



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

Indicateur de vulnérabilité sociale

Rapport méthodologique



ICEDD



LIÈGE université
Climatologie



LIÈGE université
Gembloux
Agro-Bio Tech



LEMA



Jeur



ISSeP
Institut scientifique
de service public



JETPACK.AI



UNIVERSITÉ
DE NAMUR

Pouvoir adjudicateur :



Wallonie



Service public
de Wallonie



Auteurs

Yasmina Loozen, ISSeP, y.loozen@issep.be

Sarah Habran, ISSeP, s.habran@issep.be

Comité de relecture

Manu Harchies, mha@icedd.be

Cellule Télédétection et Géodonnées, ISSeP

Personne de contact

Yasmina Loozen, ISSeP, y.loozen@issep.be

Photo de couverture : Jonas Jaeken from Unsplash

Liège, mars 2025

Citation du rapport

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).



Table des matières

1. Introduction.....	3
2. Résumé	4
3. Définition de l'indicateur et périmètre.....	4
4. Matériel et méthode	6
4.1. Données d'entrée	7
4.2. Calcul de l'indicateur composite.....	12
4.3. Traitements pour la visualisation en ligne des résultats.....	13
5. Résultats.....	13
6. Discussion.....	17
6.1. Chiffres clés.....	17
6.2. Zones à risque et zones d'intervention prioritaire.....	18
6.3. Limites de l'analyse	18
6.4. Perspectives d'amélioration.....	19
7. Annexe	20
7.1. Compte rendu de l'atelier thématique.....	20
8. Références.....	21

1. Introduction

Ce rapport présente la méthodologie et les résultats de la construction de l'indicateur de vulnérabilité sociale des populations face au changement climatique obtenu dans le cadre de l'étude du « diagnostic de vulnérabilités pour augmenter la résilience wallonne à travers l'adaptation aux changements climatiques ».

La vulnérabilité est définie dans le dernier rapport du GIEC comme « la propension ou la prédisposition à subir des effets néfastes et englobe divers concepts et éléments, notamment la **sensibilité** ou la susceptibilité aux dommages et le manque de **capacité à faire face et à s'adapter**. » (IPCC, 2022). La vulnérabilité sociale traduit le fait que, bien que toute la population soit exposée au changement climatique, tous les groupes ne sont pas égaux face aux conséquences de ce changement.

La vulnérabilité sociale est une composante du calcul du risque lié à un aléa climatique. Afin de calculer pour la population, le risque associé à un aléa climatique, des informations concernant à la fois l'aléa, les populations exposées et la vulnérabilité de celles-ci sont nécessaires (Lamarque et al, 2022, Figure 1). La vulnérabilité des populations est donc un aspect transversal et commun au calcul du risque de plusieurs thématiques abordées dans cette étude.

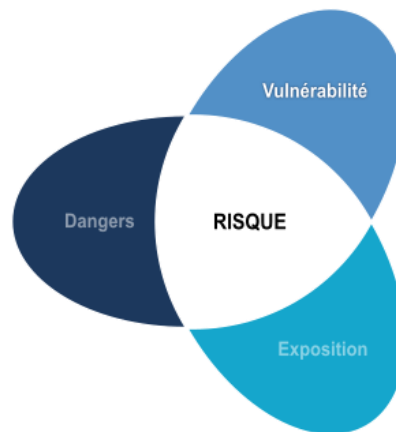


Figure 1. Le risque est décrit comme une combinaison des dangers, ou aléas, de la population exposée et de sa vulnérabilité sociale (figure adaptée de l'IPCC, 2022)

Dans le cadre de ce travail, la vulnérabilité sociale des populations traduit les impacts inégaux subis par la population en cas d'aléa climatique. Elle est généralement scindée en deux composantes, la sensibilité et la capacité d'adaptation, et est influencée par plusieurs facteurs d'ordre démographique, socio-économique, social, et de santé. L'objectif de ce travail est d'identifier les populations et groupes vulnérables aux aléas climatiques en Wallonie. Pour cela, un indicateur composite de vulnérabilité sociale spatialement explicite est développé à l'échelle du secteur statistique et pour la période actuelle. L'indicateur de vulnérabilité obtenu pourra être visualisé et exploré de façon indépendante dans la plateforme interactive. Lorsque pertinent, l'indicateur de vulnérabilité sociale produit peut aussi être exploité dans le calcul des zones à risques et zones d'intervention prioritaires liées aux autres thématiques de cette étude diagnostique.

Dans un premier temps, la vulnérabilité sociale de la population et les facteurs l'influençant sont présentés. Ensuite, la méthodologie suivie afin d'obtenir l'indicateur de vulnérabilité est expliquée et les résultats sont présentés. Enfin, la section discussion aborde les limites de l'étude et les suggestions d'amélioration de celle-ci.



2. Résumé

La vulnérabilité sociale dans le cadre de ce travail traduit les impacts inégaux subis par la population en cas d'aléa climatique. Elle est généralement scindée en deux composantes, la sensibilité et la capacité d'adaptation, et est influencée par plusieurs facteurs tels que l'âge, l'état de santé, le réseau social et la situation économique.

L'objectif de ce travail est d'identifier les populations et groupes vulnérables à l'échelle des secteurs statistiques en développant un indicateur de vulnérabilité sociale des populations au changement climatique. Celui-ci est un indicateur composite spatialement explicite et défini pour la période actuelle, qui peut être visualisé sur une plateforme interactive en ligne. Il est basé sur des variables d'ordre démographique, social, sanitaire, socio-économique, environnemental et d'accès aux soins de santé, qui ensemble permettent d'approximer la vulnérabilité de la population.

Les résultats cartographiques obtenus pour l'indicateur mettent en évidence que les agglomérations urbaines des grandes villes wallonnes ont une vulnérabilité plus élevée que dans les zones rurales. À l'échelle de la Wallonie, 62 % de la population, soit plus de 2 250 000 personnes, habitent dans un secteur statistique avec une vulnérabilité élevée à très élevée. Dans les agglomérations, 64 % de la population a une vulnérabilité très élevée. Ainsi, la majorité des habitants des dix plus grandes villes wallonnes présente une vulnérabilité très élevée.

L'analyse montre plusieurs limites. Ainsi, la qualité des résultats obtenus est influencée par celle des variables utilisées pour construire l'indicateur. Les valeurs manquantes, date d'acquisition des données, de même que la qualité des variables elles-mêmes influencent la qualité des résultats.

3. Définition de l'indicateur et périmètre

Bien que toute la société soit affectée par le changement climatique (Bacheley 2021), tous les individus et communautés ne sont pas affectés de la même manière (De Ridder et al 2020). Certains individus ou communautés sont plus vulnérables car ils sont plus sensibles ou moins bien préparés aux conséquences de ce changement. Cette vulnérabilité est définie dans le dernier rapport du GIEC comme « la propension ou la prédisposition à subir des effets néfastes et englobe divers concepts et éléments, notamment la **sensibilité** ou la susceptibilité aux dommages et le **manque de capacité à faire face et à s'adapter** ». Ainsi, la vulnérabilité sociale est généralement scindée en deux composantes, la sensibilité et la capacité d'adaptation (IPCC 2022). La **sensibilité** des populations se définit comme la prédisposition de celles-ci à être négativement affectées. La **capacité d'adaptation** des groupes humains se réfère à la capacité de ceux-ci à s'adapter aux dommages potentiels, à profiter des opportunités et à réagir aux conséquences (IPCC 2022). La capacité d'adaptation englobe aussi les ressources disponibles, ainsi que la capacité à accéder et à mobiliser ces ressources (Benitez et Reghezza 2018).

Ce différentiel de vulnérabilité sociale est connu et est influencé par une gamme étendue de facteurs interagissant entre eux (De Ridder et al 2020, Kazmierczak 2015b). Ces facteurs démographiques, socio-économiques, sociaux et sanitaires se rapportent soit à une sensibilité accrue ou sont en lien avec la capacité d'adaptation et à faire face à un aléa.

L'**âge** influence la **sensibilité** face aux effets du changement climatique. Les **enfants** ont une sensibilité accrue car leurs organes sont encore en croissance, leur capacité de thermorégulation n'est pas encore complètement développée et ils sont plus sensibles à la perte de fluide (Deguen et al 2023, Vanderplanken 2018). De plus, ils ont des comportements à risque qui augmentent les effets sanitaires des expositions (e.g. mise en bouche) (Deguen et al 2023). Les **personnes âgées** sont aussi plus sensibles

aux vagues de chaleur car leur corps réagit moins vite à l'augmentation de température, elles sont moins conscientes de la soif et leurs glandes sudoripares sont moins productives (Vanderplanken 2018). En cas d'inondation, les personnes âgées, présentent un plus haut taux de mortalité dû à la noyade, l'hypothermie et les problèmes cardiaques (Kazmierczak 2015b). Les personnes âgées ont aussi une probabilité plus élevée de souffrir de maladies chroniques ou de démence, de consommer des médicaments, d'être socialement isolées ou de résider dans des centres de soin, ce qui augmente leur vulnérabilité (Vanderplanken 2018).

