



Université de Liège
Faculté des Sciences
Département de Géographie

***Les inondations à Cebu City : de la perception à l'action pour
une résilience durable***

*Stratégies pour renforcer la résilience des centres historiques à travers l'étude de quatre
barangays dans un contexte de changement climatique*

Promoteur : Monsieur Pierre OZER

Président du jury : Monsieur Xavier FETTWEIS

Lecteurs : Monsieur Geoffrey HOUBRECHTS

Monsieur Brice NOËL

Mémoire présenté par : Pauline LABÉ

en vue de l'obtention du grade de Master en Sciences Géographiques
orientation Global Change, à finalité approfondie

Année académique 2024 – 2025
Date de défense : Septembre 2025



Université de Liège
Faculté des Sciences
Département de Géographie

***Les inondations à Cebu City : de la perception à l'action pour
une résilience durable***

*Stratégies pour renforcer la résilience des centres historiques à travers l'étude de quatre
barangays dans un contexte de changement climatique*

Promoteur : Monsieur Pierre OZER

Président du jury : Monsieur Xavier FETTWEIS

Lecteurs : Monsieur Geoffrey HOUBRECHTS

Monsieur Brice NOËL

Mémoire présenté par : Pauline LABÉ

en vue de l'obtention du grade de Master en Sciences Géographiques
orientation Global Change, à finalité approfondie

Année académique 2024 – 2025
Date de défense : Septembre 2025

Déclaration sur l'honneur

Je soussignée, Pauline LABÉ, certifie que le mémoire intitulé :

Les inondations à Cebu City : de la perception à l'action pour une résilience durable. Stratégies pour renforcer la résilience des centres historiques à travers l'étude de quatre barangays dans un contexte de changement climatique.

a été rédigé intégralement par mes soins, sans recours à des sources ou à des aides non autorisées.

Toutes les références utilisées, y compris les citations directes et indirectes, ont été mentionnées et citées conformément aux exigences académiques.

J'atteste avoir eu recours à des outils d'intelligence artificielle de manière responsable, exclusivement pour des tâches de reformulation, de vérification et d'aide à la structuration. Le contenu présenté a été vérifié, validé et rédigé sous ma pleine et entière responsabilité.

Fait à Liège, le 17 août 2025.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'P. Labé', with a long horizontal stroke extending to the right.

Remerciements

Je souhaite tout d'abord exprimer ma profonde gratitude à mon promoteur, Monsieur Pierre Ozer, pour son suivi attentif tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi que pour son soutien dans les démarches nécessaires à la mise en place de mon terrain d'étude. Je le remercie également d'avoir accepté ce projet et de m'avoir accompagnée avec patience et encouragement.

Je remercie chaleureusement Madame Lou-Ann Ocampo, doctorante en géographie à l'Université des Philippines Diliman à Quezon, pour son aide précieuse dans la définition des axes de mon étude et pour le soutien apporté sur place, tant pour la constitution d'un réseau local que pour mon adaptation rapide dans le pays. Je tiens également à remercier Monsieur Serge Schmitz de m'avoir mise en contact avec elle. Sans votre appui, ce projet n'aurait pu voir le jour.

Je souhaite également remercier l'ARES et le Pacodel pour la confiance qu'ils m'ont accordée en m'octroyant une bourse d'études dédiée aux pays en développement. Je suis reconnaissante pour la formation proposée avant mon départ, qui m'a permis de mieux appréhender certains enjeux et de faciliter mon intégration et mon travail sur le terrain.

Un merci tout particulier à Sasha, mon compagnon, pour son soutien inconditionnel, pour avoir accepté mon départ pour ce projet qui me tenait à cœur, et pour sa présence dans les moments plus difficiles. Merci pour toutes nos sessions à la bibliothèque, où nous nous sommes toujours portés vers le haut pour mener à bien nos études et pour son aide face aux difficultés que j'ai pu rencontrer.

Enfin, je tiens à remercier mes parents, sans qui rien de tout cela n'aurait été possible. Merci de m'avoir toujours soutenue dans mes choix, que ce soit partir étudier en Belgique ou réaliser mon mémoire aux Philippines, malgré vos inquiétudes et vos doutes. Merci d'avoir tout mis en œuvre pour que je puisse vivre ces expériences, et pour tout ce que je vivrai demain grâce à votre soutien.

Résumé

Les Philippines figurent parmi les pays les plus exposés aux aléas météorologiques extrêmes, en raison de leur situation insulaire et tropicale. Cette exposition est renforcée par une urbanisation rapide, souvent non planifiée, dans un contexte de développement marqué par la pauvreté et de fortes inégalités sociales. Cebu City, deuxième agglomération du pays, illustre particulièrement cette dynamique, avec une population en croissance, une forte densité urbaine et une exposition accrue aux inondations.

Cette étude propose une analyse des vulnérabilités et des capacités de résilience face aux inondations dans quatre barangays centraux de Cebu City (Kalubihan, Pahina Central, Pari-an et Santo Niño). La méthodologie combine plusieurs approches : une analyse climatique pour étudier l'évolution des précipitations et des événements extrêmes, des questionnaires auprès des habitants et commerçants pour recueillir leurs perceptions et leurs stratégies d'adaptation, ainsi que des entretiens avec des acteurs institutionnels afin de mieux comprendre la gouvernance locale et les mesures déjà mises en place.

Les résultats mettent en évidence la récurrence et la sévérité des inondations dans les barangays étudiés, perçues par la population comme un problème majeur ayant des répercussions matérielles, économiques et sociales. Les causes les plus fréquemment évoquées sont l'insuffisance des systèmes de drainage, la gestion inadéquate des déchets et l'urbanisation non planifiée. Les réponses locales reposent principalement sur des stratégies individuelles et informelles, traduisant une faible confiance dans l'efficacité des institutions locales. L'étude souligne la nécessité de renforcer la planification urbaine, la gouvernance multi-niveaux et l'implication communautaire afin d'améliorer la résilience de Cebu City face aux inondations dans un contexte de changement climatique.

Ce travail contribue ainsi à une meilleure compréhension des interactions entre dynamiques climatiques, vulnérabilités sociales et gouvernance urbaine, et fournit des éléments utiles pour orienter les politiques locales et renforcer la résilience de Cebu City face aux inondations.

Abstract

The Philippines are among the countries most exposed to extreme weather events due to their insular and tropical location. This exposure is exacerbated by rapid, often unplanned urbanization in a development context marked by poverty and significant social inequalities. Cebu City, the country's second largest urban area, particularly illustrates this dynamic, with a growing population, high urban density, and increased exposure to flooding.

This study analyzes vulnerabilities and resilience capacities to flooding in four central barangays of Cebu City (Kalubihan, Pahina Central, Pari-an, and Santo Niño). The methodology combines several approaches: a climate analysis to assess changes in precipitation and extreme events, questionnaires administered to residents and local merchants to capture their perceptions and adaptation strategies, and interviews with institutional actors to better understand local governance and the measures already in place.

The results highlight the recurrence and severity of floods in the studied barangays, perceived by the population as a major issue with material, economic, and social repercussions. The most frequently cited causes are insufficient drainage systems, inadequate waste management, and unplanned urbanization. Local responses rely mainly on individual and informal strategies, reflecting limited confidence in the effectiveness of local institutions. The study underscores the need to strengthen urban planning, multi-level governance, and community involvement to enhance Cebu City's resilience to flooding in a changing climate.

This research therefore contributes to a better understanding of the interactions between climate dynamics, social vulnerabilities, and urban governance, and provides valuable insights to guide local policies and strengthen Cebu City's resilience to floods.

Table des Matières

Chapitre 1 : Introduction	16
1.1 Contexte global : urbanisation, changement climatique et vulnérabilités face aux extrêmes hydrologiques des villes du Sud	16
1.2 Étude de cas : vulnérabilités et résilience face aux inondations à Cebu City	18
1.3 Présentation de Cebu City et justification du choix des barangays étudiés	19
1.4 Question de recherche	20
1.5 Objectifs :	21
1.5.1 Objectif général	21
1.5.2 Objectifs spécifiques et hypothèses	21
1.6 Méthodologie	22
Chapitre 2: Approches théoriques et contexte global	24
2.1 Le risque d'inondation en milieu urbain	24
2.1.1 Définition du risque et de ses composantes (aléa, exposition, vulnérabilité)	24
2.1.1.1 Aléa	24
2.1.1.2 Exposition	25
2.1.1.3 Vulnérabilité	25
2.1.1.4 Risque	26
2.1.2 Typologies d'inondation et leurs causes	27
2.1.2.1 Inondations fluviales	27
2.1.2.2 Inondations pluviales	27
2.1.2.3 Inondations côtières	28
2.1.3 Conséquences physiques, environnementales, sociales et économiques	28
2.1.3.1 conséquences physiques et environnementales	28
2.1.3.2. Conséquences sociales et sanitaires	29
2.1.3.3 Conséquences économiques	30
2.2 Villes du Sud et vulnérabilités accrues	30
2.2.1 Une urbanisation rapide marquée par l'exode rural et le manque de planification	30
2.2.2 Urbanisation de la pauvreté, inégalités sociales et marginalisation	31
2.3 Le changement climatique et la résilience urbaine	32
2.3.1 Influence du changement climatique sur les inondations	32
2.3.2 Résilience urbaine : définitions et dimensions	34
2.3.2.1 Définitions	34
2.3.2.2 Les dimensions de la résilience urbaine	35
Chapitre 3: Contexte local: Cebu City et les barangays étudiés	37
3.1 Cebu City : vulnérabilité urbaine et pression climatique	37
3.1.1 Justification du choix de Cebu City	37
3.1.2 Présentation de la zone d'étude	38
3.1.2.1 Localisation	38
3.1.2.2 Population	40
3.1.3 Évolution urbaine, infrastructures, zones à risque	43
3.1.4 Climat	45

3.1.4.1 Climat observé et évolutions récentes	45
3.1.4.2 Projections climatiques futures	49
3.1.5 Causes des inondations	51
3.1.5.1 Systèmes de drainage insuffisants et obsolètes	52
3.1.5.2 Urbanisation rapide et augmentation du ruissellement	52
3.1.5.3 Gestion inadéquate des déchets solides	52
3.1.5.4 Contraintes topographiques et marées	53
3.2 Les barangays Kalubihan, Pahina Central, Pari-an et Santo Niño	53
3.2.1 Justification du choix de ces zones	53
3.2.2 Caractéristiques géographiques et hydrologiques	54
3.2.3 Contexte socio-économique, densité, vulnérabilités	56
3.2.4 Occupation des sols	59
3.2.4 Causes des inondations	60
Chapitre 4: Méthodologie	63
4.1 Approche méthodologique	63
4.1.1 Approche qualitative	63
4.1.2 Approche quantitative	63
4.1.3 Approche empirique	64
4.1.4 Analyse multiscalaire	64
4.2 Recherche bibliographique	64
4.3 Collecte de données	66
4.3.1 Données cartographiques	66
4.3.2 Données climatiques	69
4.3.3 Entretiens avec les acteurs institutionnels locaux	73
4.3.3.1 CPDO	73
4.3.3.2 Cebu City Environment and Natural Resources Office (CCENRO)	74
4.3.3.3 DEPW	74
4.3.3.4 CCDRRMO	74
4.3.3.5 Gubat sa Baha	75
4.3.3.6 PAGASA Mactan	75
4.3.4 Enquête	76
4.3.4.1 Structure du questionnaire	77
4.3.4.1.A Informations personnelles (ou commerciales)	77
4.3.4.1.B Perception du risque d'inondation	78
4.3.4.1.C Préparation et engagement communautaire	78
4.3.4.1.D Relocalisation et mobilité	78
4.3.4.1.E Assistance et support	78
4.3.4.1.F Perception du changement climatique	79
4.3.4.2 Administration de l'enquête	79
4.3.4.3 Traitement des données de l'enquête	81
4.3.4.3.A Enquête destinée aux populations locales	81
4.3.4.3.B Enquête destinée aux commerçants de Colon Street	83
4.4 Grilles d'analyse des données externes	84
4.4.1 Les causes de l'augmentation des précipitations	84
4.4.2 Les zones inondables	85

4.5 Difficultés rencontrées	86
Chapitre 5 : Résultats	88
5.1 Analyse climatique	88
5.1.1 Fréquence des précipitations annuelles	88
5.1.2 Evénements extrêmes	89
5.1.2.1 Maximas annuels	89
5.1.2.2 Précipitations extrêmes	90
5.1.2.3 Analyse GEV	93
5.2 Analyse des zones inondables	95
5.3 Analyse des résultats de l'enquête	97
5.3.1 Enquête aux populations	97
5.3.1.1 Description de l'échantillon	97
5.3.1.1.A Âge et genre	97
5.3.1.1.B Répartition spatiale	98
5.3.1.1.C Ancienneté de résidence	98
5.3.1.1.D Etage d'occupation	99
5.3.1.1.E Taille des ménages	100
5.3.1.2 Perception des inondations	100
5.3.1.2.A Fréquence des inondations	100
5.3.1.2.B Hauteur des inondations	101
5.3.1.2.C Temps de retrait des inondations	106
5.3.1.2.D Les inondations les plus marquantes	107
5.3.1.3 Mesures pour faire face aux inondations	108
5.3.1.3.A Stratégies d'adaptation	108
5.3.1.3.B Conséquences des inondations	109
5.3.1.3.C Causes des inondations	110
5.3.1.3.D Réactivité des barangays	112
5.3.1.3.E Nettoyage des rues	114
5.3.1.3.F Volonté de participer à des nettoyages	115
5.3.1.4 Relocalisation des populations	116
5.3.1.5 Perception du changement climatique	119
5.4 Enquête aux commerçants	123
5.4.1 Description de l'échantillon	123
5.4.2 Les conséquences des inondations	126
5.5 Interviews	130
5.5.1 Responsable du CPDO	130
5.5.2 Responsable du Gubat Sa Bahat	134
5.5.3 Responsable du PAGASA Mactan	135
Chapitre 6 : Discussion	137
6.1 Facteurs contribuant à la vulnérabilité aux inondations	137
6.1.1 Les précipitations	137
6.1.2 Les systèmes de drainage	138
6.1.3 L'urbanisation non planifiée et les inégalités sociales	138
6.2 Impacts combinés des évolutions climatiques et urbaines	139

