

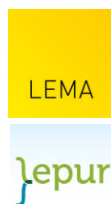


# Diagnostic de vulnérabilités pour augmenter la résilience wallonne à travers l'adaptation aux changements climatiques

Santé

Mortalité

Rapport méthodologique



Pouvoir adjudicateur :





## Auteurs

Eric Hallot - [e.hallot@issep.be](mailto:e.hallot@issep.be)

## Comité de relecture

Manu Harchies - [mha@icedd.be](mailto:mha@icedd.be)

## Personne de contact

Eric Hallot - [e.hallot@issep.be](mailto:e.hallot@issep.be)

## Comment citer ce rapport

Hallot, E., Harchies, M. (2025). Risques climatiques en Wallonie. Analyse de la surmortalité induite par les changements climatiques en Wallonie. Service Public de Wallonie (SPW) - Agence Wallonne de l’Air et du Climat (AWAC).

## Photo de couverture

Jonas Jaeken from Unsplash

Liège, mars 2025



## Table des matières

1. Introduction .....	4
2. Résumé .....	4
3. Définition de l’indicateur et périmètre .....	4
4. Matériel et méthode .....	6
5. Résultats .....	7
6. Discussion .....	7
7. Bibliographie .....	8

## 1. Introduction

Ce rapport étudie les impacts des changements climatiques sur la mortalité en Wallonie, en mettant en lumière principalement les effets des vagues de chaleur et les inondations de 2021. L’analyse s’appuie sur le système Be-MOMO qui analyse les variations de la mortalité en fonction de facteurs météorologiques et environnementaux, tout en identifiant les périodes à risque.

## 2. Résumé

Ce rapport méthodologique examine la vulnérabilité de la Wallonie face aux changements climatiques, avec un focus sur la mortalité en lien avec des conditions extrêmes comme les vagues de chaleur et les inondations. Il se base sur deux ensembles de données : (1) mortalité agrégée mensuellement et par tranche d’âge décennale et (2) causes de mortalité agrégées mensuellement, par tranche d’âge décennale, pour 4 types de maladies.

L’analyse se base également sur le projet Be-MOMO qui surveille la mortalité et compare nombre de décès observés à ceux attendus, en segmentant les données par âge, sexe et région. Les étés marqués par des vagues de chaleur, comme ceux de 2003, 2006 ou 2022, ont connu des surmortalités significatives, attribuées en partie à des facteurs tels que la température et les concentrations de particules fines.

Les analyses statistiques montrent un impact significatif des canicules sur la mortalité. Les données disponibles ne permettent toutefois pas de quantifier précisément l’effet pour chaque tranche d’âge afin de caractériser des classes de vulnérabilité. L’analyse de la mortalité due à des événements comme les inondations de 2021 révèle des pics localisés de surmortalité en Wallonie mais les données ponctuelles disponibles ne permettent pas de réaliser une analyse tendancielle ni de catégorisation de vulnérabilité.

## 3. Définition de l’indicateur et périmètre

Le projet Be-MOMO, ou Belgian Mortality Monitoring, est un système de surveillance de la mortalité toutes causes confondues en Belgique. Il permet de détecter et de quantifier en quasi temps réel les épisodes de surmortalité inhabituelle liés à des épidémies (comme la grippe) ou à des conditions météorologiques et environnementales extrêmes (vagues de froid ou de chaleur, pics d’ozone ou de particules fines). Chaque semaine, une analyse des données issues du Registre national est réalisée pour comparer le nombre de décès observés au nombre attendu sur la base des cinq dernières années, avec une segmentation par âge, sexe et région.

