]. Des modèles températures-mortalité portant sur l'année entière et sur 18 zones urbaines mettaient en évidence une forme en U similaire à celle retrouvée dans les DROM, avec, pour l'année 2015, des RR proches de ceux retrouvés dans les DROM, avec notamment pour le percentile 1, par rapport au percentile 50, un RR de 1,24 [1,19 : 1,28] [5].

Enfin, la mortalité toutes causes confondues est plus élevée dans les DROM, et en particulier à Mayotte, en Guyane et en Guadeloupe, que dans les départements de l'hexagone. Les mortalités pour causes cardiovasculaires, respiratoires, endocriniennes, y sont également plus élevées [22], toutes ces causes étant identifiées comme à risque vis-à-vis de la chaleur. Des analyses de l'influence de la température sur la mortalité et le recours aux soins par causes pourraient aider à mieux estimer l'impact total de ce risque sur la santé des populations.

#### 5.1.2 Indicateur d'exposition

Sur la base du critère d'information d'Akaike, la température maximale a été choisie comme l'indicateur le plus adapté pour modéliser la température dans l'ensemble des zones. Les performances des indicateurs testés étaient de fait très proches, et les formes de relations, risques relatifs et nombre de décès attribuables très similaires. Ces similarités étaient attendues compte tenu de la très forte corrélation entre les différents indicateurs, et cohérents avec l'état des connaissances actuelles. Un travail récent de comparaison des performances de différents indicateurs de températures pour étudier l'impact de la chaleur sur la mortalité a conclu à des performances très similaires entre indicateurs dans les climats extra-tropicaux [23]. Dans les climats

tropicaux, quelques différences peuvent s'observer. Ainsi, en général, dans les zones où il existe une corrélation négative entre température de l'air et humidité, la température de l'air est un meilleur indicateur. Dans les zones où cette corrélation est nulle ou positive, des indicateurs de confort thermique peuvent être plus performants. Dans tous les cas, les différences sur les estimations d'impact sont minimales [23]. Ces résultats sont similaires à ceux d'une autre étude qui concluent à des capacités identiques des indicateurs de températures et des indicateurs incluant l'humidité pour estimer les impacts de la chaleur sur la mortalité [24].

Ces résultats peuvent paraître contre-intuitifs compte tenu du rôle de l'humidité dans la sensation de chaleur. De plus, les études physiologiques concluent à des risques pour la santé importants en cas de combinaison de températures et d'humidité élevées [25].

À l'inverse, les études épidémiologiques retrouvent largement une absence de rôle de l'humidité pour expliquer l'effet de la chaleur sur la mortalité. Ils sont cependant classiques dans les travaux épidémiologiques [23, 24, 26], plusieurs pistes étant évoquées pour l'expliquer [25] :

- un biais des études épidémiologiques avec une surreprésentation des climats extra-tropicaux ;
- une mauvaise prise en compte des liens entre températures et humidité dans les études épidémiologiques ;
- la rareté des expositions simultanées à des niveaux très élevés de température et d'humidité et le rôle de la pluie ;
- des analyses centrées sur des populations âgées ou vulnérables avec une mauvaise capacité de sudation ;
- un rôle limité de l'humidité sur les mécanismes physiologiques conduisant au décès, notamment pour des causes cardiovasculaires.

De futures études pourraient approfondir cette question en analysant des données de mortalité ou de recours aux soins par causes, et en prenant en compte d'autres paramètres d'humidité (ex, humidité absolue), ou dans des modélisations alternatives (ex, recherche de médiation, influence de la saison...).

### 5.1.3 Influence de l'âge et du sexe

Dans les DROM, les résultats mettent en évidence un effet plus important des températures élevées chez les 65 ans et plus, et une tendance à des effets plus importants chez les femmes. À l'inverse, les températures plus basses ont un effet similaire sur la mortalité quel que soit l'âge, et plus important chez les hommes. Ces résultats sont à interpréter avec précaution compte tenu de la faible puissance statistique et de l'impossibilité de stratifier par âge et par sexe, mais appelle à explorer davantage les éventuelles différences d'exposition, de comportement et de susceptibilité par âge et par sexe. L'âge est un facteur de risque connu vis-à-vis de la chaleur, largement documenté dans la littérature internationale [27-31]. Les connaissances sur le sexe sont plus contrastées, certaines études retrouvant des risques plus importants chez les hommes, et d'autres chez les femmes [27, 29, 30, 32]. Des différences par sexe pourraient être dues à des structures démographiques différentes, des différences physiologiques, et des différences dans les conditions économiques et sociales [32].

### 5.1.4 Fraction de la mortalité attribuable à la température

Dans la littérature, la TMM est souvent utilisée pour distinguer un effet de la chaleur (température > TMM) ou un effet du froid (température < TMM). Dans cette étude, et en cohérence avec les travaux précédents, la médiane a été utilisée pour distinguer les jours plus froids et plus chauds que d'habitude. Ce choix a peu d'influence sur les résultats puisque dans tous les DROM TMM et médiane sont très proches (avec un écart variant de 0 °C à Mayotte et en Martinique, à 0,7 °C à La Réunion, la médiane étant par ailleurs toujours comprise dans l'intervalle de confiance de la TMM).

Sur l'ensemble des DROM et de la période d'étude, 2 299 [1 503 : 3 160] décès sont attribuables aux températures maximales plus froides que la médiane et 1 805 [678 : 2 901] décès aux températures plus chaudes que la médiane.

Ces estimations découlent de l'hypothèse d'une relation causale entre la température et la mortalité.

La causalité de la relation entre température et mortalité est peu discutable pour des températures très élevées ou très basses, pour lesquelles on dispose de connaissances physiologiques, et d'observations expérimentales ou quasi expérimentales. Pour les températures supérieures à la médiane, les gammes de températures observées dans les DROM, et les formes de relations température-mortalité retrouvées sont compatibles avec les connaissances actuelles d'un effet de la chaleur sur la santé.

L'interprétation de l'effet des températures inférieures au percentile 50 est plus délicate. Plusieurs études épidémiologiques dans des climats chauds retrouvent des effets similaires, mais on ne dispose pas de preuve d'un possible effet physiologique de type froid pour les gammes de températures observées. L'impact pourrait aussi être le reflet de comportements, ou médié par d'autres pathologies de type infectieux ou cardiovasculaires. Des travaux suggèrent cependant qu'une suite de jours modérément froids peut constituer un stress physiologique fragilisant pour les personnes âgées [33]. Cependant, les risques liés au froid dans les DROM sont équivalents chez les 15-64 ans et chez les 65 ans et plus, et plus élevés chez les hommes, ce qui ne semble pas compatible avec cette hypothèse de stress touchant les plus fragiles. Des travaux complémentaires seraient nécessaires pour comprendre les mécanismes impliqués à ces températures.