L'état de **santé** des personnes influence aussi leur **sensibilité** aux aléas climatiques. Cela concerne les personnes souffrant de maladies préexistantes et/ou chroniques diminuant leur résistance aux effets physiques du changement climatique, les personnes hospitalisées ou en situation de handicap qui dépendent d'autres personnes pour leur mobilité et ont besoin de soins réguliers, les personnes qui prennent des médicaments, les femmes enceintes ainsi que les toxicomanes. Les personnes souffrant de problèmes mentaux ou de démence peuvent avoir une perception altérée du danger et ne pas réagir de façon adéquate à celui-ci (Kazmierczak 2015b). Ces différents facteurs de vulnérabilité liés à l'état de santé sont présents dans les plans d'adaptation à la chaleur de 15 pays européens, synthétisés dans le projet SCORCH (Vanderplanken 2018).

La catégorie des **groupes cibles** reprend les établissements accueillant les publics vulnérables. Cela comprend les écoles, les milieux d'accueil de la petite enfance, les hôpitaux et les maisons de repos et de soins. Ces établissements sont inclus dans l'analyse de vulnérabilité aux vagues de chaleur développée en Flandre (Hooyberghs 2018).

Les facteurs sociaux et socio-économiques influencent la capacité d'adaptation et à faire face à un aléa. La capacité d'adaptation peut être scindée en la capacité à se **préparer** aux changements, la capacité de **réponse** au moment de la crise et la capacité de **récupération** une fois la crise passée. Ces différentes composantes n'ont cependant pas la même importance en fonction de l'aléa considéré. La capacité de récupération est essentielle dans le cas des inondations qui, au contraire des vagues de chaleur, laissent des dommages à long terme sur les infrastructures et les logements (Kazmierczak 2015a).

En cas de crise, avoir un bon **réseau social** facilitant l'accès à l'information et à l'aide est déterminant. Ainsi, l'isolation sociale augmente la vulnérabilité. Les personnes vivant seules, surtout lorsqu'elles sont âgées, en mauvaise santé ou en situation de dépendance, sont plus vulnérables (De Ridder et al 2020). De même, les quartiers présentant une croissance rapide de population ou un renouvellement régulier des habitants, par exemple avec une proportion élevée de locataires ou d'étudiants, sont aussi plus vulnérables en raison d'un tissu social réduit et d'une moins bonne connaissance des conditions locales (Kazmierczak 2015b, Krunoslav et al 2017). Être locataire de son logement peut représenter un obstacle concernant la mise en adéquation de celui-ci par rapport à de potentielles inondations (Kazmierczak 2015b). La capacité de compréhension de l'information et de réagir à celle-ci influence aussi la vulnérabilité sociale (Kazmierczak 2015b). Les personnes ayant une moins bonne maîtrise de la langue, telles que les personnes d'origine étrangère, les migrants ou les touristes ont un accès à l'information réduit, ce qui diminue leur capacité à se préparer et à réagir en cas de crise. Dans le cas des personnes SDF, leur vulnérabilité est multiple, elles ont de mauvaises conditions de vie et n'ont pas accès à l'information, aux infrastructures ou encore aux soins de santé (Van de Vel et al 2021, Vanderplanken et al 2019).

Les différences **socio-économiques** sont complexes et induisent des différences de vulnérabilité au sein de la population. Le niveau socio-économique est influencé de multiples aspects de la vie quotidienne tels que le type et la qualité du logement, le type et le secteur d'activité professionnelle, le type de loisir, le mode de déplacement (Bacheley 2021). Les différences socio-économiques sont aussi liées à des inégalités de santé, notamment au travers de l'espérance de vie en bonne santé ou de la mortalité infantile (Sciensano 2022, Missinne et al 2019). Le revenu influence directement la capacité financière

à préparer son logement aux vagues de chaleur ou à réparer des dégâts dus aux inondations. De plus, le niveau d'exposition aux aléas varie en fonction du lieu de résidence, qui est lui-même fonction du statut socio-économique (Deguen et al 2023). Des projections, réalisées au Royaume-Uni, estiment que le changement climatique augmenterait le coût de la vie. Les personnes en situation de défaveur socio-économique seraient alors plus affectées par ces potentielles augmentations (De Ridder et al 2020).

L'**environnement** dans lequel les populations évoluent influence leur vulnérabilité. En cas de fortes chaleurs, le bien-être des personnes dépend de l'accessibilité aux endroits plus frais. Toutes les études consultées mentionnent que la qualité du logement influence la vulnérabilité, tant au niveau de l'isolation thermique que de la ventilation. En cas d'inondations, la préparation du logement afin de le rendre plus résilient est essentielle. Les caractéristiques physiques des quartiers dans lesquels les populations évoluent influencent les effets ressentis du changement climatique. Le degré d'urbanisation, et notamment la présence de surfaces imperméables, diminuent la capacité d'infiltration en cas de forte pluie et augmentent l'îlot de chaleur urbain (De Ridder et al 2020). En cas de vagues de chaleur, la présence de végétation ou d'étendue d'eau, i.e. la trame bleue et verte, fournit un effet rafraîchissant. De plus, De Ridder et al., 2020 montrent que les quartiers densément peuplés de la ville de Gand, avec peu de végétation, abritent une population défavorisée. L'étude remarque que les quartiers des villes où les aléas sont accrus sont aussi ceux où habitent des populations en défaveur socio-économique, qui sont plus vulnérables et moins à même de faire face aux effets du changement climatique. Ce constat est vrai pour d'autres villes belges et européennes (De Ridder et al 2020, Deguen et al 2023).

L'**accès aux services médicaux** influence aussi la vulnérabilité. Les personnes plus éloignées des services de soins sont plus vulnérables en cas d'urgence médicale liée ou survenant durant une crise climatique (Krunoslav et al 2017).

L'objectif est de développer un indicateur composite de vulnérabilité sociale spatialement explicite à l'échelle du secteur statistique et pour la période actuelle et qui peut être visualisé sur une plateforme interactive en ligne. Selon le GIEC, un tel indicateur de vulnérabilité est obtenu en combinant, avec ou sans pondération, plusieurs facteurs représentant la vulnérabilité des populations (IPCC 2022). Pour cela, la méthode utilisée afin de calculer les indicateurs de vulnérabilité reste similaire à travers les différentes études (Krunoslav et al 2017). L'approche méthodologique suivie est basée sur les méthodes proposées dans des études belges et européennes (Kazmierczak 2015b, Hooyberghs 2018, Vlaamse Milieumaatschappij 2018, Habran et al 2020) qui consistent à développer un indicateur composite basé sur une somme non pondérée simple de plusieurs variables permettant d'approcher les facteurs influençant la vulnérabilité sociale des populations.

Dans ce rapport, l'indicateur de vulnérabilité est calculé de deux manières, l'une en intégrant les variables sous forme de densité de population, et l'autre, en intégrant les variables sous forme de pourcentage de population. Deux variantes de l'indicateur de vulnérabilité sociale sont donc effectivement produites. Elles sont respectivement nommées « indicateur par densité » et « indicateur par pourcentage » dans le reste de ce document.

4. Matériel et méthode

Cette section présente les étapes méthodologiques suivies pour obtenir les cartes de l'indicateur de vulnérabilité sociale pour la Wallonie. Celles-ci sont produites à l'échelle des secteurs statistiques et pour la période actuelle, selon les données récentes disponibles.

L'échelle du secteur statistique, qui est une unité administrative inférieure à l'échelon communal, a été choisie comme unité d'étude pour l'analyse de la vulnérabilité. En effet, bien qu'en Belgique, les



données socio-économiques soient souvent disponibles à l'échelle communale (e.g. ISADF, IWEPS 2019), le niveau communal ne permet pas de réaliser des analyses spatiales fines (De Ridder et al 2020). Surtout, produire la carte de vulnérabilité à l'échelle des secteurs statistiques permet à celle-ci d'être utilisée par les communes comme outil d'aide à la décision intra-communal.

De plus, bien que la vulnérabilité sociale soit dynamique et varie avec le temps (Jurgilevich et al 2017), les indicateurs développés sont basés uniquement sur des données actuelles afin de ne pas faire de projections incertaines quant aux conditions socio-économiques futures. En outre, à notre connaissance, de telles projections géolocalisées à l'échelle des secteurs statistiques n'existent pas en Wallonie.

Deux méthodes de calcul produisant deux variantes de l'indicateur de vulnérabilité de la population sont proposées. La première se base sur les variables exprimées sous forme de densité de population tandis que la deuxième intègre les variables exprimées sous forme de pourcentage.