Les rapports relatifs aux mois d’été couvrent la période de vigilance (semaines 20 à 40) du plan « Forte chaleur et pics d’ozone ». Be-MOMO alerte les autorités en cas de situation préoccupante, **mais il ne permet pas d’attribuer un excès de mortalité à une cause spécifique. Le délai de notification des données de mortalité causes spécifiques est de deux à trois ans.** Elles peuvent être consultées via le site SPMA de Sciensano ou obtenues auprès de Statbel. Les facteurs de risque de mortalité incluent des données météorologiques, environnementales et sanitaires. Parmi celles-ci figurent la température maximale et minimale journalière (en °C) ainsi que l’humidité relative maximale et minimale (en %), mesurées à Uccle et fournies par l’Institut royal météorologique (IRM). À cela s’ajoutent les concentrations d’ozone (O<sub>3</sub>, correspondant au maximum journalier de la moyenne sur 8 heures) et de particules en suspension de diamètres inférieurs à 10 µm (PM<sub>10</sub>) et à 2,5 µm (PM<sub>2,5</sub>), calculées comme moyennes sur 24 heures et moyennes spatiales par région. Ces dernières données sont fournies par la Cellule interrégionale de l’Environnement (CELINE), mais étant non consolidées, elles peuvent être sujettes à de légères variations.

Comparer les périodes estivales est complexe, car chacune présente des caractéristiques spécifiques en termes de mortalité (nombre de décès, surmortalité, taux brut de mortalité) et de conditions météorologiques et environnementales (dépassement des seuils). Depuis 2000, la mortalité inhabituelle, qu'elle soit excédentaire ou déficitaire, ainsi que le taux brut de mortalité en Belgique et dans ses régions, varient selon le sexe et l'âge. Une analyse historique de la mortalité depuis 2000 est disponible sur la page Be-MOMO dans Epistat. Globalement, **la surmortalité a été plus prononcée lors des étés 2003, 2006, 2010, 2020 et 2022 avec plus de 1500 décès supplémentaires et plus de +4,0 % d'excès de mortalité**. Ces années ont été marquées par un nombre plus important de jours avec des facteurs de risque météorologiques (Tmax, Tmin) ou environnementaux (ozone, PM10 et PM2,5) plus nombreux et intenses. Les étés 2000, 2008, 2016, 2019 et 2021 ont également présenté entre 1 100 et 1 400 décès supplémentaires avec environ +3,0 % d'excès de mortalité (figures 1 et 2).

Figure 1 : Historique du pourcentage d'excès de mortalité estivale par groupe d'âge, Wallonie, semaines 20 à 40. (Sources : Be-MOMO).

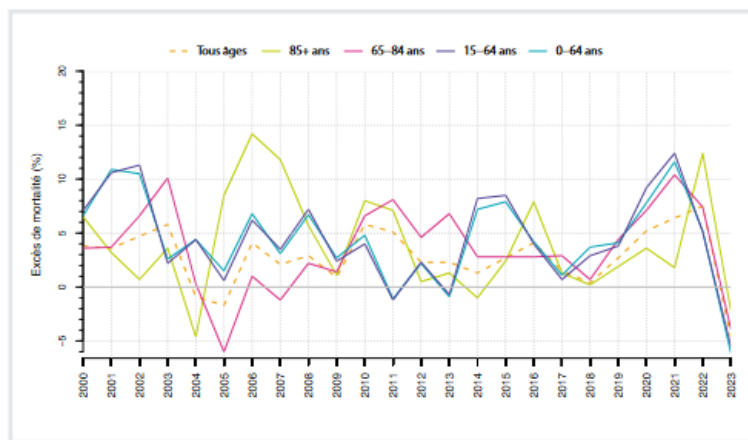
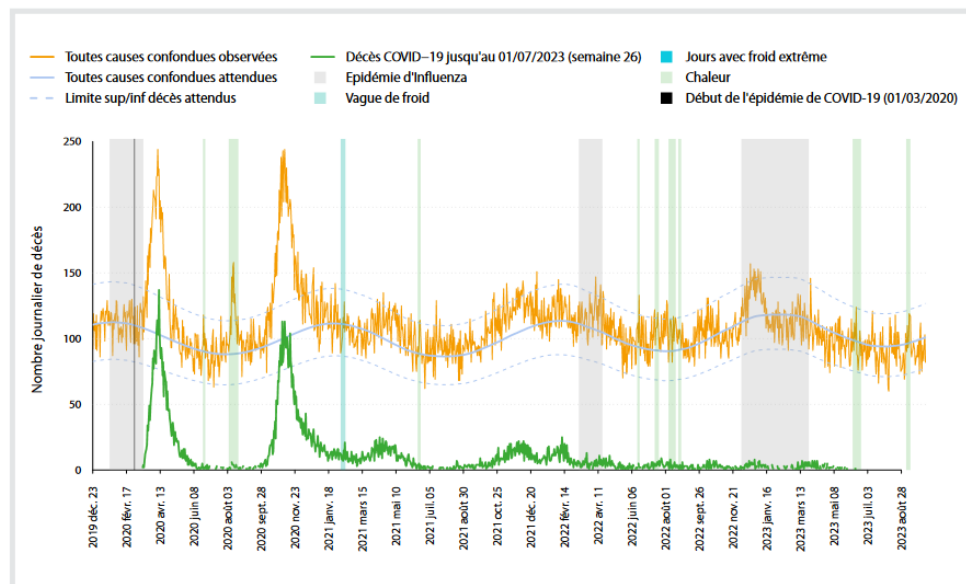