## 5.2 Forces et limites

Cette étude a établi des relations température-mortalité dans chaque DROM, et pour la première fois des résultats selon l'âge et le sexe. Les modèles permettront d'estimer annuellement la mortalité attribuable à la température, afin de suivre un des effets du changement climatique sur la santé.

L'étude s'est appuyée sur huit années de données, et sur un design multicentrique et la combinaison des résultats *via* une méta-analyse afin d'obtenir des résultats robustes, et des estimations recentrées pour chaque DROM. Chaque DROM présente des spécificités démographiques et environnementales propres, et les estimateurs recentrés permettent de prendre en partie en compte ces différences.

L'analyse à l'échelle départementale permet d'avoir davantage de puissance et d'explorer des différences par âge et par sexe. Elle fournit également des estimations de mortalité attribuable à la température comparables à celles produites pour l'Hexagone. L'échelle départementale est cependant très large et recouvre une grande diversité de conditions climatiques et d'environnements. Elle peut masquer des contrastes importants dans les effets de la température sur la santé. Des études plus localisées seraient utiles pour mieux comprendre les déterminants en jeu, mais nécessiteraient d'autres approches méthodologiques compte tenu des faibles effectifs de populations concernées.

## 5.3 Implications pour la santé publique

Les résultats confirment un rôle important de la température vis-à-vis de la mortalité dans les DROM. Cette étude n'a porté que sur la mortalité, et ne représente qu'une partie des nombreux effets documentés dans la littérature de la température (chaleur et froid) sur la santé (santé cardiovasculaire, respiratoire, neurologique, mentale, périnatale, capacité cognitive, productivité...).

Les distributions de températures sont peu étendues, et les différences entre les températures les plus extrêmes (les moins fréquentes) et les températures médianes ne sont que de quelques degrés. Ainsi, une faible différence de température peut être associée à une augmentation conséquente du risque de mortalité, sans qu'il y ait la perception d'une chaleur exceptionnelle.

Les résultats montrent un effet des températures froides légèrement supérieur à celui des températures chaudes. Un effet du froid équivalent ou supérieur à celui de la chaleur sur la mortalité est classiquement observé dans la littérature, avec plusieurs explications possibles (forme de la relation, fréquence des jours à risques, causalité...). Il existe cependant un consensus sur le fait que la chaleur extrême est associée à des risques très élevés, et que développer une prévention spécifique dans ces situations permet de réduire de manière importante les décès [34]. De nombreux travaux de modélisation montrent que l'augmentation des températures devrait se traduire par une augmentation nette de la mortalité attribuable à la chaleur dans le monde, sans diminution nette de la mortalité attribuable au froid [34].

De plus, les DROM rassemblent de nombreux facteurs de vulnérabilité susceptibles d'exacerber l'impact de la chaleur sur la santé de la population. La défaveur sociale y est beaucoup plus élevée que dans l'Hexagone, et avec des disparités importantes selon les territoires, et avec des inégalités sociales marquées. La grande pauvreté, définie comme la combinaison de faibles revenus et de privations matérielles et sociales sévères, varie de 10% en Martinique à 29% en Guyane, contre 2% dans l'Hexagone [35]. Les conditions de logements précaires ou en surpeuplement y sont fréquentes [36]. Aux Antilles, on observe un nombre important de personnes âgées de 60 ans et plus en mauvaise santé, en perte d'autonomie, et renonçant aux soins [37]. De plus, la majorité vivent à domicile, dont plus d'un tiers seules [37].

L'adaptation à l'évolution des températures est essentielle pour protéger la santé des populations. Elle pourrait s'appuyer sur un système d'alerte et une politique de prévention ciblée sur les événements les plus extrêmes, ainsi que sur des mesures structurelles pour améliorer l'état de santé globale de la population et les conditions de logements, réduire les expositions, et faciliter le recours aux soins.