6.3 Dynamiques communautaires et adaptations informelles au risque d'inondation	141
6.4 Limites et enjeux des dispositifs institutionnels pour la prévention et l'adaptation aux inondations	143
6.4.1 Echelle de la ville	143
6.4.2 Echelle des barangays étudiés	144
6.5 Limites de l'étude	146
6.5.1 Échantillonnage non représentatif	146
6.5.2 Biais de réponse	146
6.5.3 Manque d'observations de terrain	147
6.5.4 Approche transversale	147
6.5.5 Manque d'entretiens avec des experts	147
6.5.6 Conception perfectible des enquêtes	147
Chapitre 7 : Conclusion et recommandations	149
7.1 Conclusion	149
7.2 Recommandations	150
7.2.1 Échelle locale (barangays)	150
7.2.2 Échelle municipale	151
7.2.3 Échelle nationale	151
7.2.4 Échelle globale	152
Références	153
Annexes	161

Table des Figures

Figure 1: Différence relative entre la croissance des implantations dans les zones à risque sûr et celles à risque élevé, de 1985 à 2015 (Rentschler et al., 2023)	17
Figure 2 : Personnes affectées par les inondations aux Philippines entre 1981 et 2019 (Labé, 2025)	18
Figure 3 : Carte de la localisation de la région Central Visayas et de Cebu City (Labé, 2025)	38
Figure 4 : Carte de la topographie et de l'hydrographie de Cebu City	40
Figure 5 : Structure par âge de la population de Cebu City	41
Figure 6 : Carte de (A) la répartition de la population par barangays à Cebu City ; (B) Répartition des densités de populations par barangays à Cebu City	42
Figure 7 : Habitats informels à Cebu City (Google Maps, 2025)	44
Figure 8 : Carte des climats aux Philippines (PAGASA, 2024)	46
Figure 9 : Diagramme ombrothermique de Cebu City (Labé, 2025)	47
Figure 10 : Températures moyenne annuelles à Cebu City (Labé, 2025)	47
Figure 11 : Précipitations annuelles à Cebu City (Labé, 2025)	48
Figure 12 : Cartes de projections des températures aux Philippines (PAGASA, 2024)	50
Figure 13 : Cartes de projections des précipitations aux Philippines (PAGASA, 2024)	51
Figure 14 : Carte de localisation des barangays étudiés à Cebu City (Labé, 2025)	55
Figure 15 : Carte de la populations par barangays en 2020 (Labé, 2025)	56
Figure 16 : Répartition de la population par barangays étudiés en 2020 (Labé, 2025)	57
Figure 17 : Carte de la densité de populations par barangays en 2020 (Labé, 2025)	57
Figure 18 : Carte de l'occupation des sols dans les barangays étudiés en 2021 (Labé, 2025)	60
Figure 19 : Etat des systèmes de drainage à (A) Pahina Central ; (B) Kalubihan ; (C) Parian ; (D) Pahina Central ; (E) Pahina Central ; (F) Santo Niño ; (G) Kalubihan ; (H) Santo Niño ; (I) Kalubihan (Labé, 2025)	62
Figure 20 : Nombre de jours de pluie par an entre 1981 et 2024 à Cebu City (Labé, 2025)	89
Figure 21 : Maxima de précipitations par an entre 1981 et 2024 à Cebu City (Labé, 2025)	90
Figure 22 : Carte des zones inondables dans le sud de Cebu City (Labé, 2025)	96
Figure 23 : Tranches d'âges de la population enquêtée (Labé, 2025)	97
Figure 24 : Genre de la population enquêtée (Labé, 2025)	98
Figure 25 : Barangays de la population enquêtée (Labé, 2025)	98
Figure 26 : Temps de résidence dans les logements de la population enquêtée (Labé, 2025)	99
Figure 27 : Etage d'habitations de la population enquêtée (Labé, 2025)	99
Figure 28 : Taille des ménages de population enquêtée (Labé, 2025)	100
Figure 29 : Nombre d'inondations par an par barangays selon la population enquêtée (Labé, 2025)	101
Figure 30 : Hauteur moyenne des inondations selon le barangay de la population enquêtée (Labé, 2025)	102

Figure 31 : Hauteur maximale des inondations selon le barangay de la population enquêtée (Labé, 2025)	104
Figure 32 : Hauteur moyenne des inondation selon le genre de la population enquêtée (Labé, 2025)	105
Figure 33 : Hauteur maximale des inondations selon le genre de la populations enquêtée (Labé, 2025)	105
Figure 34 : Temps de retrait des inondations selon le barangay de la population enquêtée (Labé, 2025)	107
Figure 35 : Année de la plus forte inondation selon la population enquêtée	108
Figure 36 : Stratégies d'adaptations face aux inondations des populations enquêtées (Labé, 2025)	109
Figure 37 : onséquences des inondations selon l'étage d'habitation de la population enquêtée (Labé, 2025)	110
Figure 38 : Principales causes des inondations selon la population enquêtée (Labé, 2025)	112
Figure 39 : Réactivité des barangays face aux inondations selon la populations enquêtée (Labé, 2025)	113
Figure 40 : Fréquence de nettoyage des rues par la population enquêtée selon leur barangay (Labé, 2025)	115
Figure 41 : Volonté de participer à des activités de nettoyages selon les barangays de la population étudiée (Labé, 2025)	116
Figure 42 : (A) Relocalisation à cause des inondations; (B) Temps de relocalisation ; (C) Connaissance de personnes ayant dû se relocaliser à cause des inondations (Labé, 2025)	117
Figure 43 : Ménages ayant déjà dû se relocaliser à cause des inondations selon leur taille (Labé, 2025)	117
Figure 44 : (A) Intension de relocalisation en raison des inondations ; (B) Obstacles à cette relocalisation (Labé, 2025)	118
Figure 45 : Familiarité de la population enquêtée avec le concept de changement climatique selon leur tranche d'âge (Labé, 2025)	120
Figure 46 : Opinion de la population enquêtée sur l'existence du changement climatique selon leur tranche d'âge (Labé, 2025)	121
Figure 47 : Impact du changement climatique sur les inondations selon la tranche d'âge de la populations enquêtée (Labé, 2025)	122
Figure 48 : Aspects du changement climatique liés aux inondations selon la populations enquêtée (Labé, 2025)	123
Figure 49 : Localisation des commerces enquêtés (Labé, 2025)	124
Figure 50 : (A) Taille des commerces enquêtés ; (B) Longévité des commerces enquêtés à leur emplacement ; (C) Nombre de répondants logeant dans le commerce (Labé, 2025)	125
Figure 51 : Stratégies d'adaptation face aux inondations des commerces enquêtés (Labé, 2025)	126
Figure 52 : Conséquences des inondations selon les commerces enquêtés (Labé, 2025)	127
Figure 53 : Fermeture des commerces enquêtés lors des inondations ; (B) Relocalisation envisagée par les commerces enquêtés pour réduire l'exposition aux inondations (Labé, 2025)	128
Figure 54 : Commerces ayant reçu une aide ou soutien pour se remettre des inondations (Labé, 2025)	129
Figure 55 : Carte de la zonation urbanistique de la ville de Cebu (CPDO, 2024)	130
Figure 56 : Carte des projets d'implantations d'une zone pédestre et de bassins de rétention dans le centre historique de Cebu City (Labé, 2025)	131
Figure 57 : Carte des districts en projet d'amélioration du sud de Cebu City (CPDO, 2024)	132

Figure 58 : Propositions d'aménagement des rues (A) Colon Street ; (B) Colon Street ; (C) Magallanes Street ; (D) Magallanes Street (CPDO, 2024) _____ 133

Figure 59 : Proposition d'aménagement des bords de la rivière Guadalupe (CPDO, 2024) _____ 133

Table des Tableaux

Tableau 1 : Résumé des questionnaires destinés aux populations et aux commerçants (Labé, 2025)	80
Tableau 2 : Grille d'analyse des données climatiques (Labé, 2025)	85
Tableau 3 : Grille d'analyse des données de zones inondables (Labé, 2025).....	86
Tableau 4 : Evénements de précipitations extrêmes par décennies entre 1981 et 2024 (Labé, 2025)	92
Tableau 5 : Paramètres statistiques de la loi GEV (Labé, 2025)	93
Tableau 6 : Période de retour des précipitations extrêmes à Cebu City (Labé, 2025)	94
Tableau 7 : Effectifs des commerces enquêtés (Labé, 2025).....	126

Abréviations

CCDRRMO : Cebu City Disaster Risk Reduction and Management Office

CCENRO : Cebu City Environment and Natural Resources Office

CPDO : City Planning and Development Office

DEPW : Department of Engineering and Public Works

ENSO : El Nino Southern Oscillation

GEV : Generalized Extreme Value

GIEC : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

OMM : Organisation Météorologique Mondiale

PAGASA : Philippine Atmospheric, Geophysical and Astronomical Services Administration

WRCFI : Water Resources Center Foundation Inc.

Chapitre 1 : Introduction

1.1 Contexte global : urbanisation, changement climatique et vulnérabilités face aux extrêmes hydrologiques des villes du Sud

Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a publié en 2023 le rapport de synthèse de son sixième cycle d'évaluation, dressant un constat préoccupant de l'évolution du climat à l'échelle mondiale. Selon ce rapport, les effets du changement climatique sont désormais incontestables et principalement liés aux activités humaines. Parmi les événements extrêmes dont la fréquence et l'intensité ont significativement augmenté figurent les inondations, aux côtés des vagues de chaleur et des sécheresses (Calvin et al., 2023).

Les inondations sont aujourd'hui l'un des aléas climatiques les plus fréquents et destructeurs à l'échelle mondiale. Leur intensification résulte à la fois des dérèglements climatiques, de l'imperméabilisation des sols due à l'urbanisation, de la déforestation, de l'artificialisation des rivières, ainsi que de la mauvaise planification urbaine. Elles causent chaque année des pertes humaines importantes, des dommages économiques majeurs, des déplacements forcés et affectent les systèmes alimentaires et les infrastructures critiques. Le GIEC (2008) précise que « des phénomènes de pluies intenses, une humidité excessive dans le sol et les inondations perturbent la production d'aliments et les moyens de subsistance ruraux au niveau mondial » (Bates et al., 2008).

Le rapport mondial sur la réduction des risques de catastrophes (UNDRR) de 2023 souligne que les inondations, exacerbées par le changement climatique, menacent les progrès économiques et le développement durable, en particulier dans les pays en développement qui combinent vulnérabilités sociales, exposition géographique et faibles capacités d'adaptation. Le rapport de 2022 (UNDRR, 2022) indiquait déjà que le nombre de catastrophes liées aux inondations a augmenté de 134 % depuis les années 2000, affectant particulièrement les pays en développement, qui combinent vulnérabilités sociales, exposition géographique et faibles capacités d'adaptation.

Par ailleurs, si l'urbanisation contribue au développement économique, elle représente aussi un facteur d'aggravation des risques, en particulier dans les pays à revenu faible et

intermédiaire. Dans un contexte de croissance démographique rapide et de rareté des terrains sécurisés, de nombreuses villes s'étendent aujourd'hui dans des zones inondables (Figure 1), à cause du manque de régulations et de planification. Cette dynamique est particulièrement marquée en Asie de l'Est, où la croissance des agglomérations situées dans des zones à haut risque est nettement plus rapide que celle des zones plus sûres. Depuis 1985, la surface urbanisée dans les zones inondables y a augmenté bien plus rapidement que dans les zones non exposées, accentuant l'exposition des populations et une nécessité d'investissements toujours plus importants pour la protection contre les inondations (Rentschler et al., 2023).

Flood-safe vs flood-exposed growth: Relative difference between settlement growth in safe and high hazard areas 1985 to 2015

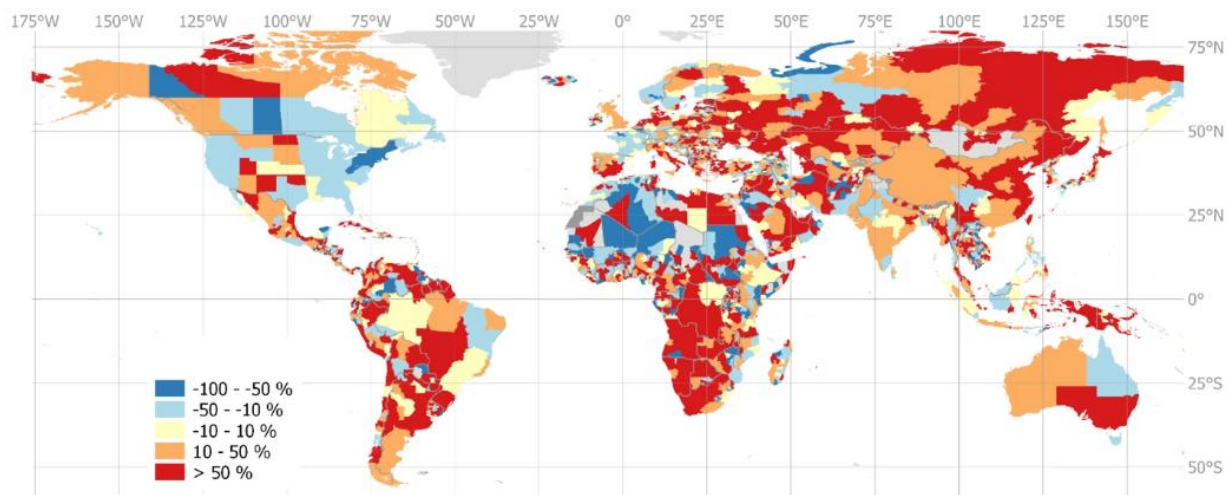


Figure 1: Différence relative entre la croissance des implantations dans les zones à risque sûr et celles à risque élevé, de 1985 à 2015 (Rentschler et al., 2023)

Dans ce contexte, les régions tropicales et insulaires d'Asie du Sud-Est, comme les Philippines, sont parmi les plus exposées. L'archipel philippin se trouve dans une zone sujette à des typhons fréquents, des pluies torrentielles, et une élévation rapide du niveau de la mer, selon le Climate Change Knowledge Portal de la Banque mondiale, environ 60 % du territoire philippin et 74 % de sa population sont exposés à divers risques naturels, notamment les inondations. Cette exposition accrue se traduit par une augmentation significative du nombre de personnes touchées par les inondations. Comme le montre la Figure 2, le nombre de personnes affectées aux Philippines a globalement augmenté depuis les années 1980, avec des pics marqués entre 2010 et 2013. Cette tendance illustre à la fois la croissance de la population exposée et l'intensification des précipitations.