Figure 2 : Mortalité et facteurs de risque, Wallonie, semaine 52, 2019 à semaine 40, 2023. (Sources : Be-MOMO).



## 4. Matériel et méthode

Enfin, en raison de la faible fréquence des autres risques climatiques, seul l’impact des vagues de chaleur peut être statistiquement confirmé. Une surmortalité liée aux crues a pu être mise en évidence pour l’été 2021. Par ailleurs, le SPF Economie a transmis des informations relativement agrégées en raison des règlements sur la confidentialité et le RGPD. Nous avons pu disposer des données de mortalité agrégées mensuellement et par secteurs statistiques, par tranche d’âges décennales, hommes et femmes confondus, entre 2003 et 2022, ainsi que certaines causes de décès entre 2003 et 2021, agrégées de manière identique (A00-B99, maladies infectieuses et parasitaires / I00-I99, maladies de l’appareil circulatoire / J00-J99, maladies de l’appareil respiratoire, K00-K93, maladies de l’appareil digestif / Toutes autres causes).

Il n’a pas été possible de mettre en évidence la vulnérabilité selon certaines classes de population (âge, niveau socio-économique, ...), et le volume de données n’a pas permis d’analyser ces informations à une échelle infrarégionale (secteurs statistiques, ni même à celle des communes). Des analyses de corrélation (ANOVA) ont été réalisées entre les mois d’été ayant fait l’objet de périodes de canicules depuis 2003 (tableau 1) et les données de mortalité des mois d’été, agrégées à l’échelle régionale. Les mois comportant une vague de chaleur (CHAL) ont été définis à partir des rapports Be-MOMO et de l’Institut royal météorologique.

Tableau 1 : Mois comportant des vagues de chaleurs (CHAL) entre 2003 et 2022 sur durant la période estivale

ANNEE	JUIN	JUILLET	AOÛT	SEPTEMBRE
2003	NORM	NORM	CHAL	NORM
2004	NORM	NORM	NORM	NORM
2005	CHAL	NORM	NORM	NORM
2006	CHAL	CHAL	NORM	NORM
2007	NORM	NORM	NORM	NORM
2008	NORM	NORM	NORM	NORM
2009	NORM	NORM	NORM	NORM
2010	NORM	CHAL	NORM	NORM
2011	NORM	NORM	NORM	NORM
2012	NORM	NORM	NORM	NORM
2013	NORM	CHAL	NORM	NORM
2014	NORM	NORM	NORM	NORM
2015	CHAL	NORM	NORM	NORM
2016	NORM	NORM	CHAL	NORM
2017	CHAL	NORM	NORM	NORM
2018	NORM	CHAL	CHAL	NORM
2019	CHAL	CHAL	CHAL	NORM
2020	NORM	NORM	CHAL	NORM
2021	NORM	NORM	NORM	NORM
2022	NORM	NORM	CHAL	NORM