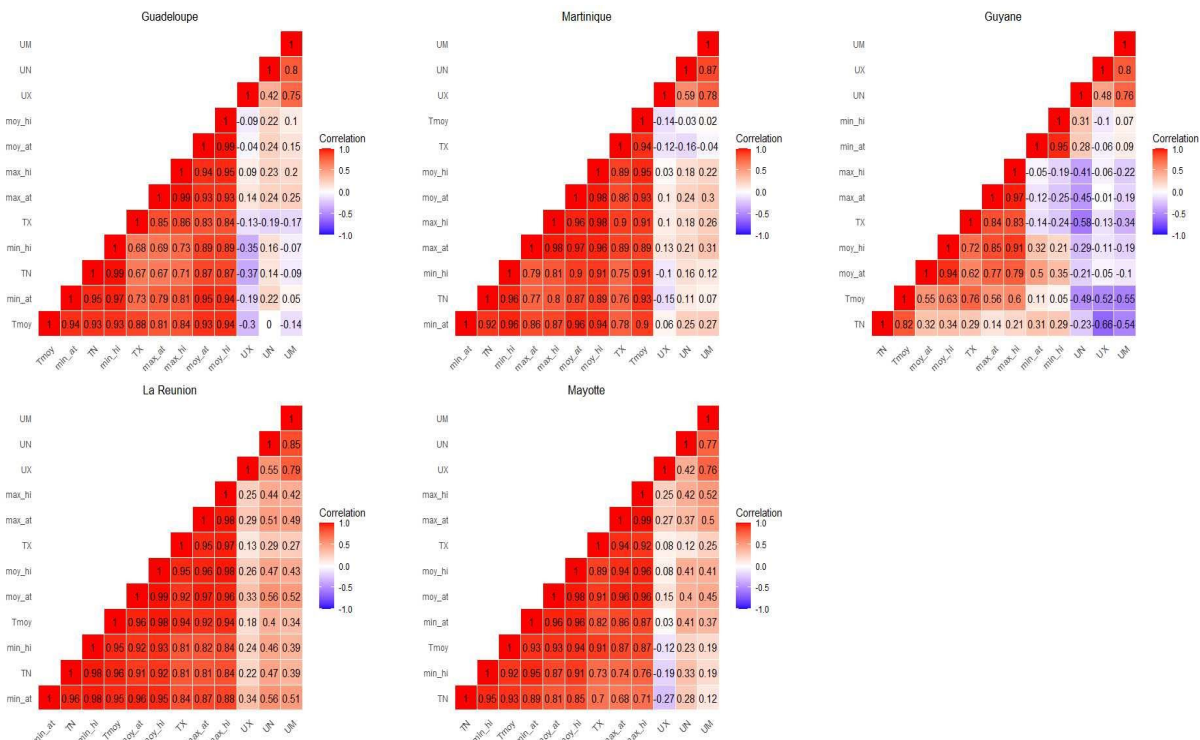
## Références bibliographiques

- [1] Pascal M, Wagner V, Corso M, Lagarrigue R, Solet J-L, Daudens É, et al. Influence de la température sur la mortalité dans les départements et régions d'outre-mer. Saint-Maurice : Santé publique France; 2021. 57 p.
- [2] Tobías A, Íñiguez C, Hurtado Díaz M, Riojas H, Cifuentes LA, Royé D, et al. Mortality burden and economic loss attributable to cold and heat in Central and South America. *Environmental Epidemiology*. 2024;8(6):e335.
- [3] Gasparrini A, Guo Y, Hashizume M, Lavigne E, Zanobetti A, Schwartz J, et al. Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: A multicountry observational study. *The Lancet*. 2015;386(9991):369-75.
- [4] Antics A, Pascal M, Laaidi K, Wagner V, Corso M, Declercq C, et al. A simple indicator to rapidly assess the short-term impact of heat waves on mortality within the French heat warning system. *International Journal of Biometeorology*. 2013;57(1):75-81.
- [5] Pascal M, Wagner V, Corso M. Évolution de la relation température-mortalité en France depuis 1970. Saint-Maurice : Santé publique France; 2022. 57 p.
- [6] Pascal M, Wagner V, Corso M, Laaidi K, Ung A, Beaudeau P. Heat and cold related-mortality in 18 French cities. *Environment International*. 2018;121:189-98.
- [7] Pascal M, Wagner V, Lagarrigue R, Casamatta D, Pouey J, Vincent N, et al. Estimation de la fraction de la mortalité attribuable à l'exposition de la population générale à la chaleur en France métropolitaine. Application à la période de surveillance estivale (1er juin -15 septembre) 2014-2022. Saint-Maurice : Santé publique France; 2023. 35 p.
- [8] Gasparrini A, Vicedo-Cabrera AM, Tobias A, Bell M, Guo Y, Honda Y, et al. The Multi-Country Multi-City Collaborative Research Network An international research consortium investigating environment, climate, and health. *Environmental Epidemiology*. 2024;8(5):e339.
- [9] Pascal M, Wagner V, Lagarrigue R, Casamatta D, Pouey J, Vincent N, et al. A yearly measure of heat-related deaths in France, 2014–2023. *Discov public health*. 2024;21(1).
- [10] NOAA/National weather service. The heat index equation [En ligne]. :consulté le 22/01/2026 Access]. Disponible: [https://www.wpc.ncep.noaa.gov/html/heatindex\\_equation.shtml](https://www.wpc.ncep.noaa.gov/html/heatindex_equation.shtml)
- [11] Météo-France. Fiche du poste 97101015 [En ligne]. : . [mis à jour le consulté le 14/03/2025 Access]. Disponible: [https://donneespubliques.meteofrance.fr/metadonnees\\_publicques/fiches/fiche\\_97101015.pdf](https://donneespubliques.meteofrance.fr/metadonnees_publicques/fiches/fiche_97101015.pdf)
- [12] Météo-France. Fiche du poste 97209004 [En ligne]. : . [mis à jour le consulté le 14/03/2025 Access]. Disponible: [https://donneespubliques.meteofrance.fr/metadonnees\\_publicques/fiches/fiche\\_97209004.pdf](https://donneespubliques.meteofrance.fr/metadonnees_publicques/fiches/fiche_97209004.pdf)
- [13] Météo-France. Fiche du poste 97418110 [En ligne]. : . [mis à jour le consulté le 14/03/2025 Access]. Disponible: [https://donneespubliques.meteofrance.fr/metadonnees\\_publicques/fiches/fiche\\_97418110.pdf](https://donneespubliques.meteofrance.fr/metadonnees_publicques/fiches/fiche_97418110.pdf)
- [14] Météo-France. Fiche du poste 98508001 [En ligne]. : . [mis à jour le consulté le 14/03/2025 Access]. Disponible: [https://donneespubliques.meteofrance.fr/metadonnees\\_publicques/fiches/fiche\\_98508001.pdf](https://donneespubliques.meteofrance.fr/metadonnees_publicques/fiches/fiche_98508001.pdf)

- [15] Gasparrini A, Armstrong B, Kenward MG. Distributed lag non-linear models. *Statistics in Medicine*. 2010;29(21):2224-34.
- [16] Gasparrini A, Armstrong B. Reducing and meta-analysing estimates from distributed lag non-linear models. *BMC Medical Research Methodology*. 2013;13(1).
- [17] Gasparrini A. Distributed lag linear and non-linear models in R: The package dlnm. *Journal of Statistical Software*. 2011;43(8):2-20.
- [18] Burnham KP, Anderson DR. Multimodel Inference: Understanding AIC and BIC in Model Selection. *Sociological Methods & Research*. 2004;33(2):261-304.
- [19] Gasparrini A, Armstrong B, Kenward MG. Multivariate meta-analysis for non-linear and other multi-parameter associations. *Statistics in Medicine*. 2012;31(29):3821-39.
- [20] Gasparrini A, Leone M. Attributable risk from distributed lag models. *BMC Medical Research Methodology*. 2014;14(1).
- [21] Pascal M, Wagner V, Corso M, Lagarrigue R, Solet JL, Daudens E, et al. Influence of temperature on mortality in the French overseas regions: a pledge for adaptation to heat in tropical marine climates. *International Journal of Biometeorology*. 2022;66(6):1057-65.
- [22] Fouillet A, Aubineau Y, Godet F, Costemalle V, Coudin É. Grandes causes de mortalité en France en 2023 et tendances récentes. *Bulletin épidémiologique hebdomadaire*. 2025(13):218-43.
- [23] Guo Q, Mistry MN, Zhou X, Zhao G, Kino K, Wen B, et al. Regional variation in the role of humidity on city-level heat-related mortality. *PNAS Nexus*. 2024;3(8).
- [24] Lo YTE, Mitchell DM, Buzan JR, Zscheischler J, Schneider R, Mistry MN, et al. Optimal heat stress metric for modelling heat-related mortality varies from country to country. *International Journal of Climatology*. 2023;43(12):5553-68.
- [25] Baldwin JW, Benmarhnia T, Ebi KL, Jay O, Lutsko NJ, Vanos JK. Humidity's Role in Heat-Related Health Outcomes: A Heated Debate. *Environmental Health Perspectives*. 2023;131(5).
- [26] Armstrong B, Sera F, Vicedo-Cabrera AM, Abrutzky R, Åström DO, Bell ML, et al. The Role of Humidity in Associations of High Temperature with Mortality: A Multiauthor, Multicity Study. *Environmental health perspectives*. 2019;127(9):97007.
- [27] Arsad FS, Hod R, Ahmad N, Ismail R, Mohamed N, Baharom M, et al. The Impact of Heatwaves on Mortality and Morbidity and the Associated Vulnerability Factors: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022;19(23).
- [28] Cheng J, Xu Z, Bambrick H, Prescott V, Wang N, Zhang Y, et al. Cardiorespiratory effects of heatwaves: A systematic review and meta-analysis of global epidemiological evidence. *Environ Res*. 2019;177.
- [29] Conti A, Valente M, Paganini M, Farsoni M, Ragazzoni L, Barone-Adesi F. Knowledge Gaps and Research Priorities on the Health Effects of Heatwaves: A Systematic Review of Reviews. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022;19(10).
- [30] Son JY, Liu JC, Bell ML. Temperature-related mortality: A systematic review and investigation of effect modifiers. *Environmental Research Letters*. 2019;14(7).