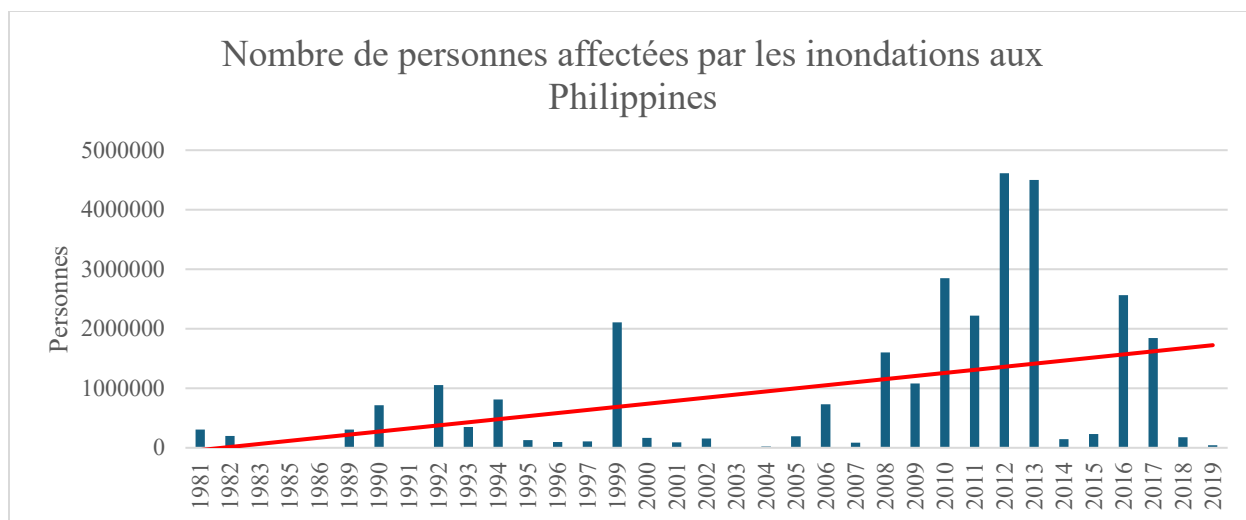


Figure 2 : Personnes affectées par les inondations aux Philippines entre 1981 et 2019 (Labé, 2025)

1.2 Étude de cas : vulnérabilités et résilience face aux inondations à Cebu City

Cebu City, deuxième agglomération urbaine du pays, n'échappe pas à cette vulnérabilité croissante. La ville subit régulièrement des inondations urbaines, souvent aggravées par une urbanisation rapide, une pression foncière sur les zones humides et une gestion inadéquate des eaux pluviales et des systèmes de drainage.

Les projections climatiques nationales indiquent une augmentation de la fréquence des événements pluvieux extrêmes ainsi que de leur intensité, notamment durant les saisons de typhons (Basconcillo et al., 2024). Les rapports du GIEC confirment par ailleurs une élévation du niveau moyen des mers dans l'ouest du Pacifique pouvant atteindre entre 0,29 m et 1,1 m d'ici 2100, ce qui représente une menace directe pour les zones côtières densément urbanisées comme Cebu City (GIEC, 2021).

Face à cette situation, les zones urbaines côtières doivent s'adapter. Cela implique non seulement de comprendre les dynamiques climatiques et hydrologiques locales, mais aussi de renforcer les capacités d'action à l'échelle des collectivités. La résilience urbaine, définie comme la capacité d'un système urbain à absorber les chocs et à s'adapter tout en assurant les fonctions essentielles, est aujourd'hui un objectif central de la planification urbaine durable (Meerow et al., 2016).

Dans cette optique, Cebu City représente un cas d'étude particulièrement pertinent. Ville en croissance rapide, elle est marquée par une forte densité urbaine, des disparités socio-économiques, une urbanisation souvent non planifiée, et une exposition croissante aux aléas climatiques. Ces facteurs interagissent pour créer des vulnérabilités spécifiques dans certains quartiers. L'analyse de ces vulnérabilités ne peut se faire sans considérer les dimensions sociales, notamment la perception du risque, les pratiques d'adaptation informelles et les conditions de vie dans les zones les plus touchées.

C'est dans cette perspective que cette recherche propose d'étudier les dynamiques de vulnérabilité et les capacités de résilience face aux inondations à Cebu City, en se focalisant particulièrement sur quatre barangays : Kalubihan, Pahina Central, Pari-an et Santo Niño. Ces quartiers, situés dans le centre historique et commercial de la ville, sont régulièrement exposés aux inondations, en particulier lors des épisodes de fortes pluies ou de typhons. Leur configuration urbaine, leurs infrastructures vétustes, leur densité de population et les caractéristiques socio-économiques de leurs habitants en font des zones critiques pour comprendre les risques présents, les vulnérabilités et les réponses possibles. L'analyse à cette échelle fine permet d'identifier des leviers d'action concrets pour renforcer la résilience urbaine dans une ville confrontée à des défis climatiques majeurs (Brown, 2014).

1.3 Présentation de Cebu City et justification du choix des barangays étudiés

Située dans la région des Visayas centrales et capitale de la Province de Cebu, Cebu City est l'une des principales métropoles des Philippines. Elle est considérée comme le cœur économique et culturel du centre de l'archipel. Avec une population de plus de 900 000 habitants (PhilAtlas, 2020), la ville connaît une urbanisation rapide, accompagnée de défis majeurs en matière de gestion des risques, notamment face aux inondations récurrentes. Son territoire s'étend entre zones côtières, plaines densément peuplées et collines en périphérie, ce qui accentue l'exposition de certains quartiers aux aléas climatiques et hydrologiques.

L'étude se concentre sur quatre barangays (la plus petite unité administrative des Philippines) situés dans le centre historique de Cebu City, tous localisés à proximité du fleuve Guadalupe et du littoral : Kalubihan, Pahina Central, Pari-an et Santo Niño. Ces barangays se

caractérisent par une forte densité de population, une importante activité commerciale et des infrastructures parfois précaires, accentuant leur vulnérabilité aux inondations.

Kalubihan est un barangay très central, traversé par des axes routiers majeurs et bordé par des zones commerciales. Malgré son dynamisme, il fait face à des problèmes de drainage et à des accumulations d'eaux pluviales fréquentes.

Pahina Central, situé en bordure de la rivière, accueille de nombreuses habitations en zone inondable. Il est connu pour ses marchés et ses quartiers densément peuplés.

Pari-an est un des barangays les plus historiques de la ville. Il combine patrimoine architectural, forte fréquentation touristique et zones à risque d'inondation, notamment en cas de marées hautes et de fortes pluies.

Santo Niño, abritant la célèbre basilique du même nom, constitue un point phare de la ville tant pour les populations locales que les touristes. Il n'est cependant pas épargné par les inondations, notamment lors des typhons ou des pluies de mousson.

Colon Street, considérée comme la rue la plus ancienne et la plus fréquentée la ville, traverse ces quatre barangays. Elle est également reconnue comme l'un des secteurs les plus fréquemment inondés de la ville, en raison de sa topographie et de la saturation des systèmes de drainage.

L'analyse de ces barangays permet ainsi de comprendre comment l'exposition, la vulnérabilité et la capacité de résilience varient au sein même d'un centre urbain, tout en illustrant les défis de la gestion du risque dans un contexte de changement climatique et d'urbanisation rapide.

1.4 Question de recherche

Comment renforcer la résilience des centres historiques urbains face aux inondations dans un contexte de changement climatique, à travers l'exemple de quatre barangays de Cebu City ?

1.5 Objectifs :

1.5.1 Objectif général

Analyser la vulnérabilité face aux inondations et les capacités de résilience urbaine dans les barangays centraux (historiques) de Cebu City afin d'identifier des leviers d'adaptation et de gestion durable du risque à l'échelle locale.

1.5.2 Objectifs spécifiques et hypothèses

Objectif spécifique 1 : Identifier les facteurs physiques, climatiques et socio-économiques qui contribuent à la vulnérabilité aux inondations dans les barangays de Kalubihan, Pahina Central, Pari-an et Santo Niño.

Hypothèse 1 : La vulnérabilité aux inondations dans les barangays étudiés est fortement influencée par une combinaison de facteurs tels qu'un niveau socio-économique modeste, une urbanisation dense et non planifiée, et une forte exposition physique (proximité des cours d'eau, systèmes de drainage insuffisants).

Objectif spécifique 2 : Mettre en relation l'évolution du climat passé, actuel et projeté avec les dynamiques urbaines et les enjeux d'inondations dans la ville de Cebu City.

Hypothèse 2 : L'intensification des événements climatiques extrêmes liée au changement climatique, combinée à l'urbanisation rapide de Cebu City, aggrave la fréquence et la sévérité des inondations dans les barangays centraux.

Objectif spécifique 3 : Analyser les perceptions, représentations sociales et vécus des habitants et commerçants face au risque d'inondation, en mettant en évidence les dynamiques locales de gestion informelle ou communautaire du risque.

Hypothèse 3 : Les habitants et commerçants des barangays centraux développent des stratégies d'adaptation informelles face aux inondations, façonnées par leur vécu, leur accès à l'information et un sentiment de relative défaillance des institutions locales.

Objectif spécifique 4 : Évaluer les dispositifs institutionnels existants en matière de prévention, d'alerte, d'aménagement et d'adaptation au changement climatique à Cebu City et plus spécifiquement à l'échelle des barangays étudiés.

Hypothèse 4 : Les dispositifs institutionnels en matière de gestion du risque d'inondation à Cebu City présentent une efficacité limitée à l'échelle des barangays centraux, en raison de ressources opérationnelles restreintes, d'un manque d'adaptation aux contextes locaux et d'une coordination parfois insuffisante entre les différents niveaux de gouvernance.

Objectif spécifique 5 : Proposer des pistes d'amélioration pour renforcer la résilience urbaine et l'adaptation locale au changement climatique dans les barangays concernés.

Hypothèse 5 : Le renforcement de la résilience urbaine dans les barangays centraux passe par une meilleure coordination entre actions communautaires, planification urbaine inclusive et adaptation institutionnelle au changement climatique.

1.6 Méthodologie

Ce mémoire repose sur une approche qualitative et quantitative, combinant l'analyse de données secondaires et un travail de terrain réalisé à Cebu City. Dans un premier temps, une revue de littérature a permis de cadrer les concepts clés liés au risque d'inondation, à la vulnérabilité urbaine et à la résilience.

Le cœur de la recherche s'est centré sur quatre barangays du centre-ville : Kalubihan, Pahina Central, Pari-an et Santo Niño. Ils sont identifiés comme particulièrement exposés aux inondations. Plusieurs entretiens semi-directifs ont été réalisés auprès d'acteurs institutionnels, de représentants des barangays et de commerçants locaux, afin de récolter des données.

Une enquête par questionnaire a également été menée auprès des habitants et commerçants des barangays étudiés. Elle visait à recueillir des informations sur leur exposition passée aux inondations, leur perception concernant leur niveau de vulnérabilité, ainsi que leur perception du changement climatique et des mesures de résilience.

Ce travail a été complété par des observations de terrain, ainsi que par la collecte de données climatiques, socio-économiques et cartographiques. L'objectif était de croiser les

perceptions subjectives avec les réalités objectives du territoire, afin de proposer une lecture intégrée du risque d'inondation à Cebu City.

Chapitre 2: Approches théoriques et contexte global

2.1 Le risque d'inondation en milieu urbain

Les inondations constituent l'un des aléas naturels les plus fréquents et les plus destructeurs à l'échelle mondiale, particulièrement dans les zones urbaines soumises à une pression croissante liée à l'urbanisation rapide, à l'imperméabilisation des sols et aux effets du changement climatique. Dans ces contextes, les conséquences humaines, matérielles et économiques des inondations sont souvent aggravées par une organisation territoriale inadaptée et des inégalités sociales marquées.

Le risque d'inondation ne dépend pas uniquement de la survenue d'un événement dangereux. Il résulte de l'interaction entre trois composantes fondamentales : l'aléa, l'exposition, la vulnérabilité. Comprendre ces notions et leurs articulations est essentiel pour analyser les dynamiques de risque en milieu urbain, et pour envisager des réponses adaptées en matière de prévention et de résilience.

2.1.1 Définition du risque et de ses composantes (aléa, exposition, vulnérabilité)

2.1.1.1 Aléa

L'aléa désigne un événement potentiellement dangereux, naturel ou anthropique, qui présente une probabilité d'occurrence dans un lieu donné et sur une période spécifique, avec une intensité déterminée (Ozer, 2012). Il peut engendrer des pertes humaines, des blessures, des destructions matérielles, des perturbations socio-économiques ou encore des dommages environnementaux. Trois grandes catégories d'aléas sont généralement distinguées (Centre de crise National, 2024) :

- Les aléas naturels, liés aux processus du système terrestre (ex. : séismes, inondations) ;
- Les aléas induits par l'homme, qui résultent de l'amplification de phénomènes naturels par l'activité humaine (ex. : urbanisation, déforestation) ;
- Les aléas technologiques, provenant d'accidents ou de dysfonctionnements liés aux activités industrielles (ex. : ruptures de barrage, explosions, pollutions).

La magnitude permet de mesurer la taille ou l'énergie d'un aléa, tandis que l'intensité décrit ses effets localisés, comme la hauteur d'eau lors d'une inondation. La période de retour indique la fréquence moyenne à laquelle un événement d'une certaine magnitude peut survenir, et son inverse permet d'estimer la probabilité annuelle.

Enfin, la durée d'un aléa est un facteur aggravant essentiel : plus une zone reste exposée longtemps (ex. : terrain inondé plusieurs jours), plus les dommages peuvent être importants.

2.1.1.2 Exposition

En géographie, l'exposition désigne la présence d'éléments dans des zones susceptibles d'être affectées par un phénomène dangereux. Dans une approche classique, elle peut se mesurer par la quantité d'éléments exposés (bâtiments, population, infrastructures), leur valeur monétaire (remplacement ou dommages) ou leur importance perçue dans la société (Centre de crise National, 2024).

De manière plus intégrée, l'exposition est définie comme la présence de personnes, de moyens de subsistance, d'infrastructures, de services écosystémiques et de ressources dans des zones potentiellement touchées par un aléa (IPCC, 2022 ; Ginzarly et al., 2024). Cette évolution du concept, historiquement centrée sur la fréquence et la durée des aléas, tend désormais à prendre en compte la dimension humaine, sociale et territoriale.