4.1. Données d'entrée

Dans un premier temps, l'étude de la littérature et des ressources existantes dans les pays voisins a permis de recenser une liste de facteurs influençant la vulnérabilité sociale des populations au changement climatique. L'étape suivante a consisté à faire un inventaire des données disponibles à l'échelle du secteur statistique en Wallonie et qui correspondent aux facteurs de vulnérabilité recensés. Les variables retenues afin de représenter les facteurs de vulnérabilité identifiés ont ensuite été collectées à l'échelle du secteur statistique, lorsqu'elles étaient disponibles.

Les variables finales reprises dans l'analyse, ainsi que leur source de données, sont présentées dans le Tableau 1. Les sections suivantes présentent les prétraitements appliqués aux différentes données sources.



Tableau 1. Données d'entrée

Catégorie	Facteur	Source	Année ¹	Nombre de données disponibles	Unité par densité de population	Unité par pourcentage
Age	Enfants âgés de moins de 10 ans	Statbel	2020	9669	Nombre d'habitants/km ²	Proportion de bénéficiaires
	Personnes âgées de 65 ans et plus	Statbel	2020	9669	Nombre d'habitants/km ²	Proportion d'habitants
Santé	Statut affection chronique	Atlas Agence InterMutualiste	2022	9328	Nombre de bénéficiaires/ km ²	Proportion d'habitants
Lieux recevant des publics vulnérables	Hôpitaux	ISSeP SIGEnSa	2018	9876	Nombre/ km ²	Nombre
	Maisons de repos et de soins	ISSeP SIGEnSa	2021	9876	Nombre/ km ²	Nombre
	Milieux d'accueil de la petite enfance	ISSeP SIGEnSa	2018	9876	Nombre/ km ²	Nombre
	Ecoles	ISSeP SIGEnSa	2022	9876	Nombre/ km ²	Nombre
	Internats	ISSeP SIGEnSa	2022	9876	Nombre/ km ²	Nombre
	Centres de soin	ISSeP SIGEnSa	2021, 2024	9876	Nombre/ km ²	Nombre
	Lieux d'action sociale	ISSeP SIGEnSa	2020, 2024	9876	Nombre/ km ²	Nombre
	Services d'accueil pour personnes immigrées	ISSeP SIGEnSa	2024	9876	Nombre/ km ²	Nombre
Statut socio-économique	ISD composante revenu	IGEAT/LEPUR	2013	9296	/	/
	ISD composante précarité sur le marché du travail	IGEAT/LEPUR	2013	9296	/	/

¹ Se réfère à l'année des données sources et non de la production des couches



	ISD revenus de transfert	IGEAT/LEPUR	2013	9296	/	/
Social	ISD origines	IGEAT/LEPUR	2013	9296	/	/
	Ménages d'une seule personne	Statbel Census 2011	2011	9661	Nombre d'habitants/ km ²	Proportion d'habitants
	Ménages monoparentaux	Statbel Census 2011	2011	9661	Nombre d'habitants/ km ²	Proportion d'habitants
	Niveau d'instruction	Statbel Census 2011	2011	9661	Nombre d'habitants/ km ²	Proportion d'habitants
	Locataires	Statbel Census 2011	2011	9661	Nombre d'habitants/ km ²	Proportion d'habitants
Environnement	Accès aux espaces verts	LEMA	2016, 2018	9830	Nombre d'habitants/ km ²	Proportion d'habitants
Accessibilité des services médicaux	Distance moyenne aux 3 hôpitaux les plus proches	ISSeP	2018	9854	km	km
	Distance moyenne aux 3 médecins généralistes les plus proches	ISSeP	2024	9854	km	km

Age

Les enfants et les personnes âgées présentent, en raison de leur âge, une sensibilité accrue. Les secteurs statistiques présentant un nombre élevé de personnes appartenant à ces classes d'âges ont donc une vulnérabilité accrue. Les données initiales ont été reçues de Statbel par secteur statistique et classe d'âge quinquennale. Ces données ont été agrégées afin d'obtenir deux variables exprimant le nombre d'habitants par secteur statistique pour la classe d'âge de 0 à 9 ans inclus et pour la classe d'âge 65 ans et plus.

Santé

Les personnes ayant des maladies de longue durée présentent également une sensibilité accrue. Les données ont été collectées à partir de l'Atlas de l'Agence InterMutualiste (Atlas AIM) pour l'année la plus récente. La variable reprise dans l'analyse correspond au « statut affection chronique » tel que décrit par l'INAMI. Ce statut est attribué sur base de critères financiers et médicaux (INAMI, 2024).

Les données reçues sont exprimées sous forme du nombre total de bénéficiaires de l'assurance maladie et du pourcentage de ceux-ci pouvant bénéficier du statut affection chronique, par secteur statistique. Les données reçues comportent des données manquantes de deux types. Lorsque le nombre total de bénéficiaires par secteur statistique est inférieur à 10, aucune donnée n'est communiquée. Ces secteurs statistiques correspondent principalement à des secteurs non résidentiels ne comportant pas d'habitants ainsi qu'à des secteurs statistiques avec une population faible. Ces secteurs statistiques, 548 au total, n'ont pas été inclus dans l'analyse.

Lorsque le nombre total de bénéficiaires est communiqué mais que le nombre de bénéficiaires ayant droit au statut affection chronique est inférieur à 10, le pourcentage de bénéficiaires ayant droit au statut n'est pas communiqué. Ces données manquantes concernent 1762 secteurs statistiques. Celles-ci ont été remplacées par le pourcentage moyen de bénéficiaires ayant droit au statut affection chronique. Bien que ce soit une estimation, cela permet d'inclure cette variable dans l'analyse.

Lieux recevant des publics vulnérables

Plusieurs lieux accueillants des publics cibles considérés comme vulnérables ont été repris dans l'analyse. Ces lieux d'accueils ont été cartographiés dans le cadre du projet SIGEnSa (Habran et Remy, 2018). Il s'agit des hôpitaux et hôpitaux psychiatriques, des maisons de repos et de soins, des écoles maternelles, primaires et secondaires, des milieux d'accueils de la petite enfance et des services d'accueil pour personnes immigrées. La donnée intitulée centres de soin reprend les centres de revalidation fonctionnelle ainsi que les services d'accueil de jour et résidentiels pour jeunes et adultes en situation de handicap. Les structures reprises dans la données lieux d'action sociale sont les maisons de vie communautaire, les maisons d'accueil, les maisons d'hébergement collectif pour personnes en difficulté prolongées ainsi que les abris de nuit pour les personnes sans domicile.

Pour chacune de ces couches de données, le nombre de structure a été comptabilisé séparément par secteur statistique. Ainsi, plus le nombre de structures d'accueil de publics vulnérables augmente, plus la vulnérabilité du secteur statistique augmente.

Indicateur synthétique de difficulté – ISD

Parmi les facteurs identifiés influençant la vulnérabilité des populations, le statut socio-économique est primordial (Viner et al 2020). Plusieurs indices socio-économiques existant déjà à l'échelle du secteur statistique en Wallonie, le choix a été fait d'inclure un tel indice socio-économique dans l'analyse de vulnérabilité. L'indice retenu est l'indice synthétique de difficulté développé par l'IGEAT et LEPUR en suivant la méthodologie développée dans l'atlas des « Dynamiques des quartiers en difficulté dans les régions urbaines belges » (Grippa et al 2015, CPDT, 2016). Cet indice est basé sur 20 variables provenant de la banque carrefour de la sécurité sociale de 2013 réparties en 4 dimensions : revenu, origines, précarité sur le marché du travail et ménages précaires et revenus de transfert. Chaque dimension a été reprise comme une variable séparée dans l'analyse de vulnérabilité.

Social - Census 2011

Les facteurs de vulnérabilité liés à l'aspect social sont basés sur des données issues du Census 2011, par secteur statistique (Statbel, 2011). Ces facteurs permettent d'approximer la capacité d'adaptation des populations en cas de crise. Cela inclut les variables suivantes : Ménages d'une seule personne, Ménages mono-parentaux, niveau d'instruction et locataires.

Les ménages d'une seule personne sont inclus car l'isolement social est largement considéré comme un facteur augmentant la vulnérabilité au changement climatique. Cette variable reprend le nombre de personnes vivant seule par secteur statistique.

Les ménages mono-parentaux sont aussi inclus dans l'analyse de vulnérabilité car ce type de famille est aussi considéré comme sachant moins bien faire face en cas de crise. Cette variable reprend le nombre de personnes vivant dans un ménage constitué d'une mère ou d'un père isolé avec au moins un enfant âgé de moins de 25 ans résidant avec elle/lui.

Le niveau d'instruction est repris dans l'indicateur composite car un faible niveau d'éducation peut limiter l'accès et la compréhension de l'information fournie par les autorités sur le risque d'inondations ou de vagues de chaleur, les consignes de prévention ou les procédures d'urgence (Kazmierczak, 2015a). La variable locataire reprend le nombre de locataire par secteur statistique. Celle-ci est incluse dans l'indicateur car les personnes vivant dans des logements loués ont moins de contrôle sur les caractéristiques physiques de leur logement et sont moins susceptibles d'adapter celui-ci afin de faire face au risque de surchauffe ou d'inondation (Kazmierczak, 2015a). Cependant, il est à noter que suite aux inondations de l'été 2021 qui a touché la Wallonie, les personnes louant leur logement ont pu le quitter plus vite lorsque celui-ci avait été sinistré, contrairement aux propriétaires qui étaient durablement liés à celui-ci et qui ont dû parfois le réintégrer très rapidement alors que les réparations n'étaient pas finies. Les indicateurs étant développés afin de servir d'outils de planification afin d'augmenter la résilience des territoires, la proportion de locataire est comprise ici comme augmentant la vulnérabilité.