- [31] Lakhoo DP, Blake HA, Chersich MF, Nakstad B, Kovats S. The Effect of High and Low Ambient Temperature on Infant Health: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022;19(15).
- [32] van Steen Y, Ntarladima AM, Grobbee R, Karssenbergh D, Vaartjes I. Sex differences in mortality after heat waves: are elderly women at higher risk? *International Archives of Occupational and Environmental Health*. 2019;92(1):37-48.
- [33] Schneider A, Ruckerl R, Breitner S, Wolf K, Peters A. Thermal Control, Weather, and Aging. *Current environmental health reports*. 2017;4(1):21-9.
- [34] Alahmad B, Tobias A, Masselot P, Gasparrini A. Are there more cold deaths than heat deaths? *The Lancet Planetary Health*. 2025;9(3):e170-e1.
- [35] Audoux L, Prévot P. La grande pauvreté bien plus fréquente et beaucoup plus intense dans les DOM [En ligne]. : 2022. [mis à jour le consulté le 06/09/2025 Access]. Disponible: <https://www.insee.fr/fr/statistiques/6459395>
- [36] Insee. 5 fiches : Conditions de logement en Guadeloupe - Conditions de logement en Martinique - Conditions de logement en Guyane - Conditions de logement à La Réunion - Conditions de logement à Mayotte [En ligne]. : 2017. [mis à jour le consulté le 06/09/2025 Access]. Disponible: <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2586030?sommaire=2586377&q=DROMs>
- [37] Insee. Aux Antilles, trois seniors sur dix rencontrent des difficultés dans leurs activités quotidiennes [En ligne]. : 2023. [mis à jour le consulté le 06/09/2025 Access]. Disponible: <https://www.insee.fr/fr/statistiques/7726621#onglet-2>

# Annexe 1 - Corrélation entre indicateurs et distribution des indicateurs météorologiques par zone – Données 2014-2022



Coefficient de corrélation entre les indicateurs météorologiques

## Distribution de la température journalière moyenne dans les zones d'étude (°C)

Zones	Moy	Min	P1	P10	P25	P50	P75	P90	P95	P99	P99.9	Max
Guadeloupe	26.7	22.2	23.5	24.7	25.6	26.8	27.8	28.3	28.7	29.2	29.7	30.4
Martinique	26.5	22.3	23.8	24.9	25.6	26.5	27.4	28.0	28.3	28.8	29.3	29.6
Guyane	27.5	23.9	25.1	26.3	27.0	27.6	28.2	28.7	29.0	29.5	30.0	30.2
La Réunion	24.9	19.0	20.4	21.9	23.0	24.9	26.7	27.7	28.1	28.8	29.5	29.8
Mayotte	27.6	23.3	24.2	25.4	26.4	27.8	28.8	29.4	29.8	30.2	30.7	30.9

## Distribution de la température journalière minimale dans les zones d'étude (°C)

Zones	Moy	Min	P1	P10	P25	P50	P75	P90	P95	P99	P99.9	Max
Guadeloupe	23.0	15.6	18.4	20.3	21.8	23.2	24.3	25.1	25.7	26.3	27.0	28.1
Martinique	23.6	19.8	20.8	21.9	22.7	23.7	24.6	25.2	25.5	25.9	26.4	26.7
Guyane	24.9	21.7	22.5	23.5	24.1	24.8	25.8	26.5	26.9	27.4	27.8	28.1
La Réunion	21.3	13.7	15.6	18.0	19.4	21.4	23.3	24.4	25.0	26.0	26.8	27.3
Mayotte	24.5	18.3	20.1	21.8	23.4	24.8	25.8	26.7	27.3	28.0	28.7	29.0

## Distribution de la température journalière maximale dans les zones d'étude (°C)

Zones	Moy	Min	P1	P10	P25	P50	P75	P90	P95	P99	P99.9	Max
Guadeloupe	30.3	25.3	27.3	28.7	29.3	30.4	31.3	31.9	32.2	32.7	33.1	33.3
Martinique	29.3	24.3	26.3	27.6	28.3	29.3	30.2	31.0	31.4	32.2	33.1	33.4
Guyane	30.1	24.6	26.5	28.7	29.4	30.2	30.9	31.5	31.7	32.3	33.5	34.4
La Réunion	28.4	21.3	24.0	25.4	26.6	28.4	30.3	31.2	31.6	32.4	32.8	34.5
Mayotte	30.5	25.7	27.4	28.5	29.3	30.7	31.7	32.3	32.6	33.2	33.9	34.2

### Distribution de la température apparente journalière moyenne dans les zones d'étude

Zones	Moy	Min	P10	P25	P50	P75	P90	Max
Guadeloupe	30.3	24.0	27.4	28.5	30.5	32.0	32.9	35.1
Martinique	29.9	25.1	27.4	28.3	30.1	31.4	32.4	35.1
Guyane	31.7	27.5	30.3	31.0	31.7	32.4	32.9	36.8
La Réunion	27.5	18.1	22.9	24.4	27.7	30.6	32.2	35.2
Mayotte	32.4	25.3	28.8	30.2	32.7	34.5	35.4	37.9

### Distribution de la température apparente journalière minimale dans les zones d'étude

Zones	Moy	Min	P10	P25	P50	P75	P90	Max
Guadeloupe	27.2	17.9	23.7	25.5	27.5	29.1	30.2	33.2
Martinique	27.4	22.2	24.8	25.9	27.5	28.9	29.8	31.9
Guyane	28.2	21.6	26.5	27.4	28.3	29.1	29.8	34.9
La Réunion	23.8	13.6	19.2	20.8	23.7	26.8	28.4	32.2
Mayotte	29.2	21.0	25.6	27.2	29.6	31.3	32.4	34.9