Par ailleurs, l'exposition est reconnue comme une source d'inégalités environnementales dans le cas des inondations, certaines populations étant systématiquement plus exposées en raison de leur situation socio-économique ou de leur localisation (La Rosa & Pappalardo, 2019 ; Poussard et al., 2021).

2.1.1.3 Vulnérabilité

En gestion des risques, la vulnérabilité exprime le niveau de conséquences prévisibles d'un aléa sur les éléments exposés (Ozer, 2012). Elle est déterminée par un ensemble de facteurs physiques, sociaux, économiques et environnementaux qui influencent la capacité d'un système à résister, réagir et s'adapter (Centre National de Crise, 2024).

Le GIEC (2023) définit la vulnérabilité comme une fonction de la sensibilité et de la capacité d'adaptation, avec une grande variabilité selon le contexte étudié. Cette approche est

reprise par de nombreuses disciplines (géographie, climat, développement, gestion des risques), ce qui explique la diversité des définitions (Ginzarly et al., 2024). Trois formes de vulnérabilité sont souvent distinguées (Ginzarly et al., 2024) :

- Biophysique : centrée sur la gravité, la fréquence et l'étendue des aléas naturels (ex. : précipitations extrêmes) ;
- Sociale : reflétant l'état des systèmes humains (accès aux ressources, gouvernance, inégalités) et leur capacité à réagir ;
- Spatiale : croisement des vulnérabilités biophysiques et sociales dans des lieux géographiquement définis, révélant des disparités territoriales.

Dans les contextes urbains, la vulnérabilité est également liée à des facteurs tels que la densité de population, l'environnement bâti, la qualité des infrastructures et les capacités institutionnelles locales (Rosenzweig et al., 2018).

2.1.1.4 Risque

Le risque est une notion complexe, généralement conceptualisée comme le produit de trois composantes interdépendantes : l'aléa, l'exposition et la vulnérabilité. Cette formulation permet d'estimer la probabilité de conséquences néfastes sur la vie humaine, les biens matériels, l'environnement ou les activités économiques, suite à l'occurrence d'un phénomène dangereux.

Dans le cas des inondations, les risques sont renforcés par le changement climatique et l'urbanisation rapide, notamment dans les pays en développement. Ces dynamiques causent l'augmentation du ruissellement de surface et de la fréquence des inondations urbaines (Dulawan & al., 2024).

Ainsi, la compréhension du risque implique non seulement une analyse des caractéristiques physiques des aléas, mais aussi une intégration fine des dimensions sociales, économiques et territoriales qui influencent la manière dont les sociétés y sont confrontées. La relation aléa vulnérabilité doit systématiquement être étudiée pour étudier un risque.

2.1.2 Typologies d'inondation et leurs causes

Les inondations se manifestent sous des formes variées, en fonction de leur origine, du contexte géographique et des dynamiques climatiques locales. Une typologie claire permet d'en comprendre les mécanismes et les impacts, et d'adapter les stratégies de gestion du risque. On distingue généralement trois grandes catégories d'inondations : fluviales, pluviales et côtières. À celles-ci s'ajoutent des formes plus spécifiques comme les inondations par ruissellement ou par remontée de nappe phréatique.

2.1.2.1 Inondations fluviales

Les inondations fluviales se produisent lorsque le niveau d'un cours d'eau dépasse sa capacité d'écoulement et déborde de son lit (Kouame, 2024). Cela peut être provoqué par des pluies abondantes, la fonte des neiges ou une saturation des sols. Deux cas de figure se présentent :

- Les crues lentes, typiques des zones de plaine, où les eaux montent progressivement. Le fleuve déborde lentement de son lit mineur vers le lit majeur, inondant parfois de vastes surfaces.
- Les crues rapides ou éclairs, qui surviennent en terrain accidenté (zones de montagne ou collines). Elles sont soudaines et violentes, souvent à la suite de fortes précipitations ou de la fonte rapide des neiges (Kouame, 2024.).

L'ampleur d'une inondation fluviale dépend de la topographie, de la saturation des sols, et des caractéristiques de la pluie (intensité, durée, répartition spatiale) (Centre de crise National, 2024).

2.1.2.2 Inondations pluviales

Les inondations pluviales résultent d'une précipitation intense que le sol ou les systèmes de drainage ne parviennent pas à absorber ou à évacuer à temps. Elles peuvent se produire indépendamment de tout cours d'eau, aussi bien en zone rurale qu'urbaine (Centre de crise National, 2024). Trois formes principales peuvent être identifiées :

- Le ruissellement pluvial : il survient lorsque les sols sont saturés, secs ou imperméables, et ne permettent plus l'infiltration de l'eau. Les orages courts mais intenses sont souvent à l'origine de ce type d'inondation.
- Les inondations par eaux de surface : fréquentes en milieu urbain, elles se produisent lorsque les réseaux d'égouts et d'évacuation sont débordés. Bien que peu profondes (souvent moins d'un mètre), elles peuvent causer des dommages matériels importants.
- Les crues éclairs (flash floods) : Ce sont des torrents d'eau violents provoqués par des pluies torrentielles ou la rupture d'un barrage ou d'une digue en amont. Elles emportent tout sur leur passage et sont très dangereuses.

2.1.2.3 Inondations côtières

Les inondations côtières (ou submersions marines) sont provoquées par l'intrusion d'eau de mer dans les terres, à la suite de tempêtes, de marées exceptionnelles ou de tsunamis. Le phénomène de houle de tempête en est une des causes principales : les vents violents, en particulier lors de typhons ou de cyclones, poussent l'eau vers le littoral et provoquent des inondations (OMM, 2019). La gravité de ces inondations dépend :

- de la marée (les pleines mers aggravent le phénomène),
- de la morphologie du littoral,
- et du changement climatique, qui entraîne une élévation du niveau de la mer, augmentant ainsi la fréquence et l'intensité des submersions (Centre de crise National, 2024).

Outre les dommages directs, les inondations côtières peuvent saliniser les terres agricoles et les nappes phréatiques, compromettant durablement les ressources naturelles locales (OMM, 2019).

2.1.3 Conséquences physiques, environnementales, sociales et économiques

2.1.3.1 conséquences physiques et environnementales

Les inondations ont un impact direct et souvent dévastateur sur les infrastructures physiques et les écosystèmes. Elles causent des dommages importants aux bâtiments, aux routes,

aux ponts, aux réseaux électriques ainsi qu'aux systèmes d'approvisionnement en eau et de communication. L'eau de crue peut endommager les fondations des habitations, les installations électriques et les véhicules, engendrant des pertes économiques considérables (Allaire, 2018).

Par ailleurs, les infrastructures critiques, telles que les hôpitaux ou les centres de gestion des urgences, peuvent être affectées, limitant la capacité d'intervention rapide lors des catastrophes.

En parallèle, l'environnement naturel subit également des dégradations : la destruction d'habitats aquatiques et terrestres perturbe la biodiversité locale, avec des conséquences potentiellement durables (Allaire, 2018).

2.1.3.2. Conséquences sociales et sanitaires

Les impacts sociaux des inondations sont multiples et souvent prolongés. Sur le plan humain, les inondations peuvent entraîner l'évacuation massive de populations, parfois de manière permanente, laissant des milliers de personnes sans abri (Nkwunonwo et al., 2020). Les conditions de vie dans les abris temporaires sont souvent précaires, ce qui engendre des tensions sociales, notamment en contexte urbain densément peuplé.

Les conséquences sur la santé sont particulièrement préoccupantes. Sur le plan physique, les inondations peuvent provoquer des noyades, des blessures, des hypothermies ou encore des électrocutions (European Environment Agency & European Climate and Health Observatory, 2021). L'eau contaminée augmente le risque d'épidémies, notamment gastro-intestinales et virales, comme celles liées à l'hépatite A, au rotavirus ou encore à des bactéries telles qu'*E. coli* et *Salmonella* (European Environment Agency & European Climate and Health Observatory, 2021). L'eau stagnante favorise aussi la prolifération de moustiques, vecteurs de maladies infectieuses.

Les impacts sur la santé mentale sont tout aussi graves : de nombreuses personnes souffrent de troubles anxieux, de stress post-traumatique, voire de dépression à long terme (European Environment Agency & European Climate and Health Observatory, 2021). En Europe, jusqu'à 75 % des victimes d'inondations présentent des problèmes de santé mentale, notamment les plus vulnérables : enfants, personnes âgées, femmes enceintes et personnes en situation de handicap (European Environment Agency & European Climate and Health Observatory, 2021).

En outre, les inondations peuvent exacerber les inégalités sociales, en affectant plus fortement les populations à faible revenu vivant dans des zones à risque mal préparées, et en perturbant les services de base (santé, éducation, emploi) (Nkwunonwo et al., 2020).

2.1.3.3 Conséquences économiques

Les inondations représentent un coût économique considérable. Elles entraînent la destruction de biens privés et publics et la paralysie des activités économiques. Les infrastructures détruites (routes, ponts, bâtiments) requièrent des travaux de reconstruction souvent très onéreux (Di Baldassarre et al., 2018). Elles provoquent également des pertes agricoles importantes, menaçant la sécurité alimentaire et les revenus des agriculteurs (Allaire, 2018).

Les entreprises, notamment les commerces de proximité, peuvent être contraintes de suspendre voire de cesser leurs activités, provoquant des pertes de revenus et des licenciements (Allaire, 2018). Certains secteurs économiques comme le tourisme sont également touchés, notamment lorsque les inondations affectent des sites d'intérêt touristique ou les infrastructures d'accueil. À plus long terme, les événements climatiques extrêmes peuvent freiner la croissance économique régionale, décourager les investissements et engendrer une hausse des dépenses publiques liées à la gestion des risques et à la réparation des dégâts (Allaire, 2018).

2.2 Villes du Sud et vulnérabilités accrues

2.2.1 Une urbanisation rapide marquée par l'exode rural et le manque de planification

L'urbanisation des pays du Sud se distingue à la fois par son intensité et par son caractère non planifié (De Satgé et al., 2018). Selon les projections des Nations unies, la population urbaine des pays moins développés devrait croître de 2,5 milliards de personnes d'ici 2050, contre une croissance presque stagnante dans les pays plus développés (Véron, 2018). Cette dynamique est largement portée par l'exode rural, causé par des déséquilibres et inégalités entre les zones rurales et urbaines (Arku et al., 2021). A la recherche de meilleures conditions de vie, d'accès aux services de base ou simplement d'opportunités économiques, les populations rurales migrent massivement

vers les centres urbains (De Satgé et al., 2018). Toutefois, cette migration est souvent motivée par une perception idéalisée de la ville, perçue comme un espace d'émancipation sociale, d'opportunités éducatives ou de soins médicaux (Arku et al., 2021).

Dans de nombreuses situations, les villes ne sont pas préparées à accueillir ces flux migratoires. La croissance urbaine y est plus subie qu'accompagnée par une politique d'aménagement ou d'intégration (Verma et al., 2024). Il en résulte une urbanisation périphérique informelle, marquée par la précarité des logements, l'absence de services essentiels (eau, électricité, assainissement) et une forte exposition aux risques environnementaux, notamment aux inondations (Simarmata et al., 2019). Dans les pays du Sud, une part importante des nouveaux arrivants s'installe dans des zones marginales, mal desservies et souvent vulnérables face aux aléas climatiques. À l'échelle mondiale, près d'un quart de la population urbaine des pays en développement vit aujourd'hui dans des bidonvilles (Véron, 2018).

Ce manque de planification urbaine est accentué par l'absence de coordination entre les politiques rurales et urbaines, ainsi que par une gouvernance souvent faible, marquée par la corruption, la spéculation foncière et l'absence de mécanismes de participation citoyenne (Arku et al., 2021). Les dynamiques urbaines se construisent alors sans vision d'ensemble, produisant un tissu urbain éclaté, fragmenté et peu résilient face aux chocs économiques, sociaux et environnementaux.

2.2.2 Urbanisation de la pauvreté, inégalités sociales et marginalisation

Les transformations contemporaines des villes du Sud se font principalement par une urbanisation de la pauvreté plus que par une amélioration des conditions de vie (De Satgé et al., 2018). Cette dynamique s'observe par une concentration de la pauvreté dans les centres urbains, dans des contextes où la croissance économique, bien que parfois forte, ne profite qu'à une minorité. Les inégalités intra-urbaines se creusent alors, divisant les villes entre quartiers centraux modernisés et périphéries délaissées (Ortega, 2012).

Ce processus de marginalisation socio-spatiale est particulièrement visible dans les grandes métropoles d'Asie et d'Amérique latine, où la gentrification et la pression foncière rejettent les populations les plus pauvres toujours plus loin des centres, tout en les exposant à des territoires

plus vulnérables (Véron, 2018). À Delhi, par exemple, la construction du réseau de métro, bien qu'ayant facilité la mobilité pour une partie de la population, a renforcé les inégalités urbaines : certains habitants ont été déplacés de force, d'autres ont vu leurs activités économiques fragilisées, et les plus pauvres n'ont pas les moyens d'utiliser ces infrastructures (Véron, 2018).

L'incapacité des politiques publiques à intégrer ces populations dans le tissu urbain accentue leur précarité. Le manque d'accès à l'emploi formel, aux services de santé, à l'éducation ou à un logement décent alimente l'exclusion (Arku et al., 2021). Cette situation génère également des vulnérabilités accrues face aux risques environnementaux : les zones les plus exposées aux inondations, aux glissements de terrain ou à l'insécurité sont souvent celles où s'installent les populations les plus marginalisées (Simarmata et al., 2019). En Asie, Simarmata (2019) estimait déjà que 2,4 milliards d'urbains pourraient être exposés à des risques majeurs d'ici 2030, soulignant la nécessité d'intégrer les voix des plus pauvres dans les stratégies de résilience urbaine.

L'urbanisation des pays du Sud met donc en lumière des enjeux multiples. Le développement rapide des villes, sans planification adéquate ni redistribution équitable des richesses, contribue à renforcer les vulnérabilités existantes et à en créer de nouvelles. Les défis de l'urbanisation ne sont pas seulement physiques ou techniques ; ils sont également sociaux, politiques et structurels. Pour espérer une urbanisation plus juste et plus résiliente, les politiques doivent articuler inclusion sociale, réduction des inégalités et amélioration des conditions de vie des plus précaires.