Environnement

La présence d'espaces verts, à travers notamment l'ombre apportée par les arbres, apporte de la fraîcheur en cas de canicule. De même, en comparaison avec des surfaces imperméabilisées, les espaces verts facilitent l'infiltration de l'eau en cas de fortes pluies et diminuent l'aléa d'inondation (Kazmierczak, 2015a). Avoir accès à un espace vert de qualité à une faible distance du domicile diminue donc la vulnérabilité de la population. Afin d'inclure ce facteur dans l'analyse, le laboratoire LEMA a créé une carte répertoriant le nombre d'habitants situés à moins de 200 m d'un espace vert public de minimum 500 m². Celle-ci a été obtenue par croisement entre les cartographies de la trame verte de Lifewatch (Lifewatch, 2024), du statut de propriété des parcelles cadastrales de 2016 et du lieu de résidence de la population de 2018. La distance entre le lieu de résidence et les espaces verts est comprise en ligne droite. La cartographie obtenue reprend le nombre d'habitants par secteur statistique ayant accès à un espace vert ainsi défini.

Accessibilité des services médicaux

L'accessibilité aux soins médicaux est primordiale en cas de crise et influence la vulnérabilité. Afin d'inclure cet aspect dans l'analyse, l'ISSeP a créé deux cartographies reprenant la distance moyenne par secteur statistique 1) aux trois hôpitaux les plus proches et 2) aux trois médecins généralistes les plus proches. La distance est comprise ici en ligne droite. La localisation des hôpitaux et des médecins généralistes provient du projet SIGEnSa (Habran et Remy, 2018) et du SPF Santé Publique (Health Belgium, 2024), respectivement. Afin de calculer la distance moyenne par secteur statistique, seuls les points situés à proximité d'une zone d'habitation sont inclus, cela afin de ne pas augmenter artificiellement la distance moyenne en incluant des zones non-habitées. Les variables obtenues reprennent les distances moyennes en km par secteur statistique.

4.2. Calcul de l'indicateur composite

L'indicateur de vulnérabilité sociale est un indicateur composite qui combine les variables présentées ci-dessus. Les différentes étapes de calcul de l'indicateur composite sont détaillées dans les sections suivantes.

Pour rappel, deux variantes de l'indicateur sont proposées selon la méthode de représentation des variables. La première se base sur des variables exprimées sous forme de densité de population (hab/km²). La deuxième est calculée à partir des variables exprimées sous forme de proportion de la population totale du secteur statistique. Ces deux variantes de l'indicateur et les cartographies associées permettent de mettre des aspects différents de la vulnérabilité de la population en évidence.

Obtention des variables par densité et par pourcentage

Les variables collectées ont été transformées. Lorsque celles-ci étaient exprimées sous forme de nombre d'habitants, elles ont été divisées par la superficie du secteur statistique afin d'obtenir un nombre d'habitants par km². Pour l'indicateur sous forme de pourcentage, le pourcentage d'habitants a été obtenu en divisant par le nombre total d'habitants du secteur.

Dans le cas des données de l'Atlas AIM, le nombre de bénéficiaires ayant le statut d'affection chronique a été obtenu en multipliant le pourcentage de bénéficiaires par le nombre total de bénéficiaires du secteur statistique. Ce nombre a ensuite été divisé par la superficie du secteur. Les unités obtenues sont présentées pour chaque variable dans le Tableau 1.

Standardisation des variables

Afin de ramener les variables reprises dans l'indicateur à une échelle de valeurs comparables, toutes les variables ont été standardisées selon une échelle variant entre 1 et 10, en fonction du décile auquel elles appartiennent. Pour les lieux recevant des publics vulnérables, ces infrastructures étant ponctuelles, elles sont absentes de la majorité des secteurs statistiques. Afin d'attribuer une valeur standardisée à ces variables, seuls les secteurs statistiques avec une valeur sont considérés pour estimer les limites entre les classes et celles-ci sont choisies afin de correspondre le plus possible aux quartiles (Hooyberghs 2018).

Cette méthode de standardisation a été choisie parce qu'elle ramène la valeur des variables entre 0 et 10, ce qui permet une interprétation aisée de la variable standardisée obtenue. Parmi les autres méthodes de standardisation existantes, la standardisation par Z-score, produisant des variables centrées réduites, est aussi utilisée. Néanmoins, cette méthode conduit à l'obtention de valeurs négatives, ce qui rend complexe la combinaison avec d'autres variables, comme c'est le cas dans un indicateur composite. Une autre option aurait été la standardisation par minimum et maximum, qui conduit à l'obtention de valeurs comprises entre 0 et 1. Cette méthode n'est cependant pas optimale lorsque les données contiennent beaucoup de valeurs extrêmes, comme c'est le cas ici, car cela leur donne beaucoup de poids (Kazmierczak, 2015a).

Inversion des variables

Pour la majorité des variables, une augmentation de la valeur correspond à une augmentation de la vulnérabilité. Cependant, pour l'accès aux espaces verts, une augmentation du nombre de personnes ayant accès à un espace vert suggère une diminution de la vulnérabilité. Ainsi, cet indicateur a été inversé suivant la formule suivante: $variable\ finale = 1 - variable\ standardisée$

Calcul de l'indicateur composite

Les différentes variables présentent des valeurs manquantes. L'indicateur a été calculé uniquement pour les secteurs statistiques pour lesquels tous les facteurs de vulnérabilité avaient des valeurs complètes et non manquantes.

L'indicateur composite est obtenu en sommant les variables standardisées selon une somme non pondérée simple. Les variables n'étant pas pondérées, l'analyse repose sur l'hypothèse que tous les facteurs de vulnérabilité ont une importance égale dans l'estimation de la vulnérabilité sociale face au changement climatique. Cette hypothèse évite d'effectuer un arbitrage délicat et non vérifiable sur



l'importance relative des différents facteurs. Finalement, les indicateurs obtenus sont cartographiés en utilisant une représentation par quintile.

Les développements ont été réalisés dans un environnement Python sur Jupyter Lab.

4.3. Traitements pour la visualisation en ligne des résultats

L'ambition de l'étude diagnostique dans laquelle cette analyse s'inscrit est de présenter les résultats obtenus sur une plateforme interactive en ligne à destination des citoyens, des acteurs de terrain et des parties prenantes. À cette fin, les résultats de l'analyse nécessitent d'être agrégés par commune afin de présenter l'information synthétisée au niveau communal.

Pour cela, les variables sources exprimées sous forme de nombre de population ont été sommées par commune afin de permettre le calcul de pourcentages de population communale, similaires à ceux existant pour les secteurs statistiques. Pour les variables relatives à l'accès aux services médicaux et au statut économique, une moyenne pondérée par la population totale des secteurs statistiques a été utilisée pour obtenir les valeurs agrégées au niveau communal.

Les variables communales ainsi obtenues ont été standardisées par déciles et additionnées dans un indicateur composite communal, suivant une méthodologie similaire à celle suivie précédemment pour obtenir l'indicateur à l'échelle des secteurs statistiques. Finalement, les facteurs de vulnérabilité ont été regroupés par thématiques similaires afin de réduire le nombre de variables et faciliter la visualisation. Cela a produit 10 dimensions de vulnérabilité.

5. Résultats

Les résultats cartographiques sont présentés aux Figures 2 et 3 pour l'indicateur par densité et à la Figure 4 pour l'indicateur par pourcentage.

L'indicateur par densité montre à l'échelle régionale une différence nette entre les zones urbaines densément peuplées et les zones rurales. Les secteurs statistiques avec une vulnérabilité très élevée (rouge) se retrouvent principalement dans les grands centres urbains de Charleroi, Liège, Mons et Namur, tandis que les zones rurales entourant ces centres urbains sont caractérisées par une vulnérabilité faible ou très faible. Cela peut se comprendre par la méthode de calcul de l'indicateur par densité, qui inclut les variables sous forme de nombre d'habitants par km². Cela a pour conséquence de mettre en évidence les secteurs statistiques plus densément peuplés (de populations considérées comme vulnérables). Ainsi, les secteurs statistiques correspondant aux centres villageois des communes rurales présentent aussi une vulnérabilité plus élevée que les secteurs statistiques aux alentours (Figure 3).