### Distribution de la température apparente journalière maximale dans les zones d'étude

Zones	Moy	Min	P10	P25	P50	P75	P90	Max
Guadeloupe	33.4	25.7	30.7	31.8	33.5	35.0	36.0	38.4
Martinique	32.5	26.3	29.8	30.8	32.5	34.0	35.1	38.7
Guyane	35.1	28.6	32.8	33.8	35.2	36.5	37.2	39.7
La Réunion	31.3	20.4	26.2	28.1	31.5	34.5	36.2	40.1
Mayotte	35.5	27.6	31.8	33.4	35.8	37.6	38.8	41.7

### Distribution du *heat index* journalier moyen dans les zones d'étude

Zones	Moy	Min	P10	P25	P50	P75	P90	Max
Guadeloupe	28.4	22.3	25.4	26.6	28.5	30.1	31.0	35.7
Martinique	28.0	22.2	25.6	26.5	28.0	29.4	30.4	33.6
Guyane	29.5	23.4	27.8	28.8	29.7	30.4	31.1	33.0
La Réunion	26.8	19.7	22.4	23.6	26.6	29.8	31.6	37.3
Mayotte	31.4	23.7	27.0	28.5	31.3	33.9	35.9	41.3

### Distribution du *heat index* journalier minimal dans les zones d'étude

Zones	Moy	Min	P10	P25	P50	P75	P90	Max
Guadeloupe	23.5	16.2	20.7	22.2	23.7	24.8	25.7	32.2
Martinique	24.1	20.2	22.4	23.2	24.2	25.1	25.7	29.3
Guyane	23.8	18.9	22.6	23.1	23.8	24.5	25.1	30.0
La Réunion	22.1	14.4	18.8	20.1	22.2	24.2	25.3	31.3
Mayotte	26.1	19.0	22.7	24.2	25.6	28.3	30.5	36.1

### Distribution du *heat index* journalier maximal dans les zones d'étude

Zones	Moy	Min	P10	P25	P50	P75	P90	Max
Guadeloupe	33.2	23.2	29.9	31.0	33.3	35.3	36.8	40.9
Martinique	31.8	24.0	28.7	29.7	31.7	33.7	35.3	40.3
Guyane	35.2	24.5	32.0	33.6	35.5	37.2	38.3	41.8
La Réunion	31.5	21.4	25.5	27.5	31.0	35.4	38.1	45.5
Mayotte	36.7	26.0	31.0	33.0	36.7	40.1	42.3	51.1

### Distribution de l'humidité relative journalière moyenne dans les zones d'étude (%)

Zones	Moy	Min	P25	P50	P75	Max
Guadeloupe	77.9	60	74	78	82	97
Martinique	78.8	60	75	79	82	95
Guyane	81.6	49	78	81	85	100
La Réunion	71.0	49	67	71	75	94
Mayotte	75.6	59	72	76	79	95

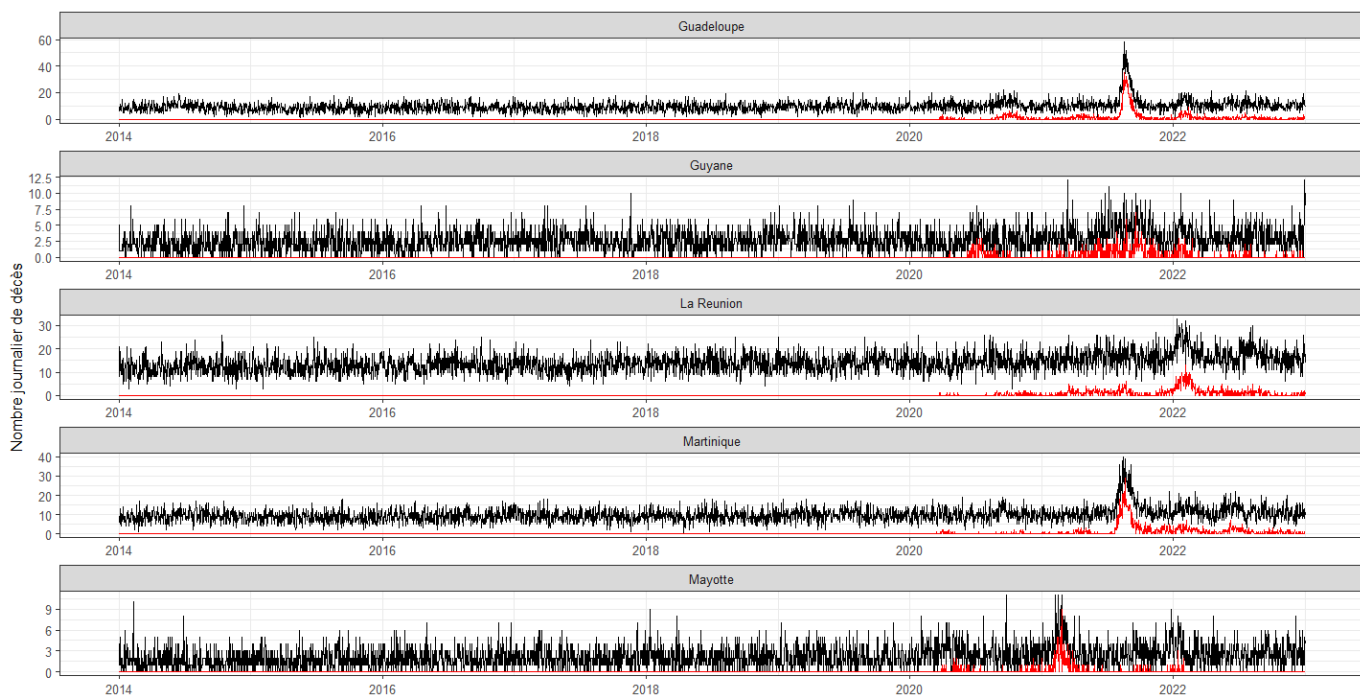
### Distribution de l'humidité relative journalière minimale dans les zones d'étude (%)

Zones	Moy	Min	P25	P50	P75	Max
Guadeloupe	57.0	27	52	57	61	90
Martinique	61.5	27	57	61	66	88
Guyane	69.2	39	65	69	73	95
La Réunion	55.8	29	50	56	61	89
Mayotte	61.3	32	58	61	65	85