2.3 Le changement climatique et la résilience urbaine

2.3.1 Influence du changement climatique sur les inondations

Le changement climatique influence profondément le régime des inondations à l'échelle mondiale, en modifiant les paramètres atmosphériques et hydrologiques qui conditionnent leur occurrence. L'augmentation des températures moyennes intensifie le cycle hydrologique global, notamment par une hausse de la capacité de l'atmosphère à retenir la vapeur d'eau (relation de Clausius-Clapeyron), ce qui entraîne une augmentation de l'intensité et de la fréquence des précipitations extrêmes (Rajkhowa & Sarma, 2021.). Même dans les régions où la quantité

annuelle de précipitations est en baisse, l'augmentation de l'intensité des événements extrêmes accroît le risque de crues soudaines ou prolongées (Kharin et al., 2007).

Les projections climatiques montrent qu'un climat plus chaud, en particulier dans les scénarios d'émissions élevées comme le RCP8.5, pourrait fortement augmenter la fréquence des crues fluviales dans plusieurs régions tropicales et subtropicales, telles que l'Asie du Sud-Est, l'Inde péninsulaire, l'Afrique de l'Est et les hautes Andes (Hirabayashi et al., 2013). Par exemple, dans certaines zones d'Asie du Sud-Est, un événement centennal (fréquence de 1/100 ans) pourrait survenir tous les 10 à 50 ans d'ici la fin du siècle, soulignant une nette réduction des périodes de retour des événements extrêmes (Hirabayashi et al., 2013).

L'étude d'Hirabayashi et al. (2013) introduit l'indicateur de *flood exposure*, qui mesure la population exposée à des crues centennales. En supposant une population mondiale figée au niveau de 2005, le nombre de personnes exposées chaque année à des crues centennales pourrait être multiplié par un facteur de 4 (± 3) dans le scénario climatique modéré RCP2.6, et jusqu'à 14 (± 10) dans le scénario pessimiste RCP8.5. De manière quasi-linéaire, l'exposition mondiale passerait de 27 millions de personnes pour un réchauffement de +2 °C, à 62 millions (+4 °C), puis 93 millions (+6 °C), ce qui souligne l'importance des politiques d'atténuation.

Les régions à faibles latitudes, particulièrement vulnérables, font face à une double pression : une augmentation des risques liés aux crues et une croissance démographique rapide. Ce croisement accentue les inégalités socio-spatiales, notamment dans les pays en développement (Winsemius et al., 2018). Les populations les plus pauvres, en particulier en milieu urbain, sont les plus exposées à ces aléas, du fait de leur implantation dans des zones à risque, du manque d'accès à des infrastructures résilientes, ou encore de leur faible capacité de mobilité (Winsemius et al., 2018).

À l'échelle régionale, les effets du réchauffement se traduisent également par un déplacement altitudinal de la ligne 0 °C dans les zones montagneuses, ce qui augmente la part des précipitations tombant sous forme de pluie plutôt que de neige. Ce changement accroît les surfaces contributives aux processus d'inondation (Zischg, 2022). Par ailleurs, les zones glaciaires et périglaciaires sont affectées par la fonte des glaciers et du pergélisol, engendrant une instabilité accrue des terrains et la possibilité de déclenchement de coulées de débris (Zischg, 2022).

La variabilité naturelle de la circulation atmosphérique à long terme joue également un rôle dans les régimes d'inondation, mais les tendances récentes observées et modélisées suggèrent un

effet anthropique de plus en plus dominant (Zischg, 2022). Le raccourcissement des périodes de retour des événements extrêmes, combiné à une urbanisation rapide et parfois non planifiée, particulièrement en zones à forte vulnérabilité, augmente considérablement les risques d'inondation dans les décennies à venir (Rajkhowa & Sarma, 2021).

Ainsi, le changement climatique ne modifie pas seulement la fréquence et l'intensité des inondations, mais il redéfinit aussi les profils de vulnérabilité et d'exposition à travers le monde. Cette évolution impose une révision des stratégies d'aménagement, des politiques de prévention, et des mécanismes de protection des populations, en particulier dans les régions tropicales densément peuplées et à faibles ressources.

2.3.2 Résilience urbaine : définitions et dimensions

2.3.2.1 Définitions

La notion de résilience, très utilisée dans le champ de la gestion des risques de catastrophes, désigne de manière générale la capacité d'un système, d'une communauté ou d'une société à résister, absorber, s'adapter et se rétablir rapidement et efficacement des effets d'un aléa, tout en maintenant ou restaurant ses fonctions essentielles (Jha et al., 2013). Comme le souligne Pierre Ozer (2012), la résilience traduit la capacité d'un système à surmonter une crise, et donc, indirectement, sa vulnérabilité. Plus un système est apte à se rétablir après une catastrophe, moins il est fragile.

Dans un contexte urbain, les enjeux deviennent plus complexes. La ville est un système socio-écologique et socio-technique en constante évolution, interconnecté, multi-scalaire et structuré autour de sous-systèmes tels que les réseaux de gouvernance, les flux de matières et d'énergie, les infrastructures physiques et les dynamiques sociales (Meerow et al., 2016). Cela impose une approche élargie et intégrée de la résilience.

La définition la plus pertinente pour ce travail, notamment en lien avec les enjeux d'inondations à Cebu City, est celle proposée dans la revue *Landscape and Urban Planning* : « La résilience urbaine désigne la capacité d'un système urbain (y compris l'ensemble de ses réseaux socio-écologiques et socio-techniques) à toutes les échelles spatiales et temporelles, à maintenir ou à retrouver rapidement ses fonctions souhaitées face à une perturbation, à s'adapter au changement, et à transformer rapidement les systèmes qui limitent sa capacité d'adaptation

présente ou future. » (Meerow et al., 2016). Cette définition est particulièrement pertinente car elle inclut explicitement les réseaux socio-techniques (drainage, énergie, urbanisme), cruciaux pour la gestion des inondations ; elle dépasse la vision de la résilience comme simple retour à la normale ; elle considère les échelles temporelles du court terme (réaction aux pluies) et du long terme (changement climatique) et elle intègre des dimensions politiques et sociales, essentielles dans un contexte de fortes inégalités urbaines comme celui de Cebu.

La résilience urbaine ne doit donc pas être pensée comme une fin en soi ni comme un idéal universellement positif : elle est politique, située, inégale et sujette à controverses (Meerow et al., 2016). Certains systèmes injustes peuvent être résilients. Il convient dès lors de poser la question : résilience pour qui, face à quoi, et avec quels objectifs ?

2.3.2.2 Les dimensions de la résilience urbaine

La résilience urbaine est multidimensionnelle (Brown, 2014). Elle peut être analysée selon au moins trois grandes dimensions complémentaires : institutionnelle, communautaire et infrastructurelle. Ces dimensions interagissent entre elles et contribuent collectivement à la capacité globale de résilience d'une ville.

La résilience institutionnelle renvoie à la capacité des institutions (gouvernementales et non-gouvernementales) à anticiper, gérer et apprendre des catastrophes. Elle repose sur des réseaux de gouvernance multi-niveaux, la coordination entre acteurs publics et privés, la flexibilité organisationnelle et l'apprentissage continu (Jha et al., 2013 ; Meerow et al., 2016). Des questions essentielles émergent : qui décide des priorités ? Quelles ressources sont mobilisées ? Quelle est la légitimité des décisions ? Les municipalités disposent de leviers d'action majeurs pour renforcer la résilience urbaine : planification urbaine, réglementation de la construction, infrastructures sûres, gestion de l'information sur les risques, systèmes d'alerte et de réponse (Jha et al., 2013).

La résilience communautaire ou sociale désigne la capacité des individus et des groupes à faire face aux aléas, à s'organiser collectivement, à s'adapter et à innover (Jha et al., 2013 ; Meerow et al., 2016). Elle est fortement influencée par les inégalités sociales, les conditions de logement, le capital social et la participation citoyenne. La participation des habitants à la définition des risques, à la co-construction des solutions et à la gouvernance urbaine est essentielle. Cela permet une meilleure circulation de l'information, une acceptabilité sociale plus forte des décisions et une

capacité d'adaptation renforcée (Jha et al., 2013). Cette dimension est particulièrement importante dans les barangays vulnérables de Cebu City, où les capacités d'auto-organisation, bien que limitées, peuvent jouer un rôle crucial dans la gestion du risque.

La résilience des infrastructures concerne la capacité des systèmes physiques (bâtiments, réseaux d'eau, d'électricité, de transport, etc.) à absorber des chocs sans effondrement, à être réparés rapidement, ou à être repensés de manière plus durable. Les principes clés sont la robustesse, la modularité, la redondance fonctionnelle et le design « safe-to-fail » (Meerow et al., 2016 ; Jha et al., 2013). L'intégration des infrastructures dans une approche systémique, croisant les enjeux d'urbanisme, d'écologie urbaine, de mobilité et de climat, est essentielle. L'usage de solutions fondées sur la nature (ex. infrastructures vertes et bleues, zones tampons, gestion intégrée des bassins versants) permet d'accroître la résilience tout en réduisant les coûts (Jha et al., 2013).

La résilience urbaine est un processus évolutif, multi-échelles, politique et profondément contextualisé. Elle nécessite des transformations systémiques plutôt qu'un simple retour à la normale. Pour Cebu City, sa compréhension passe par une analyse conjointe des capacités institutionnelles, communautaires et infrastructurelles à faire face aux inondations présentes et futures, dans un contexte d'urbanisation rapide et d'inégalités marquées.

Chapitre 3: Contexte local: Cebu City et les barangays étudiés

3.1 Cebu City : vulnérabilité urbaine et pression climatique

3.1.1 Justification du choix de Cebu City

Dans le cadre de ce mémoire, l'objectif premier était d'étudier un ou plusieurs risques climatiques dans un environnement peu abordé au cours de mes études précédentes. L'idée était de développer une ouverture sur l'étranger, notamment sur des pays présentant des différences significatives avec la France ou la Belgique en termes de développement, de culture et d'environnement. Une telle ouverture permet de développer une capacité à appréhender différemment les enjeux selon le contexte local et d'enrichir la compréhension des dynamiques territoriales face aux risques climatiques.

Après plusieurs recherches, les Philippines ont été identifiées comme un terrain d'étude très pertinent, ce pays étant classé au 4^e rang mondial des pays les plus exposés aux risques climatiques (Global Climate Risk Index 2021). Cette orientation s'est confirmée à la suite d'un entretien avec Lou Ann Ocampo, enseignante-chercheuse au département de Géographie de l'Université des Philippines à Diliman (Quezon, Metro Manila), qui a accepté d'accompagner ce projet et d'apporter son soutien dans la construction du sujet. Le choix s'est porté sur les inondations, un risque fréquent aux Philippines, c'est l'axe principal de la recherche.

Plusieurs villes ont été proposées comme terrain d'étude, notamment Manila, Malabon, Marikina, Cebu City et Iloilo. Une analyse rapide des recherches existantes, des caractéristiques urbaines et des événements récents liés aux inondations dans ces villes a conduit à la sélection de Cebu City comme terrain d'étude. Cette ville présente des caractéristiques spécifiques qui en font un lieu d'observation privilégié pour étudier les problématiques liées aux inondations (détaillées dans la suite du chapitre). Cebu City constitue ainsi un terrain pertinent pour analyser les dynamiques urbaines, les vulnérabilités sociales et les défis de résilience face aux risques climatiques dans un contexte insulaire d'Asie du Sud-Est.

3.1.2 Présentation de la zone d'étude

3.1.2.1 Localisation

Cebu City est située sur l'île de Cebu, qui constitue également la province de Cebu (Figure 3), la ville s'étend sur 290,9 km². Elle se trouve au centre de la région Central Visayas, région très touristique du centre-sud des Philippines. La ville est localisée sur la côte est de l'île et est enclavée entre, d'un côté, une cordillère qui traverse l'île du nord au sud et, de l'autre, le détroit de Cebu, faisant face à l'île de Mactan.

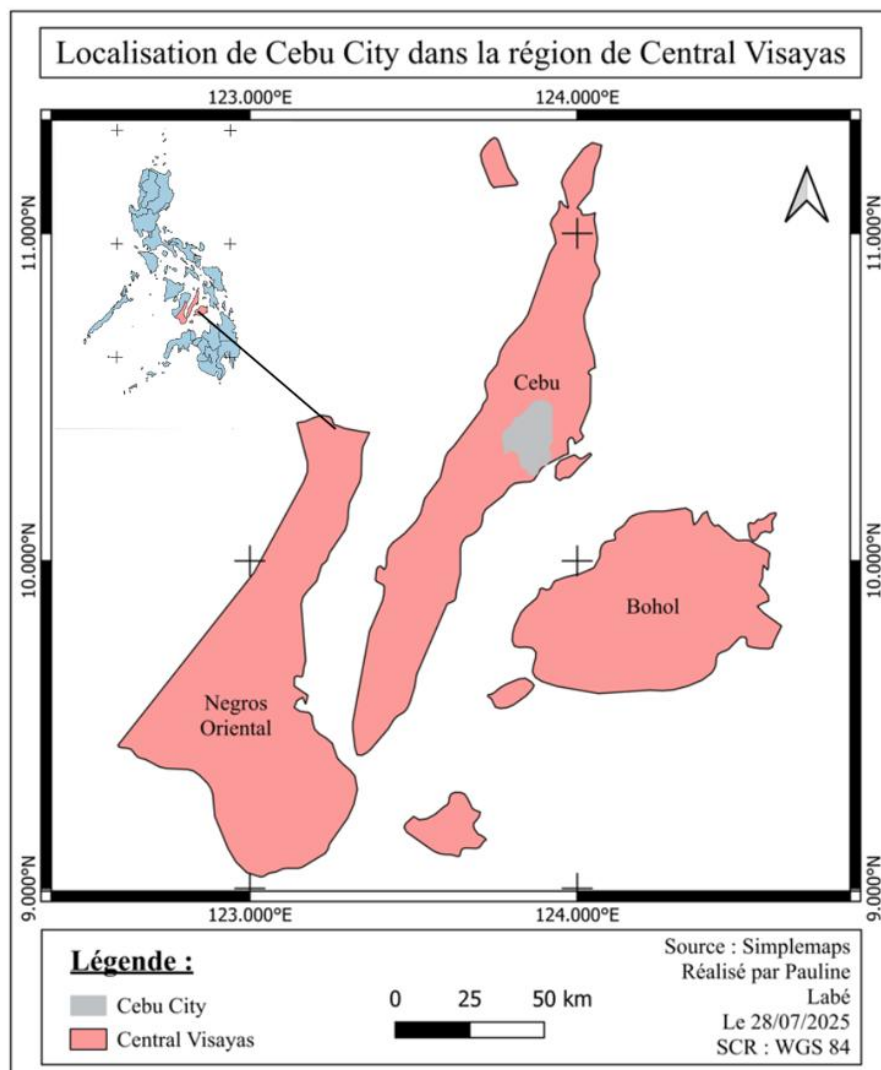


Figure 3 : Carte de la localisation de la région Central Visayas et de Cebu City (Labé, 2025)

La métropole de Cebu (Metro Cebu) occupe la partie centre-est de l'île, couvrant une superficie de 1 163 km² et s'étendant sur environ 70 km le long d'une étroite bande côtière (PhilAtlas, 2020). Cebu City, située au centre, en est la capitale provinciale.