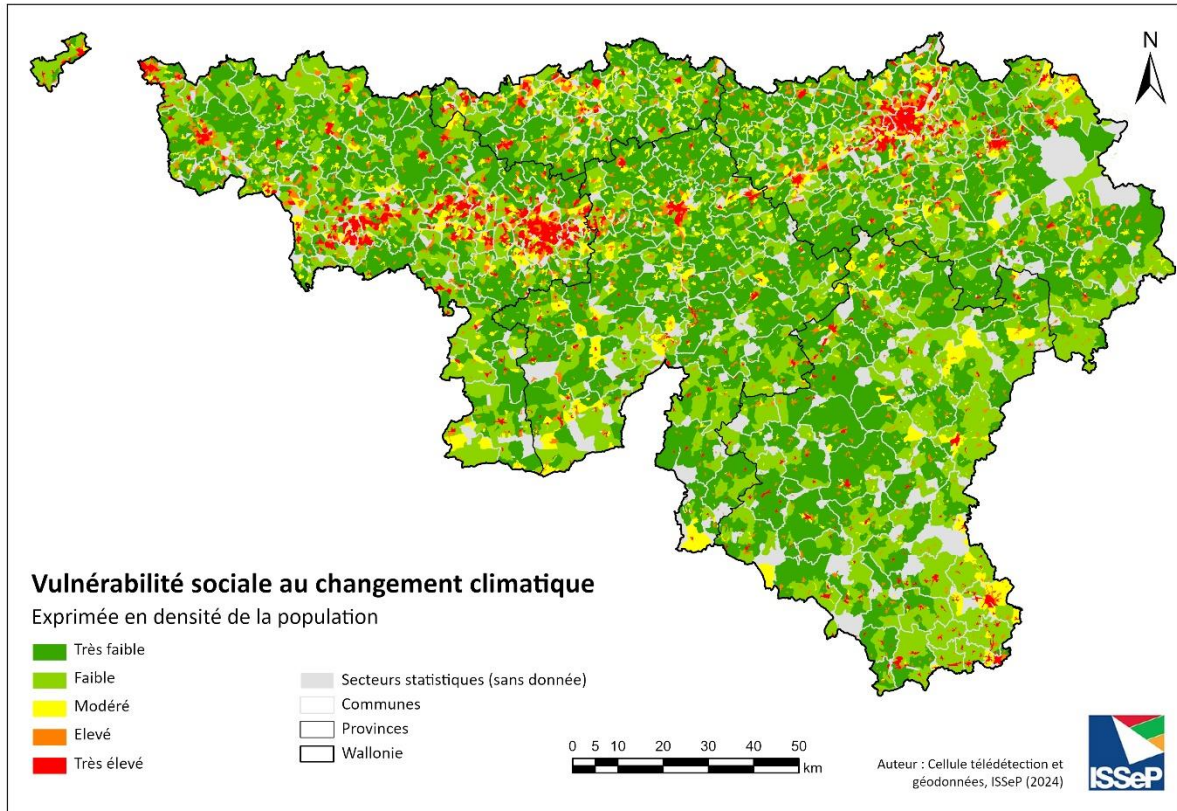


Figure 2. Vulnérabilité sociale au changement climatique exprimée en densité de population.

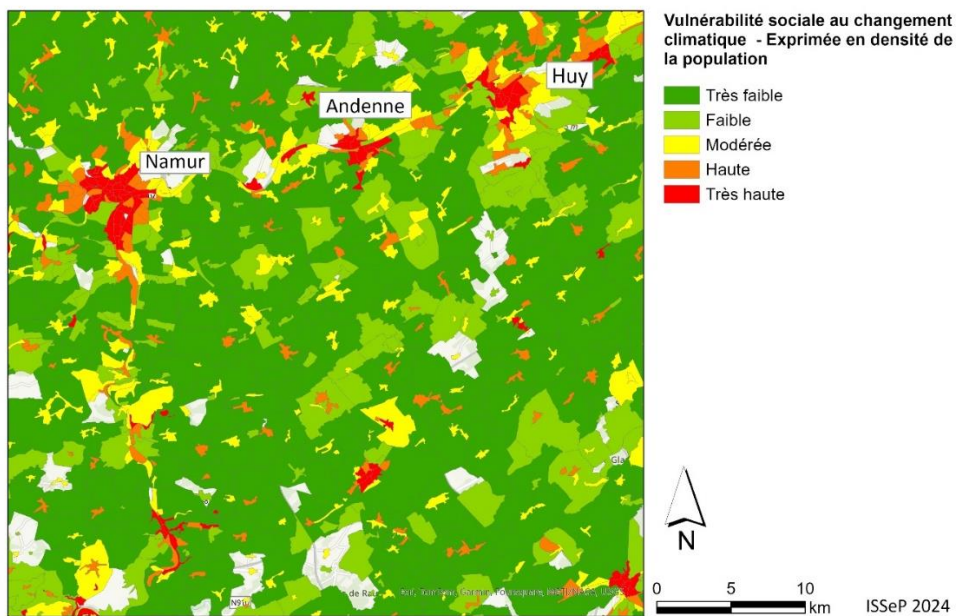


Figure 3. Zoom sur les secteurs statistiques des centres villageois des communes situées au sud de la Ville de Namur qui présentent une vulnérabilité par densité plus élevée que les secteurs statistiques aux alentours.

L'indicateur de vulnérabilité par pourcentage est présenté à la Figure 4. Les centres urbains ressortent également comme ayant une vulnérabilité élevée à très élevée. En zone péri-urbaine et rurale, les résultats sont plus contrastés avec une vulnérabilité variant de très faible à très élevée. Dans ce cas de figure-ci, les centres villageois des communes rurales présentent généralement une vulnérabilité plus élevée que les secteurs statistiques environnants, bien que cela ne se vérifie pas partout. L'indicateur de vulnérabilité par pourcentage est basé sur des variables exprimées en pourcentage de population. Ainsi, c'est bien la structure de la population, indépendamment du nombre de personnes présentant cette vulnérabilité, qui influe sur la vulnérabilité totale du secteur.

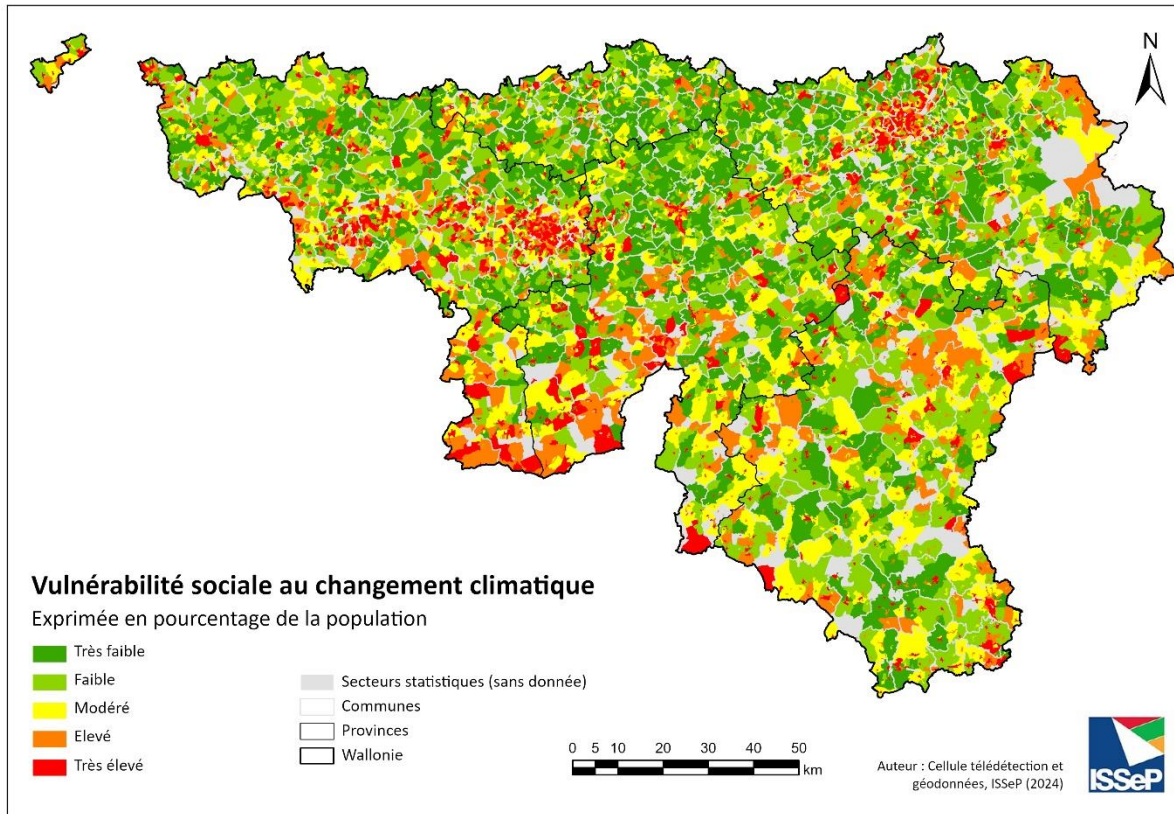


Figure 4. Vulnérabilité sociale au changement climatique exprimée en pourcentage de population.