### Distribution de l'humidité relative journalière maximale dans les zones d'étude (%)

Zones	Moy	Min	P25	P50	P75	Max
Guadeloupe	93.1	72	90	94	97	100
Martinique	90.5	71	88	91	94	99
Guyane	92.7	66	90	94	97	100
La Réunion	84.9	59	80	86	90	98
Mayotte	88.4	68	85	89	92	100

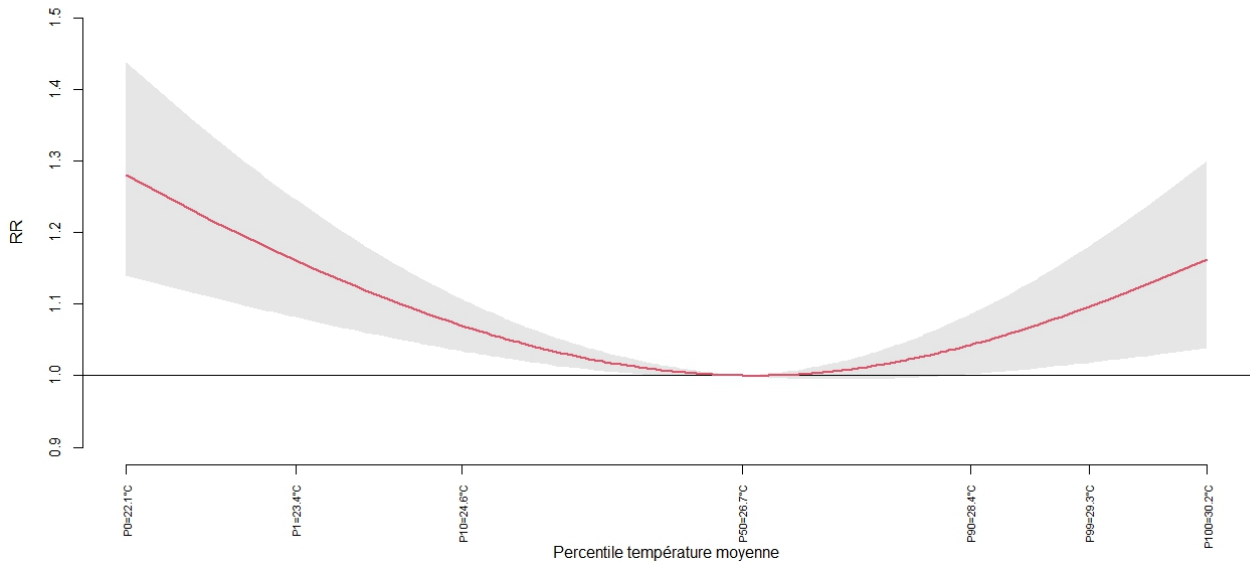
## Annexe 2 – Évolutions de la mortalité journalière et de la mortalité Covid-19 par zone



La mortalité pour Covid-19 est représentée *en rouge*.

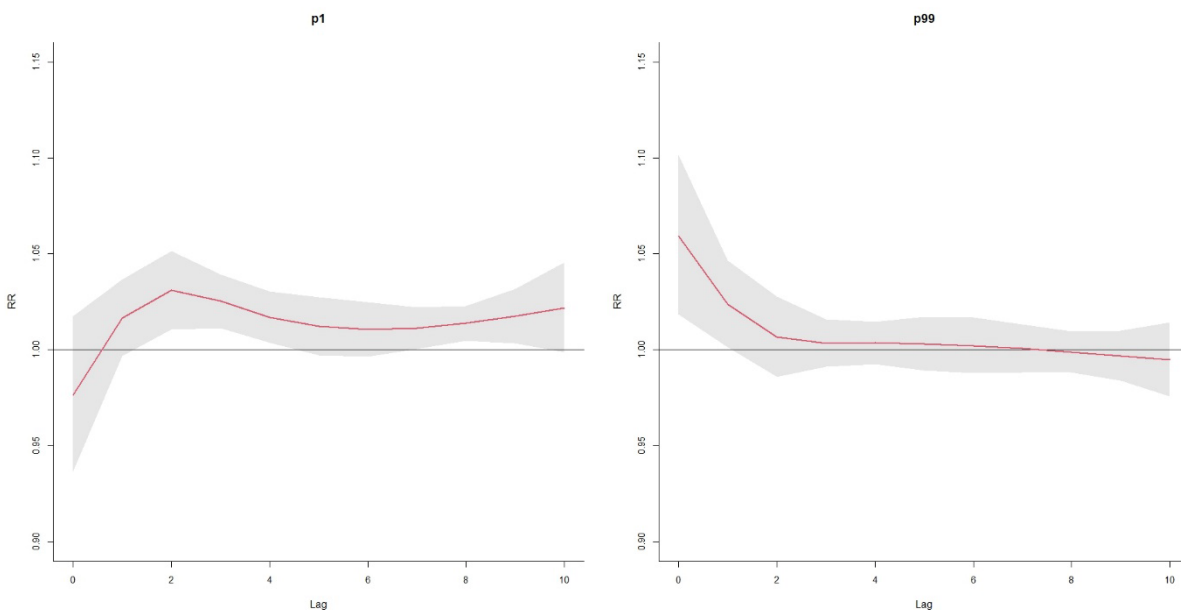
# Annexe 3 – Résultats pour la température moyenne et la température apparente moyenne

Température moyenne



**Relation température moyenne – mortalité, méta-analyse, RR cumulés sur 10 jours, en référence au percentile 50**

Température moyenne



**Relation température moyenne – mortalité, méta-analyse RR par retard pour les percentiles 1 et 99, en référence au percentile 50**