L'île de Cebu est localisée au centre de l'archipel philippin et se caractérise par des plateaux calcaires, des collines ondulantes ainsi que par des chaînes de montagnes escarpées culminant à plus de 1000 mètres d'altitude. Elle présente également de longues et étroites plaines côtières, mesurant 196 km de long et jusqu'à 32 km de large, avec une superficie d'environ 4 500 km² (PhilAtlas, 2020). Sur le territoire de Cebu City, les zones basses s'étendent sur quelques kilomètres vers l'intérieur des terres et représentent près de 8 % de la superficie totale (soit environ 25 km²) (Tanaka & Baba, 2019). Malgré leur petite taille, ces plaines accueillent environ deux tiers de la population de la ville (Tanaka & Baba, 2019). Ce schéma de concentration urbaine dans les zones basses côtières se répète dans les autres collectivités locales de Metro Cebu.

La carte du relief et du réseau hydrographique (Figure 4) illustre les contraintes topographiques qui influencent la dynamique des inondations dans Cebu City. On y observe la cordillère centrale de l'île, matérialisée par des zones de couleur brune indiquant les altitudes les plus élevées, d'où coulent de nombreux cours d'eau en direction des zones côtières. Ces rivières traversent des pentes marquées avant d'atteindre les plaines côtières étroites où se concentre l'urbanisation. La convergence des flux de surface et la proximité de la mer favorisent les risques d'inondations, notamment en période de fortes pluies ou lors du passage de typhons.

La configuration montagneuse, combinée aux cours d'eau descendant rapidement vers les plaines densément peuplées et faiblement surélevées, accentue ainsi la vulnérabilité de Cebu City aux inondations. La topographie de l'île joue un rôle déterminant dans le ruissellement des eaux pluviales et dans l'augmentation des débits des rivières lors d'événements extrêmes, générant localement des inondations soudaines dans les quartiers situés dans les zones basses. Ce contexte topographique et hydrographique est essentiel pour comprendre les dynamiques des inondations et orienter l'analyse de la vulnérabilité et de la résilience urbaine dans Cebu City.

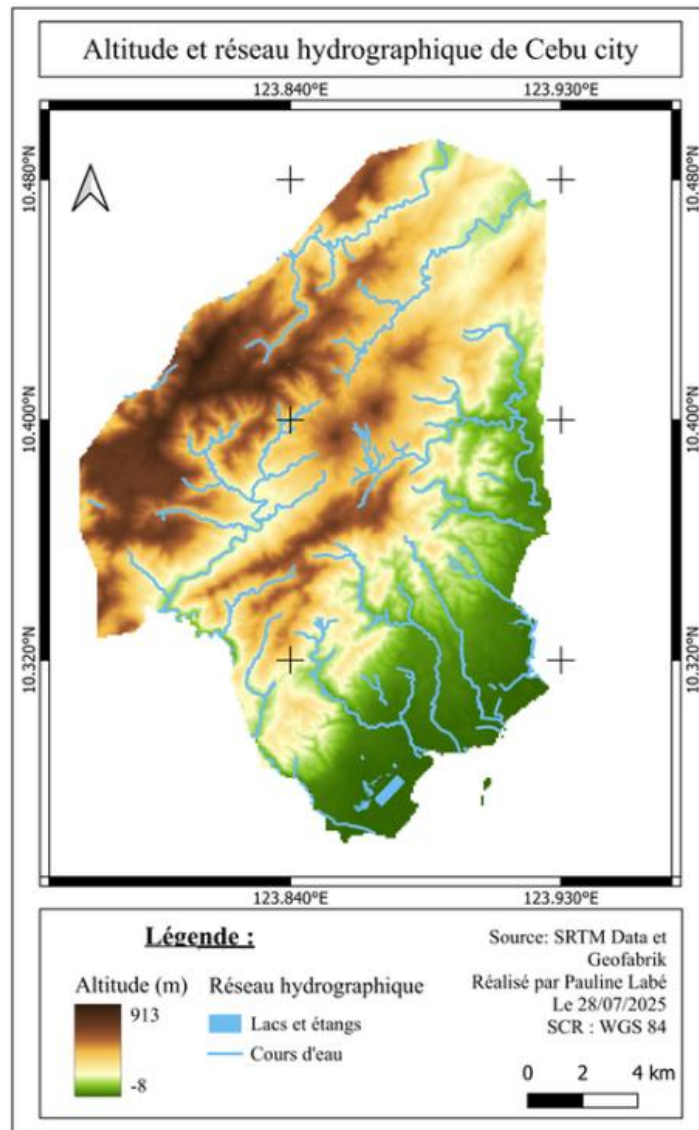


Figure 4 : Carte de la topographie et de l'hydrographie de Cebu City

3.1.2.2 Population

Cebu City compte aujourd'hui près d'un million d'habitants, avec une structure démographique jeune et dynamique. En 2020, la population de la ville s'élevait à 964 169 habitants, contre 910 678 habitants en 2015, soit une augmentation de 4,50 % en cinq ans et un taux de croissance moyen d'environ 0,93 % par an sur cette période. Cette croissance s'inscrit dans une tendance de long terme : la population de Cebu City a quasiment triplé en 50 ans, passant de 347 116 habitants en 1970 à 964 169 habitants en 2020, soit une augmentation de plus de 617 000 habitants (PhilAtlas, 2020).

Cette croissance démographique ne s'est toutefois pas répartie de manière uniforme dans l'espace urbain. Certains barangays ont vu leur population augmenter, tandis que d'autres, ont connu une stagnation ou une baisse de leur population résidentielle.

En 2015, la ville comptait 213 781 ménages, avec une taille moyenne de 4,26 membres par ménage, confirmant le poids des familles dans la structure sociale et spatiale de Cebu City (PhilAtlas, 2020).

La population de Cebu présente une structure jeune (Figure 5), avec une tranche d'âge dominante de 20 à 24 ans (98 975 personnes). Cela peut être dû au fait qu'un grand nombre d'universités se trouvent dans la ville. Beaucoup de jeunes migrent de la campagne vers les villes pour leur cursus du supérieur. La tranche d'âge des 80 ans et plus est, quant à elle, la moins représentée (5 634 personnes). Les jeunes de 14 ans et moins représentent 31,85 % (293 839 personnes) de la population, correspondant aux individus dépendants (nourrissons, enfants, jeunes adolescents). Les personnes en âge de travailler, de 15 à 64 ans, constituent 64,09 % (591 299 personnes) de la population totale. Enfin, les personnes âgées de 65 ans et plus, également dépendantes, représentent 4,06 % (37 473 personnes) (PhilAtlas, 2020).

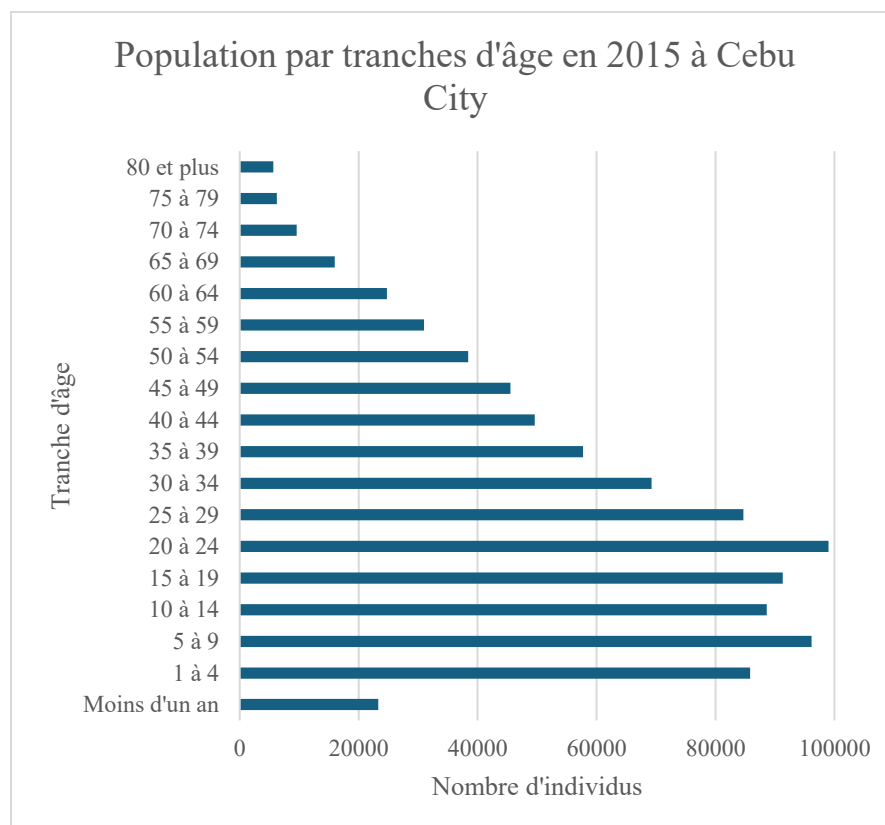


Figure 5 : Structure par âge de la population de Cebu City

L'âge médian de la population est de 24 ans, indiquant que la moitié de la population de Cebu a moins de 24 ans, cela souligne le caractère jeune de la structure démographique de la ville grâce aux dynamiques universitaires.

L'analyse de la carte de répartition de la population par barangay (Figure 6A) montre une concentration majoritaire de la population dans le sud de la ville, proche des côtes, dans des zones de basses altitudes et de relief peu marqué. À l'inverse, les barangays situés dans le nord, caractérisés par un relief plus accidenté et une végétation dense, sont moins peuplés.

Certains barangays centraux tels que Santo Niño, Tinago, Pari-an, Kalubihan et Santo Antonio présentent également une faible densité de population parce qu'ils abritent de nombreux établissements éducatifs, religieux et commerciaux au détriment des habitations (Figure 6B). Autour de ces barangays, d'autres zones apparaissent comme relativement denses, révélant l'hétérogénéité de la répartition de la population dans la ville.

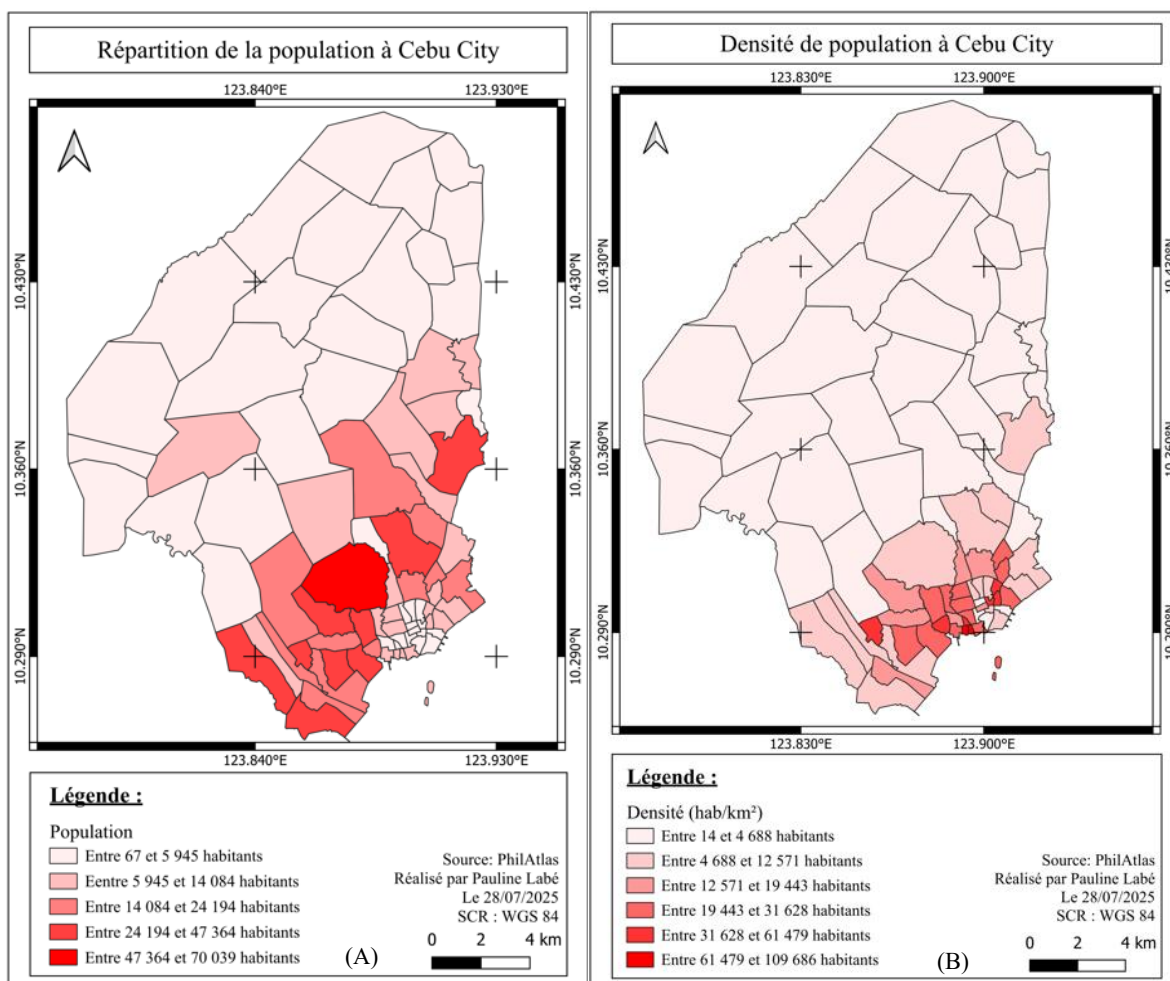


Figure 6 : Carte de (A) la répartition de la population par barangays à Cebu City ; (B) Répartition des densités de populations par barangays à Cebu City

3.1.3 Évolution urbaine, infrastructures, zones à risque

Depuis les années 1990, Cebu City connaît une urbanisation rapide dans le cadre du phénomène du « Ceboom », marqué par une ouverture accrue aux investissements étrangers et la transformation de son paysage urbain (Ortega, 2012). Cette dynamique s'est intensifiée avec le lancement du Mega Cebu Project en 2011, visant à créer une région métropolitaine compétitive à l'échelle mondiale au-delà des limites administratives actuelles de la ville, en impliquant 13 Local Government Units (LGUs) (Sevilla, 2023).