La Figure 5 montre la répartition de la population en Wallonie selon le niveau de vulnérabilité (basé sur les variables exprimées sous forme de pourcentage). La majorité de la population wallonne, 62 %, se caractérise par une vulnérabilité élevée à très élevée.

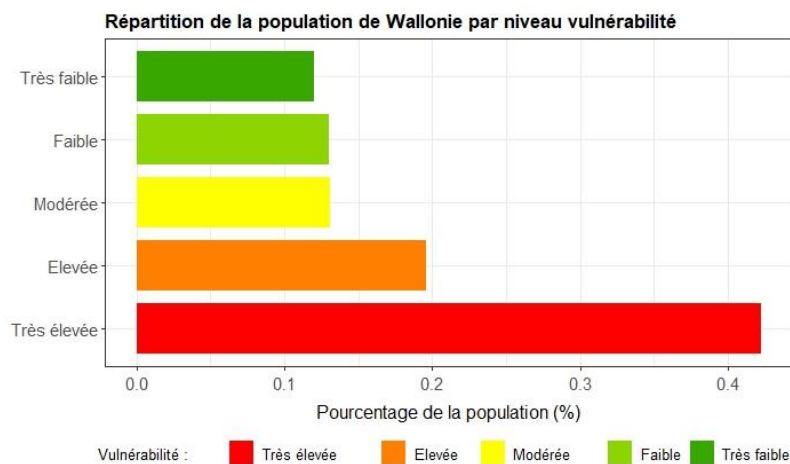


Figure 5. Répartition de la population de Wallonie par niveau de vulnérabilité (basé sur l'indicateur par pourcentage).

La Figure 6 montre la répartition de la population par province et niveau de vulnérabilité (basé sur les variables exprimées sous forme de pourcentage). Pour les provinces du Luxembourg, du Hainaut, de Namur et de Liège, la vulnérabilité très élevée est la classe la plus importante en pourcentage de la population totale. Pour la province du Brabant wallon seulement, la classe de vulnérabilité très faible est la classe la plus représentée parmi la population.

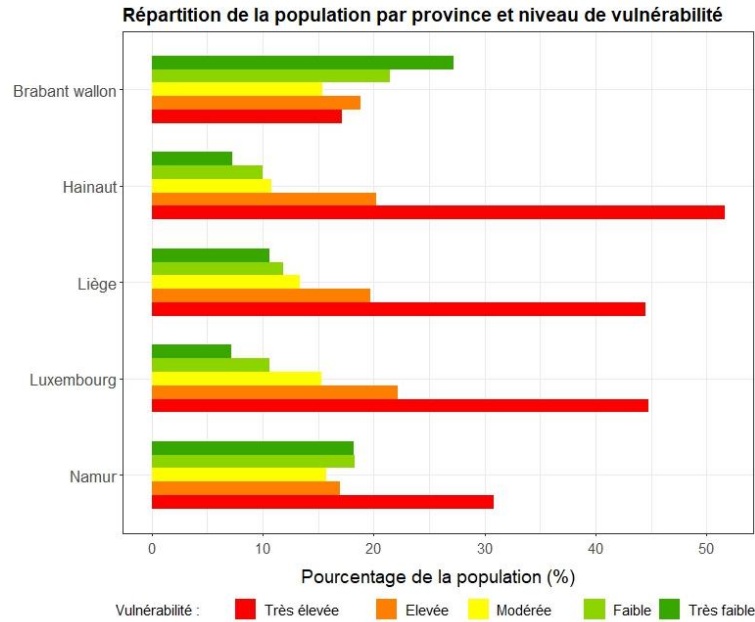


Figure 6. Répartition de la population par province et niveau de vulnérabilité (basé sur l'indicateur par pourcentage).

La Figure 7 montre un graphique similaire pour les plus grandes villes wallonnes, classées par taille de population.

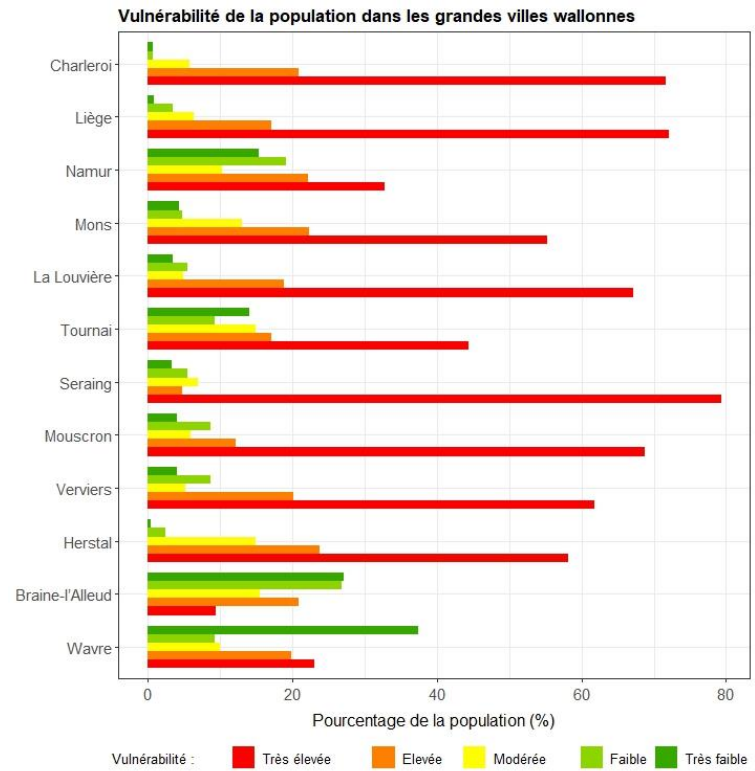


Figure 7. Répartition de la population par niveau de vulnérabilité (basé sur l'indicateur par pourcentage) dans les grandes villes wallonnes.

La Figure 8 présente la répartition de la population en fonction du niveau de vulnérabilité et du degré d'urbanisation, extrait de la classification Degurba de 2021 (IWEPS, 2021).

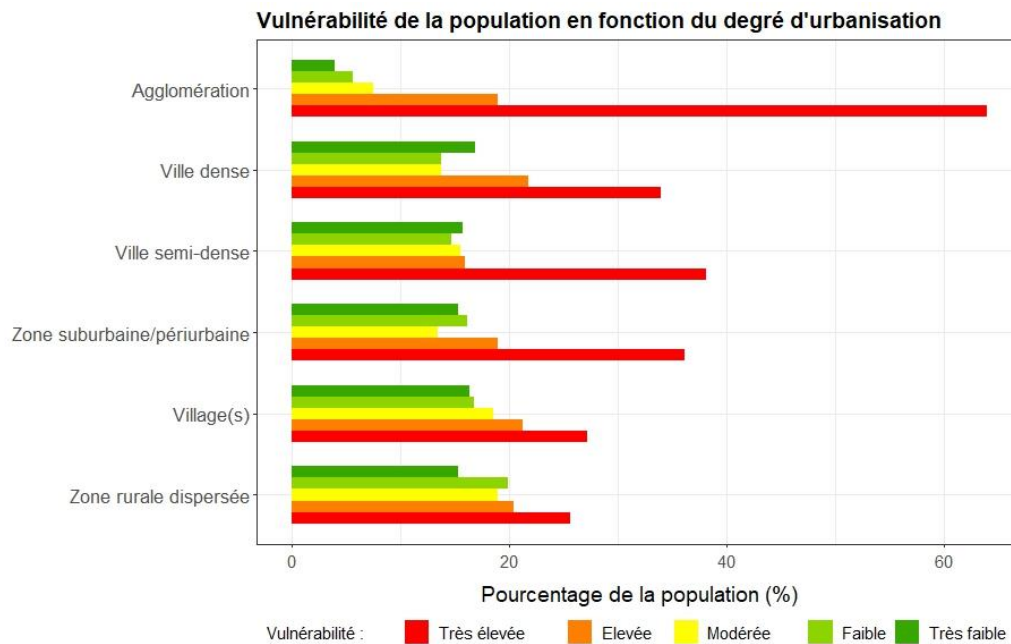


Figure 8. Répartition de la population par niveau de vulnérabilité (basé sur l'indicateur par pourcentage) et du degré d'urbanisation.

6. Discussion

L'objectif de l'analyse de vulnérabilité sociale est de produire un indicateur reflétant divers aspects de la vulnérabilité telle que la sensibilité et la capacité d'adaptation à travers les différentes variables prises en compte. Cependant, les résultats obtenus restent des approximations qui ne capture qu'imparfaitement la vulnérabilité réelle des personnes. Si une catastrophe survenait, la vulnérabilité au niveau individuel n'est pas égale à la somme des différents statuts caractérisant une personne mais dépend de beaucoup d'autres facteurs non prévisibles et approximables. L'indicateur de vulnérabilité sociale obtenu doit donc être compris comme un outils, parmi les autres indicateurs présentés dans cette étude diagnostique, permettant de prioriser les zones d'actions d'adaptation au changement climatique.