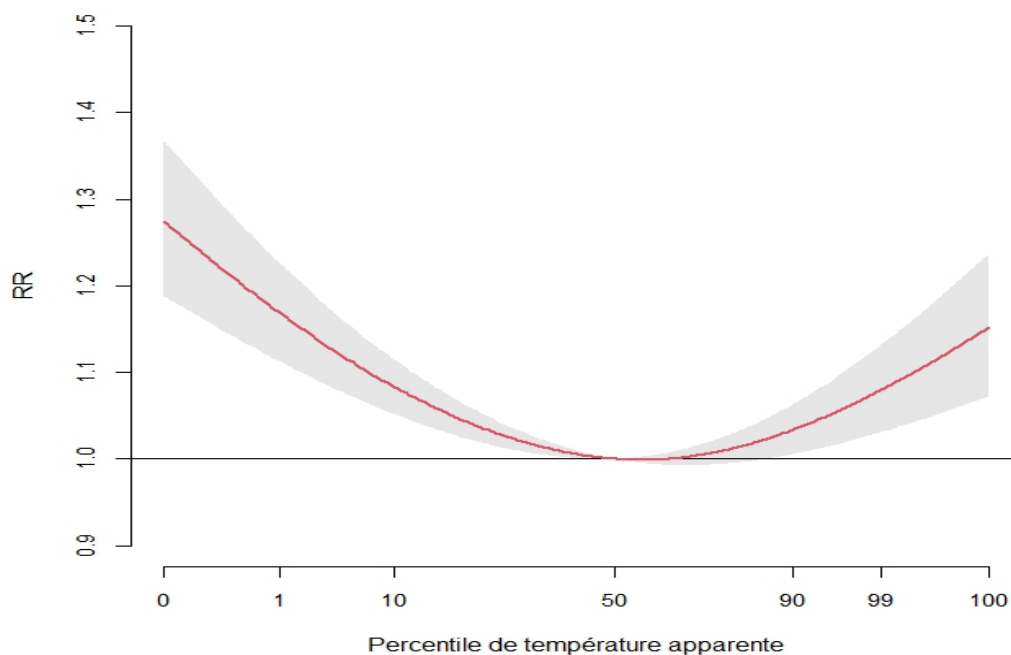
### RR cumulés sur 10 jours pour différents percentiles, tous âges et par âge, Température moyenne

Percentiles	Incrément en °C	RR [IC 95%]		
		Tous âges	Moins de 65 ans	65 ans et plus
P1 vs P50	23,4 vs 26,7	1,15 [1,08 : 1,25]	1,18 [1,06 :1,33]	1,15 [1,08 :1,23]
P25 vs P50	25,5 vs 26,7	1,03 [1,01 : 1,04]	1,05 [1,01 :1,08]	1,02 [1,00 :1,04]
P75 vs P50	27,8 vs 26,7	1,02 [1,00 : 1,04]	0,98 [0,95 :1,01]	1,03 [1,00 :1,06]
P95 vs P50	28,8 vs 26,7	1,06 [1,01 : 1,12]	0,98 [0,92 :1,04]	1,09 [1,02 :1,17]
P99 vs P50	29,3 vs 26,7	1,10 [1,02 : 1,18]	0,98 [0,90 :1,07]	1,14 [1,04 :1,24]
P99,5 vs P50	29,5 vs 26,7	1,11 [1,02 : 1,21]	0,98 [0,89 :1,08]	1,16 [1,05 :1,28]
P99,9 vs P50	29,8 vs 26,7	1,14 [1,03 : 1,25]	0,98 [0,88 :1,10]	1,19 [1,06 :1,34]

### RR cumulés sur 10 jours pour différents percentiles, tous âges et par sexe, Température moyenne

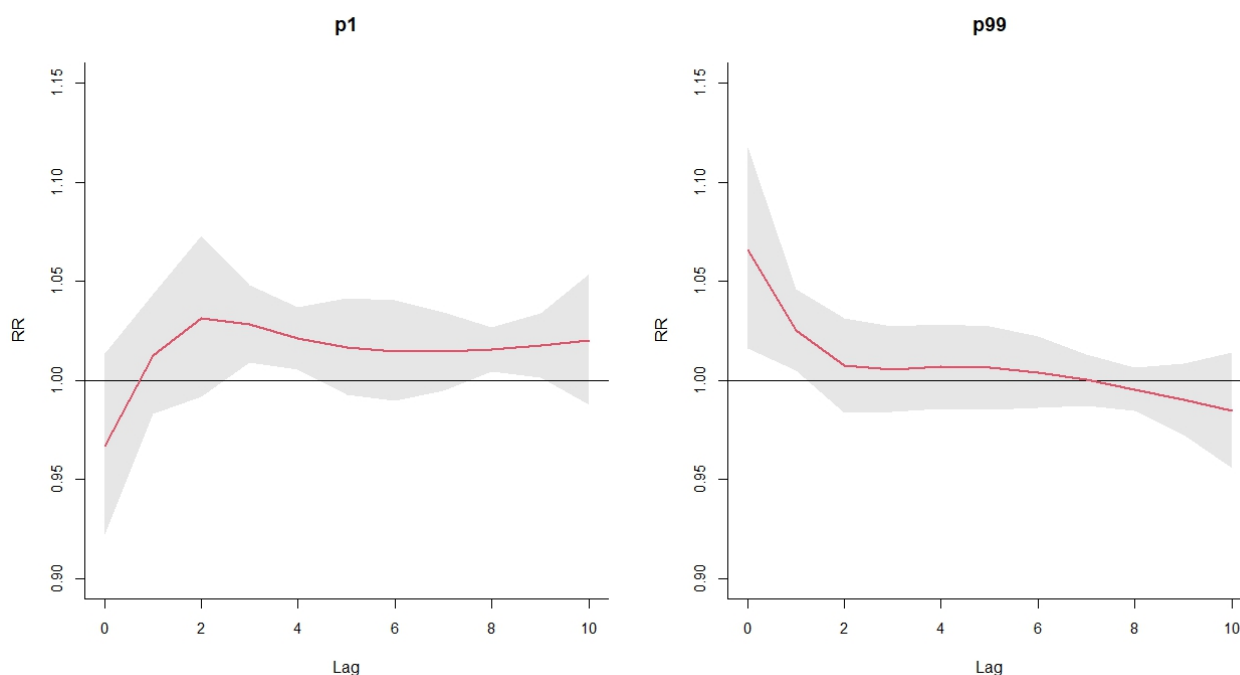
Percentiles	Incrément en °C	RR [IC 95%]		
		Tous	Hommes	Femmes
P1 vs P50	23,4 vs 26,7	1,15 [1,08 : 1,25]	1,17 [1,0 :1,39]	1,09 [1,04 :1,19]
P25 vs P50	25,5 vs 26,7	1,03 [1,01 : 1,04]	1,04 [1,00 :1,07]	1,00 [0,98 :1,03]
P75 vs P50	27,8 vs 26,7	1,02 [1,00 : 1,04]	1,00 [0,97 :1,03]	1,03 [1,00 :1,06]
P95 vs P50	28,8 vs 26,7	1,06 [1,01 : 1,12]	1,02 [0,94 :1,11]	1,10 [1,02 :1,18]
P99 vs P50	29,3 vs 26,7	1,10 [1,02 : 1,18]	1,04 [0,92 :1,17]	1,14 [1,04 :1,26]
P99,5 vs P50	29,5 vs 26,7	1,11 [1,02 : 1,21]	1,05 [0,92 :1,21]	1,16 [1,04 :1,30]
P99,9 vs P50	29,8 vs 26,7	1,14 [1,03 : 1,25]	1,06 [0,91 :1,25]	1,19 [1,05 :1,35]