Cette urbanisation accélérée s'accompagne d'une croissance démographique qui tend à se déplacer des centres urbains vers les périphéries, et des zones de collines intérieures (Talamban, Bacayan, Sudlon II, Pung-ol Sibugay), sous l'effet de la création de zones industrielles, de subdivisions résidentielles et de résidences fermées (Sevilla, 2023). Parallèlement, le centre historique de Cebu City se recompose à travers des projets de gentrification tels que le Cebu Business Park ou le South Road Properties (SRP), transformant les quartiers anciens et réduisant l'offre de logements abordables en raison de la hausse des valeurs foncières et des démolitions (Sevilla, 2023). Les zones montagneuses restent, quant à elles, très arborées et relativement préservées de l'urbanisation massive (Ejares et al., 2016).

Le développement urbain de Cebu City est principalement guidé par des partenariats public-privé dominés par les élites locales, orientant les projets vers des usages résidentiels et commerciaux haut de gamme, souvent au détriment de la planification sociale et environnementale (Ortega, 2012). Cette logique favorise une expansion urbaine dans des zones vulnérables, notamment dans les plaines côtières sujettes aux inondations et dans les zones à fortes pentes sujettes aux glissements de terrain, où de nombreuses habitations informelles (Figure 7) se construisent en l'absence de régulations strictes (Tanaka & Baba, 2019).



Figure 7 : Habitats informels à Cebu City (Google Maps, 2025)

Environ 30 % des ménages de Cebu City vivent dans des habitats informels, souvent situés dans des zones à risque (inondations, glissements de terrain, incendies), tandis que la ville continue d'attirer une main-d'œuvre régionale, notamment des Visayas et de Mindanao, en lien avec l'essor des zones franches industrielles (MEPZ) et du secteur des services (Tanaka & Baba, 2019). Cette dynamique contribue à une pression urbaine élevée, exacerbée par une croissance démographique annuelle importante et une forte concentration des populations et des activités sur les 8 % de plaines côtières qui accueillent les deux tiers de la population (Tanaka & Baba, 2019).

Cebu City est particulièrement vulnérable aux aléas climatiques et géologiques, tels que les typhons, les inondations, les glissements de terrain et les séismes, comme l'a illustré le tremblement de terre de magnitude 7,2 en 2013, suivi du passage du super typhon Haiyan (vents jusqu'à 315 km/h), ayant causé des destructions massives et révélé la faible résilience des infrastructures locales (Nuzir et al., 2014). Les facteurs aggravants à l'échelle locale incluent l'urbanisation excessive sans contrôle d'usage des sols, la pression migratoire, la congestion routière et la prolifération des constructions illégales sur les pentes ou dans les zones inondables (Nuzir et al., 2014).

Dans le contexte du changement climatique, Cebu City pourrait connaître une intensification des événements extrêmes qui exacerbent la vulnérabilité des zones informelles et des infrastructures insuffisamment résilientes aux aléas. Sur le plan institutionnel, bien que le Climate Change Act (2009) et la Disaster Risk Reduction and Management Act (2010) aient été adoptés pour intégrer le changement climatique et la gestion des risques dans les politiques publiques, leur application au niveau local demeure limitée (Nuzir et al., 2014; Tanaka & Baba, 2019). Les plans DRRM (Disaster Risk Reduction and Management) mis en place à Cebu City

restent principalement réactifs, axés sur la gestion post-catastrophe, et ont une difficulté à s’inscrire dans une perspective de prévention à long terme (Tanaka & Baba, 2019).

La ville souffre également d’infrastructures non résilientes, en particulier dans les zones d’habitat informel, où les constructions légères sont extrêmement vulnérables aux typhons et aux incendies (Tanaka & Baba, 2019). La gestion inadéquate des écosystèmes, tels que les mangroves et les bassins versants menacés par l’expansion urbaine, renforce encore la vulnérabilité aux catastrophes (Tanaka & Baba, 2019).

Ainsi, l’évolution urbaine de Cebu City reflète les tensions entre un développement guidé par la croissance économique et les impératifs de résilience urbaine, dans un contexte de vulnérabilités environnementales et sociales exacerbées par une gouvernance encore insuffisamment alignée avec les objectifs de réduction des risques et d’adaptation au changement climatique.

3.1.4 Climat

3.1.4.1 Climat observé et évolutions récentes

Les Philippines se caractérisent par un climat tropical humide, modulé par les moussons et les phénomènes El Nino Southern Oscillation (ENSO)¹. Le pays est divisé en quatre types de climats (Figure 8) (Basconcillo et al., 2024):

¹ Le phénomène El Niño correspond à un réchauffement anormal des eaux de surface dans le Pacifique central et oriental, perturbant la circulation atmosphérique et entraînant des périodes de sécheresse dans certaines régions des Philippines. À l’inverse, La Niña se caractérise par un refroidissement de ces mêmes eaux, intensifiant la mousson et augmentant les précipitations et les risques d’inondations dans l’archipel (Kripalani & Kulkarni, 1997).

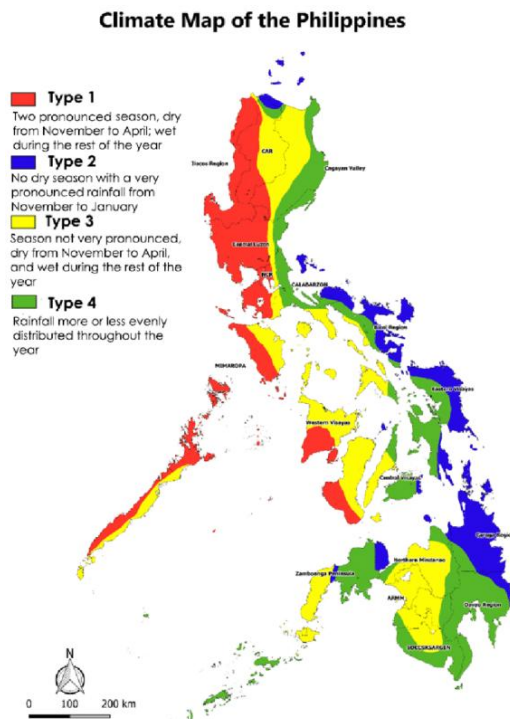


Figure 8 : Carte des climats aux Philippines (PAGASA, 2024)

- Type I : saisons marquées avec saison sèche de novembre à avril, humide le reste de l'année.
- Type II : pas de saison sèche, maximum pluviométrique marqué de novembre à décembre.
- Type III : saisons peu marquées, relativement sèches de novembre à avril, humides le reste de l'année.
- Type IV : pluies réparties assez régulièrement sur l'année.

Cebu City se situe dans une zone de climat de Type III. Le diagramme ombrothermique (Figure 9) le confirme puisqu'il indique au niveau des précipitations que Cebu City connaît une période relativement sèche sur une période plus courte (entre février et avril) avec des cumuls mensuels variant de 50 à 100 mm, les mois de janvier et mai connaissent des précipitations plus importantes entre 100-150 mm mais elles augmentent fortement à partir de juin, culminant entre juillet et octobre avec des moyennes mensuelles comprises entre 150 et 225 mm, avant de diminuer légèrement en novembre-décembre tout en restant élevées. Cebu City présente ainsi une saison des pluies bien marquée entre juin et octobre, en lien avec la mousson du sud-ouest, tandis que l'humidité relative persiste même pendant les mois les plus « secs » (Basconcillo et al., 2024).

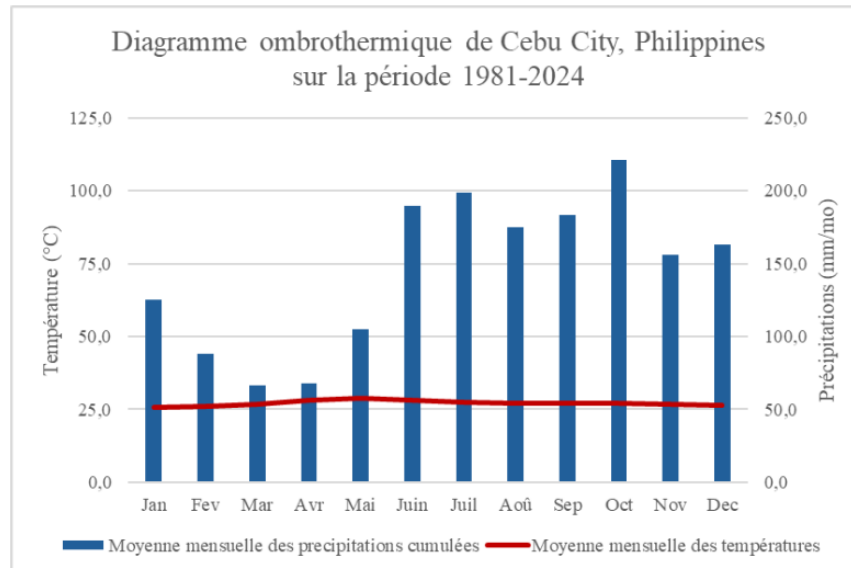


Figure 9 : Diagramme ombrothermique de Cebu City (Labé, 2025)

Concernant les températures moyennes mensuelles (Figure 10) elles restent stables tout au long de l'année aux alentours de 27°C (avec une moyenne de 27,1°C sur la période 1981-2024), avec une faible amplitude thermique annuelle (~1,5-2°C), typique d'un climat équatorial (Basconcillo et al., 2024). Une légère hausse des températures est observée entre avril et juin, mais sans variations marquées. Les tendances des dernières décennies montrent une augmentation progressive des températures, notamment depuis 2000 : les valeurs moyennes annuelles, relativement stables autour de 27°C dans les années 1980-1990, atteignent désormais des niveaux supérieurs à 28°C (jusqu'à 28,5°C en 2024), confirmant un réchauffement local (Basconcillo et al., 2024).

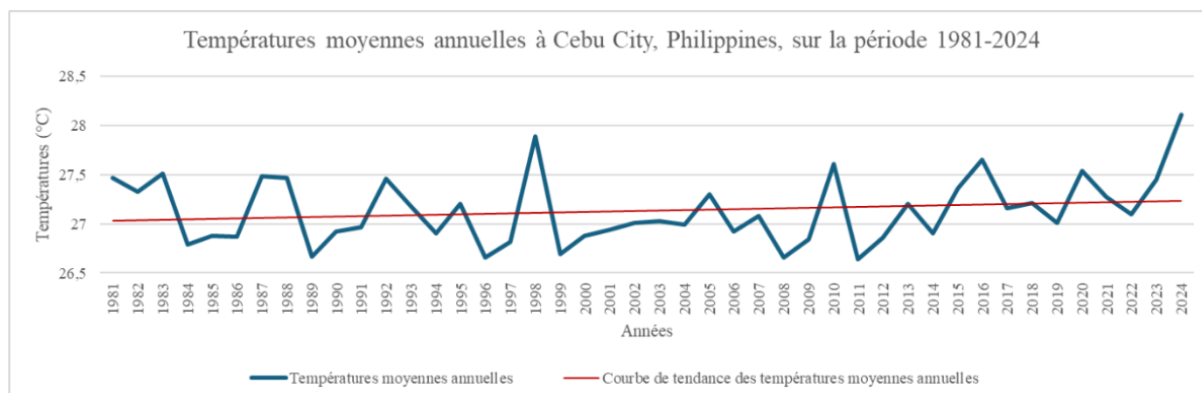


Figure 10 : Températures moyenne annuelles à Cebu City (Labé, 2025)

Les données annuelles sur les précipitations entre 1981 et 2024 (Figure 11) montrent une augmentation notable des cumuls annuels, passant de valeurs comprises entre 800 mm et 2000 mm

avant 1999, à des valeurs dépassant régulièrement les 2000 mm par la suite, avec des pics supérieurs à 2500 mm lors des années 2011, 2017, 2019, 2020 et 2022 (Basconcillo et al., 2024). Cette augmentation progressive des précipitations peut être due à une intensification des précipitations ou à une augmentation de leur fréquence. Cela contribue à l'augmentation du risque d'inondations dans la ville. La variabilité interannuelle observée, avec alternance d'années plus sèches et d'années très pluvieuses, reflète l'influence des phases ENSO sur le climat philippin (Kripalani & Kulkarni, 1997).