Parmi les résultats disponibles au téléchargement et partagés sur le portail en ligne du projet, seule la variante de l'indicateur exprimé en pourcentage de population est distribuée. Celle-ci a été choisie parce qu'elle représente la vulnérabilité de la population indépendamment de la taille de celle-ci et ainsi ne mets pas uniquement l'accent sur les grandes villes avec une population élevée. La variante exprimée par pourcentage permet d'apporter plus de nuance dans l'analyse de vulnérabilité pour l'ensemble du territoire, aussi dans les zones rurales.

6.1. Chiffres clés

- 62 % de la population wallonne, soit 2 250 000 personnes, avec une vulnérabilité sociale élevée à très élevée.
- Dans 4 provinces wallonnes sur 5, la majorité de la population présente une vulnérabilité très élevée. 52 % en Hainaut, 45 % au Luxembourg, 44 % en province de Liège et 31 % dans la province de Namur.



- Dans les 10 plus grandes villes wallonnes, la majorité de la population a une vulnérabilité sociale très élevée.
- Top 5 des communes avec la plus grande population vulnérable :
 - Charleroi
 - Liège
 - La Louvière
 - Mons
 - Seraing
- Dans les agglomérations, 64 % des personnes ont une vulnérabilité très élevée.

6.2. Zones à risque et zones d'intervention prioritaire

L'étude diagnostic, dont cette analyse de la vulnérabilité de la population fait partie, a pour objectif d'identifier **les zones à risque** sur le territoire wallon. Ce rapport traite de la composante vulnérabilité du risque (Figure 1) et ne donne donc pas un aperçu complet du calcul du risque associé. Les résultats présentés dans l'analyse de vulnérabilité de la population ont été intégrés dans l'analyse du risque lié aux ICU, distribué dans le rapport associé (Wyart et Jacquemin, 2025). Dans celui-ci, la combinaison entre l'aléa de chaleur, la densité de population et la vulnérabilité de celle-ci, permet d'identifier les zones à risques de façon plus exhaustive.

En considérant uniquement la composante vulnérabilité sociale, **les zones à risques** coïncident avec les secteurs statistiques où la vulnérabilité est élevée à très élevée. Il est à noter que l'échelle de vulnérabilité est basée sur une répartition des valeurs wallonnes en cinq catégories, ou quintiles, et non sur des valeurs seuils.

L'échelle des secteurs statistiques a été choisie comme unité d'étude afin que les résultats puissent servir d'outil d'aide à la décision. Cette échelle facilitera l'identification des **zones d'intervention prioritaire**, notamment au niveau communal par les acteurs locaux, en combinaison avec les autres résultats obtenus dans cette étude diagnostique.

6.3. Limites de l'analyse

L'analyse et les résultats présentés sont influencés par plusieurs limites détaillées ci-après.

L'analyse a été réalisée de deux façons, en intégrant les variables sous forme de densité d'habitants (nombre d'habitants / km²) et en les intégrant sous forme de pourcentage. Ces deux méthodes de calcul de l'indicateur de vulnérabilité permettent de mettre en évidence différents aspects de la vulnérabilité des populations. L'indicateur par densité met l'accent sur la taille de la population ramenée à la superficie du secteur statistique. A population égale, un secteur statistique plus petit sera considéré comme plus vulnérable car il concentre plus de population. L'indicateur de vulnérabilité par pourcentage met l'accent sur la part de la population vulnérable indépendamment de la taille de la population. Ainsi, pour deux secteurs statistiques, l'un avec une population de 1000 habitants et l'autre avec une population de 100 habitants, tous deux affichant une proportion d'enfants de moins de 10 ans égales à 10 %, cette variable aura la même influence sur la vulnérabilité totale, alors que le premier secteur présente un plus grand nombre de personnes vulnérables que le deuxième (100 enfants dans le premier et 10 enfants dans le deuxième).

Les variables utilisées comportent des secteurs statistiques avec des données manquantes. Le calcul d'un indicateur de vulnérabilité est donc impossible dans ces secteurs. Ceux-ci consistent en partie en des secteurs statistiques non résidentiels où il n'y a pas de population domiciliée. Cependant, parmi les 681 secteurs exclus de l'analyse (sur un total de 9876 en Wallonie), il y a des personnes domiciliées dans 474 secteurs. Au total, la population non prise en compte dans l'analyse de vulnérabilité est égale à 4431 personnes, ce qui représente 0.1% de la population totale de la Wallonie (chiffre de population de 2020).

La qualité des données sources utilisées influencent la qualité et le résultat de l'analyse.

Ainsi, la cartographies des internats et des maisons de repos et de soins issues du projet SIGEnSa (Habran et Remy, 2018) n'est pas complète et n'inclut pas les infrastructures situées en Communauté germanophone. Cela conduit à une sous-estimation de la vulnérabilité sociale dans cette partie de la Wallonie.

Pour les données de l'Atlas AIM, le pourcentage de personnes ayant droit au statut affection chronique a été estimé par la moyenne lorsque la donnée était manquante. Cette estimation concerne 1762 secteurs statistiques (18 %). Remplacer les valeurs manquantes par la moyenne a un effet neutre sur le calcul des indicateurs de vulnérabilité, la distribution des valeurs s'approchant d'une distribution normale.

Les cartographies reprenant les distances moyennes aux soins de santé ne prennent en compte que les hôpitaux et médecins généralistes situés en Wallonie. Cela conduit à une surestimation des distances aux abords des frontières et particulièrement de la frontière linguistique. Les infrastructures de soin situées en Flandre faisant partie du même système de soin de santé, elles sont accessibles sans démarche supplémentaire à la population de Wallonie. Aux abords de la frontière linguistique, cette surestimation de la distance aux soins de santé conduit à une probable légère surestimation des indicateurs de vulnérabilité sociale.

La variable de l'accès aux espaces verts ne prend en compte que les espaces verts appartenant au domaine public. Dans les communes rurales, les espaces verts publics sont généralement moins présents que dans les centres urbains. La prise en compte des espaces sous statut public uniquement sous-estime donc les espaces verts auxquels les habitants ont réellement accès, notamment au travers des jardins et terrains privés.

Les différentes variables utilisées dans l'analyse se réfèrent à des années différentes : 2020 pour les données de population de Statbel, 2022 pour les données de l'atlas AIM, 2013 pour les données de la BCSS sur lesquelles l'ISD est basé et 2011 pour les données du Censur. Ces données ont été utilisées car des données plus récentes n'étaient pas disponibles au moment de réaliser cette analyse. Utiliser des données d'années différentes se base sur l'hypothèse que les variations de population interannuelles n'affectent pas la structure sociale de la population et le résultat général de l'étude. Néanmoins, pour 33 % des secteurs statistiques inclus dans l'analyse, la différence de population par secteur entre 2013 et 2020 dépasse 10 %.

6.4. Perspectives d'amélioration

L'analyse présentée et l'indicateur de vulnérabilité obtenu pourraient être améliorés en utilisant des données mises à jour, qui représenteraient plus fidèlement la situation actuelle en Wallonie. Particulièrement, les données du census distribué par Statbel sont mises à jour tous les dix ans et les données de 2021 par secteur statistique devraient être bientôt disponibles. De même, l'indicateur synthétique de difficulté (CPDT, 2016) se base sur des données de la banque carrefour de la sécurité sociale de 2013. Bien que la méthodologie développée permette une mise à jour régulière de l'ISD, celle-ci n'a à notre connaissance pas encore eut lieu. Si ces données d'entrée mises à jour étaient disponibles, recalculer l'indicateur de vulnérabilité sociale pourrait être réalisé.

La carte d'accès aux espaces verts pourrait aussi être améliorée. La carte actuelle se base sur une distance en ligne droite entre les espaces verts publics et le lieu de résidence de la population, ce qui sous-estime la distance réelle en empruntant la route. Ce type de carte est néanmoins disponible pour les Pays-Bas sur le klimaat effect atlas, qui présente la distance aux ilots de fraîcheur en empruntant le réseau (klimaat effect atlas, 2024). Si une telle carte existait en Wallonie, celle-ci pourrait être incluse dans l'indicateur de vulnérabilité.

7. Annexe

7.1. Compte rendu de l'atelier thématique

La présentation des résultats de la présente analyse s'est tenue le 17 janvier 2025 lors d'un atelier participatif en ligne. L'objectif était de présenter les résultats de l'analyse et de recueillir les réactions des acteurs wallons des domaines du social et de la santé. 30 personnes, parmi les 65 personnes invitées, ont assisté à cet atelier.

Celui-ci a commencé par une présentation des objectifs de la thématique, de la méthodologie suivie, des résultats obtenus et des limites de l'analyse. Ensuite, la parole a été donnée aux participants afin de discuter des résultats présentés.