## 5. Résultats

Les résultats de l’ANOVA montrent des différences significatives dans les décès en fonction de la canicule et des tranches d’âge. L’analyse montre que l’effet de la canicule sur les décès est statistiquement significatif durant les mois comportant une période de canicule entre 2003 et 2022, de même qu’au niveau des tranches d’âge. Le mois (de juin à septembre), quant à lui, n’est pas significatif. Comme ce test montre un effet significatif des vagues de chaleur sur les tranches d’âge, une MANOVA (analyse de variance multivariée), utilisant un test de Pillai, a également été réalisée. Les résultats de la MANOVA montrent que la variable « canicule » a un effet significatif sur les décès par tranche d’âge sur l’ensemble des données. D’après le test de Pillai, la canicule explique environ 9 % de la variance multivariée dans les taux de décès parmi les différentes tranches d’âge. C’est un effet substantiel dans le contexte des analyses multivariées, particulièrement pour des données sur la mortalité, qui peuvent être influencées par de nombreux facteurs socio-économiques et environnementaux.

Cependant, les résultats de l’ANOVA réalisée pour chaque tranche d’âge individuellement montrent que les effets de la canicule sur les décès par tranche d’âge ne sont pas statistiquement significatifs pour la plupart des groupes. Seuls les groupes « 0-9 » et « +90 » s’approchent du seuil de validation.

Concernant la surmortalité liée aux crues, l’été 2021 a été marqué par de graves inondations, notamment en Wallonie et en Flandre, dans la province du Limbourg, les 14 et 15 juillet. Le 14 juillet, une sous-mortalité a été constatée à l’échelle nationale et dans toutes les régions. Cependant, une alerte de surmortalité a été enregistrée le 16 juillet pour l’ensemble de la Belgique, et particulièrement en Wallonie, avec 58 décès supplémentaires (+22,7 %) dans le pays, dont 43 en Wallonie (+50,0 %). En combinant les journées des 15 et 16 juillet, la surmortalité s’élève à 69 décès supplémentaires (+13,5 %) pour la Belgique, dont 53 en Wallonie (+30,6 %) et 29 en Flandre (+9,9 %). En revanche, aucune surmortalité n’a été observée à Bruxelles durant cette période.

## 6. Discussion

L’analyse fédérale réalisée grâce au système Be-MOMO fournit des données d’analyse des tendances de mortalité à l’échelle nationale et régionale, notamment durant les épisodes de canicule. Ce système met en lumière des corrélations claires entre les vagues de chaleur, les tranches d’âge les plus vulnérables et les phénomènes de surmortalité estivale.

Au niveau des données de mortalité que nous avons analysées, il a été mis en évidence que leur agrégation réduit la possibilité de mener des analyses plus détaillées. En conséquence, la production d’une cartographie précise des taux de mortalité ou des causes spécifiques de décès liés à la chaleur n’a pas été possible dans cette étude. Cependant, ces éléments peuvent toutefois être approchés à partir des indices socio-économiques et des zones de vulnérabilité à la chaleur développées dans d’autres volets du projet.

En revanche, leur analyse a quand même démontré l’effet de la canicule sur les décès durant les mois comportant une période de canicule entre 2003 et 2022. L’apparente contradiction entre les tests statistiques peut s’expliquer par le fait que le test de Pillai est une mesure de l’effet global d’une variable (ici la canicule) sur un ensemble combiné de variables dépendantes (décès par tranche d’âge). Ce test est sensible aux effets combinés de la canicule sur toutes les tranches d’âge, même si l’effet n’est pas fort pour chaque tranche d’âge prise individuellement.