Température apparente moyenne



### Relation température apparente moyenne – mortalité, méta-analyse, RR cumulés sur 10 jours, en référence au percentile 50

## Relation température moyenne – mortalité, méta-analyse RR par retard pour les percentiles 1 et 99, en référence au percentile 50



## RR cumulés sur 10 jours pour différents percentiles, tous âges et par âge, Température apparente moyenne

Percentiles	Incrément en °C	RR [IC 95%]		
		Tous âges	Moins de 65 ans	65 ans et plus
P1 vs P50	25,7 vs 30,5	1,17[1,11 : 1,23]	1,19[1,08 : 1,31]	1,16[1,1 : 1,23]
P25 vs P50	28,5 vs 30,5	1,04[1,02 : 1,06]	1,06[1,03 : 1,1]	1,03[1,01 : 1,05]
P75 vs P50	32,2 vs 30,5	1,01[0,99 : 1,03]	0,97[0,93 : 1]	1,03[1,01 : 1,05]
P95 vs P50	33,6 vs 30,5	1,05[1,01 : 1,09]	0,95[0,87 : 1,03]	1,09[1,05 : 1,14]
P99 vs P50	34,5 vs 30,5	1,08[1,03 : 1,13]	0,94[0,83 : 1,06]	1,14[1,08 : 1,21]
P99,5 vs P50	34,7 vs 30,5	1,09[1,04 : 1,15]	0,94[0,82 : 1,06]	1,16[1,1 : 1,23]
P99,9 vs P50	35,3 vs 30,5	1,12[1,05 : 1,18]	0,93[0,8 : 1,08]	1,2[1,12 : 1,29]

## RR cumulés sur 10 jours pour différents percentiles, tous âge et par sexe, Température apparente moyenne

Percentiles	Incrément en °C	RR [IC 95%]		
		Tous	Hommes	Femmes
P1 vs P50	25,7 vs 30,5	1,17[1,11 : 1,23]	1,24[1,16 : 1,33]	1,09[1,02 : 1,17]
P25 vs P50	28,5 vs 30,5	1,04[1,02 : 1,06]	1,06[1,04 : 1,09]	1,01[0,99 : 1,04]
P75 vs P50	32,2 vs 30,5	1,01[0,99 : 1,03]	1[0,98 : 1,02]	1,03[1 : 1,05]
P95 vs P50	33,6 vs 30,5	1,05[1,01 : 1,09]	1,02[0,98 : 1,07]	1,08[1,03 : 1,13]
P99 vs P50	34,5 vs 30,5	1,08[1,03 : 1,13]	1,05[0,98 : 1,12]	1,12[1,04 : 1,19]
P99,5 vs P50	34,7 vs 30,5	1,09[1,04 : 1,15]	1,06[0,99 : 1,14]	1,13[1,05 : 1,21]
P99,9 vs P50	35,3 vs 30,5	1,12[1,05 : 1,18]	1,08[0,99 : 1,17]	1,16[1,06 : 1,26]

## Annexe 4 – RR recentrés cumulés sur 0-10 jours par zone pour la température maximale

### Guadeloupe

Incrément en percentile	Incrément en °C	RR [IC95%]
P1vsP50	27,3 vs 30,4	1,12 [1,04 : 1,20]
P25vsP50	29,3 vs 30,4	1,00 [0,97 : 1,03]
P75vsP50	31,3 vs 30,4	1,05 [1,02 : 1,09]
P95vsP50	32,2 vs 30,4	1,14 [1,06 : 1,23]
P99vsP50	32,7 vs 30,4	1,21 [1,10 : 1,34]
P99,5vsP50	32,9 vs 30,4	1,24 [1,11 : 1,39]
P99,9vsP50	33,1 vs 30,4	1,27 [1,13 : 1,44]

### Martinique

Incrément en percentile	Incrément en °C	RR [IC95%]
P1vsP50	26.3 vs 29.3	1,18 [1,11 : 1,25]
P25vsP50	28.3 vs 29.3	1,03 [1,01 : 1,05]
P75vsP50	30.2 vs 29.3	1,01 [0,98 : 1,03]
P95vsP50	31.4 vs 29.3	1,05 [0,99 : 1,12]
P99vsP50	32.2 vs 29.3	1,12 [1,01 : 1,21]
P99,5vsP50	32.5 vs 29.3	1,13 [1,02 : 1,25]
P99,9vsP50	33.1 vs 29.3	1,19 [1,05 : 1,35]

### Guyane

Incrément en percentile	Incrément en °C	RR [IC95%]
P1 vs P50	26,5 vs 30,2	1,19 [1,10 : 1,28]
P25 vs P50	29,4 vs 30,2	1,01 [0,99 :1,03]
P75 vs P50	30,9 vs 30,2	1,01 [0,99 : 1,03]
P95 vs P50	31,7 vs 30,2	1,04 [0,99 : 1,10]
P99 vs P50	32,3 vs 30,2	1,07 [1,00 : 1,15]
P99,5 vs P50	32,6 vs 30,2	1,09 [1,01 : 1,19]
P99,9 vs P50	33,5 vs 30,2	1,17 [1,03 : 1,32]

### La Réunion

Incrément en percentile	Incrément en °C	RR [IC95%]
P1 vs P50	24,0 vs 28,4	1,19 [1,12 : 1,27]
P25 vs P50	26,6 vs 28,4	1,05 [1,02 : 1,07]
P75 vs P50	30,3 vs 28,4	1,01 [0,98 : 1,04]
P95 vs P50	31,6 vs 28,4	1,05 [0,98 : 1,12]
P99 vs P50	32,4 vs 28,4	1,08 [0,99 : 1,18]
P99,5 vs P50	32,5 vs 28,4	1,08 [0,99 : 1,19]
P99,9 vs P50	32,8 vs 28,4	1,10 [1,00 : 1,21]

## Mayotte

Incrément en percentile	Incrément en °C	RR [IC95%]
P1 vs P50	27,4 vs 30,7	1,19 [1,10 : 1,28]
P25 vs P50	29,3 vs 30,7	1,04 [1,00 : 1,07]
P75 vs P50	31,7 vs 30,7	1,02 [0,99 : 1,06]
P95 vs P50	32,6 vs 30,7	1,08 [1,00 : 1,16]
P99 vs P50	33,2 vs 30,7	1,13 [1,02 : 1,26]
P99,5 vs P50	33,4 vs 30,7	1,15 [1,03 : 1,29]
P99,9 vs P50	33,9 vs 30,7	1,20 [1,05 : 1,38]