À travers les différentes interventions, plusieurs clarifications et remarques ont été formulées :

- Concernant les données du Census de Statbel, les données de 2011 ont été utilisées car les données du Census 2021 n'étaient pas encore disponibles lorsque l'analyse a débuté.
- Une question a concerné le lien avec l'Indicateur Synthétique d'Accès aux Droits Fondamentaux (ISADF) de l'IWEPS. L'ISADF étant produit à l'échelle communale, les données disponibles n'ont pas été incluses dans l'indicateur de vulnérabilité sociale de cette étude car le choix a été réalisé de travailler à l'échelle des secteurs statistiques.
- Une des remarques a concerné l'influence du facteur locataire sur la vulnérabilité. Dans l'étude, une plus grande proportion de locataires augmente la vulnérabilité du secteur statistique. Néanmoins, lors des inondations de 2021, les personnes louant leur logement ont pu quitter celui-ci plus rapidement, en mettant fin à leur contrat de bail, que les propriétaires de leur logement. Comme l'étude concernait aussi la vulnérabilité aux vagues de chaleur et pas uniquement aux inondations, le facteur locataire a quand même été considéré comme augmentant la vulnérabilité, en accord avec la littérature consultée.
- La vulnérabilité élevée observée dans les agglomérations et centres urbains, dans le cas de l'indicateur exprimé par pourcentage, s'explique par une proportion plus importante de population vulnérable. Indépendamment de la densité de population, on y trouve une plus grande proportion de groupes vulnérables.
- L'indicateur de vulnérabilité est un indicateur composite non pondéré. Le choix a été fait de ne pas pondérer les facteurs de vulnérabilité afin de ne pas procéder à des arbitrages délicats et non vérifiables sur l'importance relative des différents facteurs pris en compte. Pour des raisons techniques, ce ne sera pas possible pour les utilisateurs du portail en ligne de rajouter une pondération aux facteurs et d'observer l'impact de cette modification sur le résultat final.
- La différence entre l'indicateur de vulnérabilité sociale présenté et les cartes d'aléas et de risques, obtenues dans d'autres thématiques n'était pas claire pour plusieurs intervenants. Ainsi, il est important d'insister sur les différents résultats obtenus dans le cadre de l'étude diagnostique.



8. Références

Bacheley, A., 2021. Entretien de Géraldine Molina « Inégaux face à la chaleur », Magazine Cartographique, Les autres possibles, n°32 : 47°2 le matin. <https://hal.science/hal-03327923/>

Benitez, F. et Reghezza, M., 2018. Les *capabilités à faire face* ou comment repenser la résilience des individus », *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*. <https://doi.org/10.4000/vertigo.19116>

CPDT, 2016. Volet 2: Identification des quartiers urbains défavorisés et des quartiers urbains centraux dans Localisation prioritaires en matière de dynamisation et de rénovation des quartiers urbains existants.

De Ridder, K., Couderé, K., Depoorter, M., Liekens, I., Pourria, X., Steinmets, D., Vanuytrecht, E., Verhaegen, K., Wouters, H. (2020). Evaluation of the socio-economic impact of climate change in Belgium. Study commissioned by the national climate commission (2020/RMA/R/2271).

Deguen, S. et al., 2023. SYNTHÈSE : Inégalités sociales et environnementales de santé, deux dimensions étroitement liées : quelle implication en santé publique ?, *Environnement Risques & Santé*. https://www.yearbook-ers.jle.com/e-docs/synthese_inegalites_sociales_et_environnementales_de_sante_deux_dimensions_etroitement_liees_quelle_implication_en_sante_publique_332399/yb_synthese.phtml

INAMI, 2024. Le statut de personne atteinte d'une affection chronique améliore l'accès aux soins. <https://www.inami.fgov.be/fr/themes/soins-de-sante-cout-et-remboursement/facilites-financieres/statut-affection-chronique>

IPCC, 2022: Sixth Assessment Report: the technical report or the chapter one of the full report

IPCC, 2022: Annex II: Glossary [Möller, V., R. van Diemen, J.B.R. Matthews, C. Méndez, S. Semenov, J.S. Fuglestedt, A. Reisinger (eds.)]. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 2897–2930, doi:10.1017/9781009325844.029.

IWEPS, 2019. Indicateur synthétique d'accès aux droits fondamentaux (ISADF). <https://isadf.iweps.be/isadf.php>

IWEPS, 2021. Degré d'urbanisation en Wallonie (Méthode européenne Degurba). <https://www.iweps.be/indicateur-statistique/https-www-iweps-be-indicateur-statistique-degre-de-densite-de-population-communes-belges-methode-dg-regio/>

Grippa, T., Van Hamme, G., Marissal, P., May, X., Wertz, I., & Loopmans, M. (2015). Dynamiques des quartiers en difficulté dans les régions urbaines belges. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1182963>

Habran, S. et al., 2020. Identification des points noirs environnementaux à l'aide d'un outil web cartographique. *Environnement, Risques & Santé*; 19(8): 257-261. <https://doi.org/10.1684/ers.2020.1458>

Habran S. & Remy S., 2018. Rapport final n°2018-00932 : Développement et mise en place d'un système d'information géographique en environnement – santé (SIGEnSa). AS D31-3800.

SPF Santé Publique, 2024. Health Belgium – Recherche un professionnel en droit de prester. <https://www.health.belgium.be/fr/rechercher-un-professionnel-en-droit-de-prester>



- Hooyberghs, H., 2018. Kwetsbaarheidsanalyse in het kader van het Warmteplan Vlaanderen. Studie uitgevoerd in opdracht van 2018/UnitRMA/R. Communication personnelle
- Jurgilevich, A. et al., 2017. A systematic review of dynamics in climate risk and vulnerability assessments, Environ. Res. Lett., 12, 013002, <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa5508>
- Kazmierczak, A., 2015a. Analysis of social vulnerability to climate change in the Helsinki Metropolitan Area. Study commissioned by HSY. https://www.hsy.fi/globalassets/ilmantaatu-ja-ilmasto/tiedostot/social-vulnerability-to-climate-change-helsinki-metropolitan-area_2016.pdf
- Kazmierczak, A., 2015b. Mapping flood disadvantage in Scotland 2015 Final report for the Scottish Government. <https://www.gov.scot/publications/mapping-flood-disadvantage-scotland-2015-main-report/>
- klimateffectatlas, 2024. Distance to cooling. <https://www.klimateffectatlas.nl/en/distance-to-cooling>
- Krunoslav, K. et al., 2017. Social Vulnerability assessment Tools for Climate Change and DRR Programming A Guide to Practitioners. United Nations Development Programme. https://www.adaptation-undp.org/sites/default/files/resources/social_vulnerability05102017_0.pdf
- Lamarque P., Tondeur A., Marbaix P., Gaino B., van Ypersele J.P. (2022). L'adaptation aux changements climatiques en Wallonie : synthèse et points d'attention pour l'actualisation des connaissances.
- Lifewatch, 2024. Habitat mapping services. <https://www.lifewatch.be/habitat-mapping-services>
- Missinne, S., Avalosse, H., Luyten, S. (2019). Tous égaux face à la santé à Bruxelles ? Données récentes et cartographie sur les inégalités sociales de santé. Observatoire de la Santé et du Social de Bruxelles-Capitale, Commission communautaire commune, Bruxelles, Belgique.
- Sciensano, 2022. Inégalités de Santé : Inégalités en espérance de vie et qualité de vie, Health Status Report. Bruxelles, Belgique, <https://www.belgiqueenbonnesante.be/fr/etat-de-sante/inegalites-de-sante/inegalites-en-esperance-de-vie-et-qualite-de-vie>
- Statbel, 2011. Census 2011. https://census2011.fgov.be/index_fr.html
- Vanderplanken, K. et al., 2019. Heat Plan Compilation Deliverable 2.1 SCORCH project. Communication personnelle.
- Van de Vel, K. et al., 2021. Impact of climate change on the Healthcare system in Belgium. Study commissioned by the Federal Public Service health, Food chain safety and environment. <https://climat.be/doc/fhs-climate-healthcare-final-report-final.pdf>
- Viner, D. et al., 2020. Understanding the dynamic nature of risk in climate change assessments—A new starting point for discussion, Atmospheric Science Letters, 21, e958, <https://doi.org/10.1002/asl.958>
- Vlaamse Milieumaatschappij (2018), De Voorlopige OverstromingsRisicoBeoordeling in Vlaanderen. https://sgbp.integraalwaterbeleid.be/beheerplan/achtergronddocumenten/ad_vorb.pdf
- Wyard, C. & Jacquemin, J. (2025). Diagnostic de vulnérabilités pour augmenter la résilience wallonne à travers l'adaptation aux changements climatiques - Villes : Risques liés à la chaleur et aux îlots de chaleur urbains. Rapport méthodologique.



Institut de Conseil et d'Études en Développement Durable asbl

Boulevard Frère Orban 4
B-5000 NAMUR
00 32 81 25 04 80
www.icedd.be
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