Parallèlement, les faibles nombres de décès par tranche d’âge peuvent entraîner un effet de dilution, réduisant la puissance statistique des tests et rendant ainsi difficile la détection de différences significatives dues à la canicule. De plus, l’agrégation des données de mortalité sur un mois peut masquer les pics de mortalité associés à des canicules intenses, surtout si ces canicules ne durent que quelques jours, et peut ne pas capturer fidèlement la variabilité des canicules en termes d’intensité, de durée et de calendrier. Enfin, l’interférence d’autres facteurs saisonniers ou événements non liés à la canicule peut également coïncider avec les périodes de canicule et influencer les taux de mortalité, compliquant l’interprétation des effets réels des canicules sur la mortalité, comme la pandémie de COVID récemment.

Pour améliorer la compréhension des impacts de la chaleur sur la mortalité et adapter les mesures préventives, un accès élargi à des données plus granulaires, notamment au niveau infrarégional et par catégories de population, est fortement recommandé. Cela permettrait une analyse approfondie et le développement d’interventions ciblées pour mieux protéger les populations à risque.

### Zones à risque et d’intervention prioritaire

Bien que les données analysées mettent en évidence un lien entre les vagues de chaleur et la surmortalité estivale, notamment chez les tranches d’âge les plus vulnérables, il n’est pas possible, dans le cadre de ce travail et avec les données actuellement en notre possession, de définir de manière fiable des zones à risque ou des zones d’intervention prioritaire. Ni d’un point de vue géographique, à l’échelle des communes ou des provinces ; ni d’un point de vue de groupes sociaux (indice socio-économique ou maladies aggravantes).

Les données de mortalité disponibles sont en effet fortement agrégées — au niveau mensuel, régional, et sans distinction par sexe ou statut socio-économique — ce qui empêche toute cartographie précise. L’agrégation des décès sur des périodes mensuelles masque également les effets de canicules courtes mais intenses, et les effectifs limités par tranche d’âge réduisent la puissance statistique des tests.

Si des tendances globales peuvent être observées à l’échelle régionale, l’absence de données plus fines empêche d’identifier des territoires spécifiques nécessitant une intervention prioritaire.

La vulnérabilité ne peut dès lors être approchée que de manière indirecte, via des indicateurs comme les indices socio-économiques (Loozen 2025) ou les zones d’exposition à la chaleur (Wyrd 2025).

## 7. Bibliographie

- Cox B, Wuillaume F, Van Oyen H, Maes S. Monitoring of all-cause mortality in Belgium (Be-MOMO): a new and automated system for the early detection and quantification of the mortality impact of public health events. *International Journal of Public Health* 2010, 55(4):251-259.
- Farrington C, Andrews N, Beale A, Catchpole M. A statistical algorithm for the early detection of outbreaks of infectious disease. *Royal Statistical Society* 1996;159(Part 3):547-63.
- Loozen, Y., Habran, S., Harchies, M. (2025). *Risques climatiques en Wallonie. Indicateur de vulnérabilité sociale de la population face aux aléas climatiques*. Service Public de Wallonie (SPW) – Agence wallonne de l’Air et du Climat (AwAC).
- Wyrd, C. Jacquemin, J. Harchies, M. (2025). *Risques climatiques en Wallonie. Indicateur de risque pour les logements et la population face aux vagues de chaleur et au phénomène d’îlot de chaleur urbain*. Service Public de Wallonie (SPW) - Agence Wallonne de l’Air et du Climat (AWAC).





## **Institut de Conseil et d'Etudes en Développement Durable asbl**

Boulevard Frère Orban 4  
B-5000 NAMUR  
00 32 81 25 04 80  
[www.icedd.be](http://www.icedd.be)  
[icedd@icedd.be](mailto:icedd@icedd.be)

N° registre de commerce : sans objet  
N° TVA : BE0407.573.214  
Représenté par : Gauthier Keutgen, Secrétaire Général  
N° de compte bancaire : BE59 5230 4208 3426 / BIC TRIOBEBB