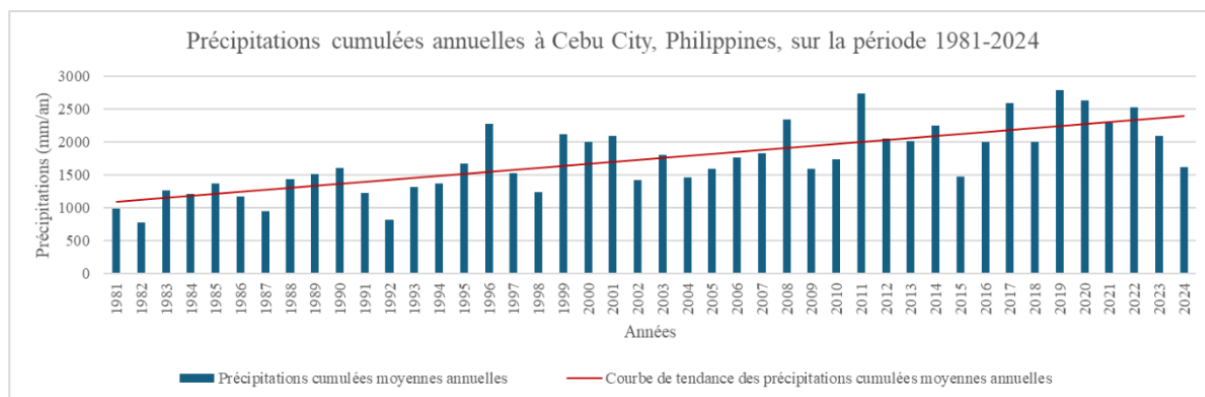


Figure 11 : Précipitations annuelles à Cebu City (Labé, 2025)

Cebu City se situe dans une zone exposée aux typhons, principalement entre juillet et novembre, avec un pic de fréquence entre octobre et décembre, même si le risque demeure présent tout au long de la période de juin à décembre (Basconcillo et al., 2024). La plupart approchent Cebu depuis l'est ou l'est-nord-est, modifiant localement le régime des précipitations et les conditions hydrométéorologiques. De plus, lorsque ces flux humides provenant de l'est rencontrent la chaîne de montagnes située à l'ouest de Cebu City, un effet de foehn peut se produire. L'air humide ascendant sur le versant est se refroidit et condense, générant des précipitations sur les pentes orientales, tandis que l'air redescendant se réchauffe et s'assèche, réduisant localement les précipitations sur le versant ouest. Cet effet topographique contribue à de fortes précipitations dans la ville lors des événements tels que des typhons ou des flux de mousson (Elvidge & Renfrew, 2015).

Le climat de Cebu City se caractérise donc par un climat tropical humide de Type III avec une amplitude thermique annuelle faible ; des saisons peu marquées : une période relativement sèche de janvier à mai et une période humide de juin à décembre, avec des précipitations maximales entre août et septembre ; une augmentation progressive des températures moyennes annuelles, atteignant récemment des valeurs supérieures à 28°C ; une hausse des précipitations cumulées

annuelles et un climat influencé par les moussons, les typhons et la variabilité interannuelle liée aux phases ENSO.

Ces caractéristiques climatiques sont déterminantes pour l'analyse de la vulnérabilité et de l'exposition de Cebu City aux aléas hydrométéorologiques, notamment dans le cadre des inondations urbaines étudiées dans ce mémoire.

3.1.4.2 Projections climatiques futures

Les informations présentées dans cette section sont issues des rapports et données publiés par PAGASA (Philippine Atmospheric, Geophysical and Astronomical Services Administration) dans le cadre des projections climatiques nationales et régionales pour les Philippines.

Les projections climatiques, issues des simulations établies par PAGASA à l'aide du modèle régional PRECIS (Providing Regional Climates for Impact Studies)², permettent d'anticiper l'évolution du climat philippin en réponse aux trajectoires d'émissions de gaz à effet de serre. Ces projections reposent sur des modélisations climatiques complexes associant dynamiques atmosphériques et océaniques, traduites à des échelles régionales pour évaluer les changements à l'échelle provinciale. Les scénarios utilisés (A2³, A1B⁴, B2⁵) explorent des futurs différenciés selon les tendances démographiques, technologiques et économiques, permettant de décrire une plage plausible d'évolutions climatiques à l'horizon 2020 et 2050.

De manière générale, l'ensemble des régions des Philippines devrait connaître une élévation des températures dans les décennies à venir (Figure 12). Les simulations indiquent une augmentation de la température moyenne annuelle comprise entre 0,9°C et 1,1°C en 2020, ce qui

² Modèle climatique régional sur ordinateur développé au Hadley Centre for Climate Prediction and Research du Met Office britannique afin de faciliter les évaluations d'impact, de vulnérabilité et d'adaptation dans les pays en développement où les capacités de modélisation sont limitées (Basconcillo et al., 2024).

³ Autosuffisance ; préservation des identités locales ; croissance démographique continue ; croissance économique à échelle régionale. Scénario d'émissions élevées (Basconcillo et al., 2024).

⁴ Croissance économique très rapide ; pic démographique au milieu du siècle ; convergence sociale, culturelle et économique entre les régions ; les mécanismes du marché dominant. Equilibre entre toutes les sources de combustibles. Scénario d'émissions moyennes (Basconcillo et al., 2024).

⁵ Solutions locales à la durabilité ; croissance démographique continue à un rythme inférieur à celui de A2. Evolution technologiques moins rapides. Scénario d'émissions faibles (Basconcillo et al., 2024).

correspond aux données climatiques de Cebu City précédemment analysées et entre 1,8°C et 2,2°C d'ici 2050 par rapport aux valeurs de référence de 1971-2000. Cette hausse est plus marquée durant les mois les plus chauds, particulièrement entre mars et mai, confirmant un réchauffement estival plus intense sur le territoire national. Sur l'île de Cebu, l'augmentation des températures devrait être particulièrement notable de mars à août, avec des hausses estimées entre 2°C et 2,5°C, tandis qu'entre septembre et février, l'augmentation serait légèrement moindre, oscillant entre 1,5°C et 2°C. Ces changements auront des implications sur les bilans hydriques, les conditions de confort thermique et les risques sanitaires en milieu urbain.

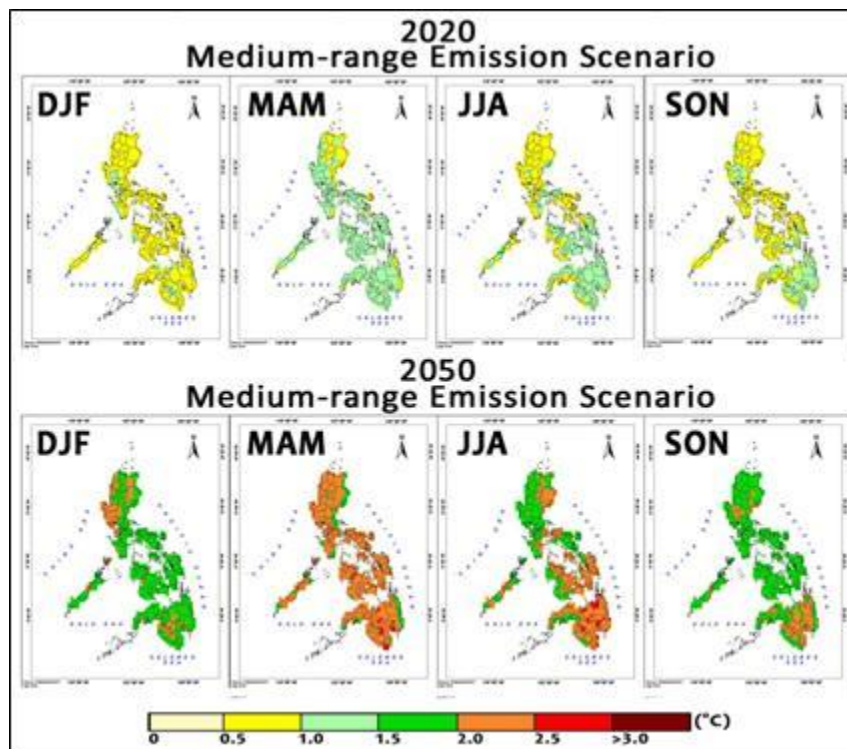


Figure 12 : Cartes de projections des températures aux Philippines (PAGASA, 2024)

Concernant les précipitations (Figure 13), les projections montrent une tendance à l'augmentation des cumuls pluviométriques pendant les périodes humides, notamment durant la mousson du sud-ouest (juin-août) et la mousson du nord-est (décembre-février), ainsi qu'au cours des saisons de transition, dans une grande partie des Visayas, incluant Cebu. Les périodes traditionnellement humides pourraient devenir encore plus pluvieuses, tandis que les périodes sèches resteraient généralement sèches, bien qu'avec des épisodes ponctuels de fortes précipitations. À Cebu, les données indiquent une augmentation des précipitations pour la majeure partie de l'année, à l'exception des mois de mars, avril et mai où les niveaux restent similaires aux

valeurs observées sur la période de référence, maintenant une saison sèche marquée. En revanche, les périodes humides de juin à février tendraient à devenir plus humides, en particulier durant la mousson du sud-ouest, période durant laquelle l'intensification des précipitations est plus marquée.

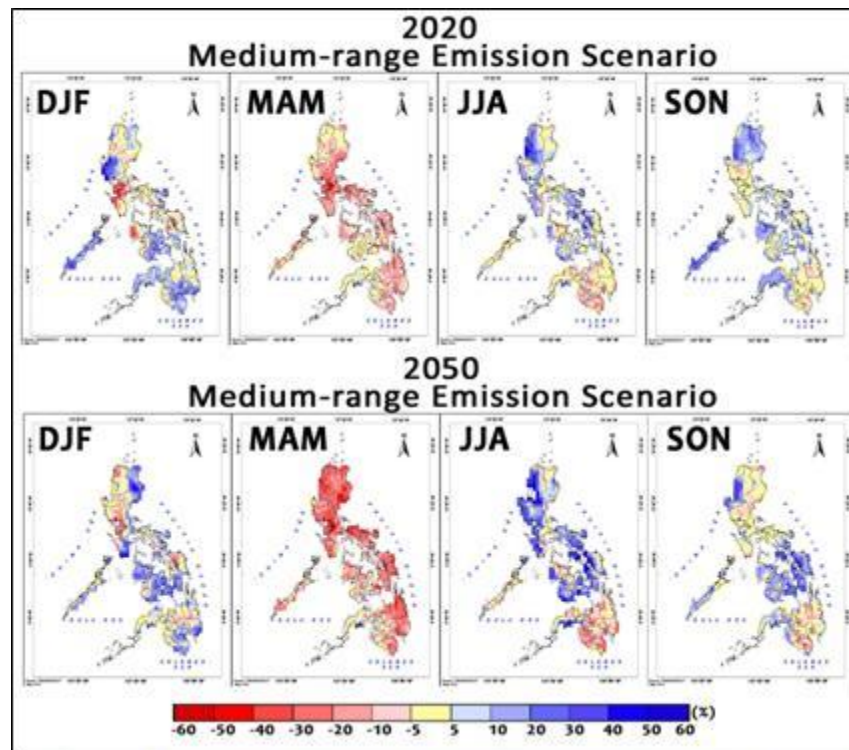


Figure 13 : Cartes de projections des précipitations aux Philippines (PAGASA, 2024)

Ces évolutions climatiques attendues à Cebu et aux Philippines traduisent une intensification des extrêmes, avec des saisons humides plus humides et des risques accrus d'inondations, ainsi qu'un allongement potentiel des épisodes de chaleur et de sécheresse pendant les périodes traditionnellement sèches. Ces éléments mettent en lumière l'importance d'intégrer les projections climatiques dans la planification urbaine et dans les stratégies d'adaptation pour renforcer la résilience des territoires face aux impacts futurs du changement climatique.

3.1.5 Causes des inondations

Les inondations constituent un aléa majeur dans les zones urbaines densément peuplées des Philippines comme Cebu City. Elles sont exacerbées par l'urbanisation rapide, les infrastructures de drainage obsolètes et une gestion inadéquate des déchets, mettant en péril la résilience urbaine (Muis et al., 2015).

3.1.5.1 Systèmes de drainage insuffisants et obsolètes

Le rapport FSFCA Prioritization Program (Flood Mitigation and Drainage Study for Cebu City) de 2005 (City of Cebu) (Annexe 1) identifie l'insuffisance et la vétusté des systèmes de drainage comme une cause principale des inondations dans la ville. Ces déficiences incluent des drains obstrués par des déchets solides et des sédiments, l'envasement des canaux réduisant leur capacité hydraulique, des infrastructures sous-dimensionnées et mal conçues, inadaptées aux volumes de ruissellement générés par les précipitations intenses.

Cette problématique persiste, car selon une entrevue menée avec un membre du Department of Engineering and Public Works - Cebu City Government (2025), les infrastructures de drainage n'ont pas connu d'amélioration structurelle significative depuis 2005, malgré l'augmentation des pressions urbaines et climatiques.

Ces constats se reflètent également dans le Barangay Basak à Lapu-Lapu City (ville voisine de Cebu City), où une étude similaire sur les inondations montre que 41,4 % des résidents subissent des inondations fréquentes, avec des débordements récurrents des caniveaux et des systèmes de drainage (Baguio et al., 2024).

3.1.5.2 Urbanisation rapide et augmentation du ruissellement

L'urbanisation entraîne la transformation des surfaces perméables en surfaces imperméables, réduisant l'infiltration des eaux pluviales et augmentant le ruissellement de surface (Trask, 2023). À Cebu City, le rapport FSFCA (City of Cebu, 2005) indique que le ruissellement pourrait potentiellement doubler pour des précipitations de même intensité en raison de l'aménagement non planifié des bassins versants, aggravant la surcharge des systèmes de drainage. Dans les zones à faible pente, les eaux peuvent alors stagner durablement après des précipitations (Baguio et al., 2024).

3.1.5.3 Gestion inadéquate des déchets solides

L'élimination inappropriée des déchets est un facteur aggravant. À Cebu City, les ordures ménagères et les déchets de construction bloquent fréquemment les systèmes de drainage,

provoquant leur débordement lors des pluies (City of Cebu, 2005). Dans l'étude de Baguio et al. (2024), 38,82 % des répondants attribuent directement les inondations à la présence de déchets dans les drains, réduisant la capacité d'écoulement et provoquant des inondations même lors de pluies modérées. Cette gestion inefficace des déchets accentue l'obstruction des drains et est identifiée comme un point critique pour la réduction des inondations.

3.1.5.4 Contraintes topographiques et marées

Les inondations sont particulièrement fréquentes dans les zones basses et plates de Cebu City où les eaux pluviales s'accumulent du fait d'une pente insuffisante pour permettre un écoulement rapide (City of Cebu, 2005). Près des zones côtières, l'effet combiné des marées hautes et des pluies intensifie les inondations, les exutoires étant souvent submergés, limitant ainsi le drainage. À Lapu-Lapu City, certaines zones connaissent des inondations atteignant une hauteur aux genoux et durant plus de 24 heures en raison de l'absence de pentes suffisantes, d'un drainage obstrué et de l'envasement des canaux (Baguio et al., 2024).

3.2 Les barangays Kalubihan, Pahina Central, Pari-an et Santo Niño

3.2.1 Justification du choix de ces zones

Bien que Cebu City constitue une zone d'étude pertinente au regard des problématiques de résilience urbaine face aux inondations, il est préférable de travailler à une échelle plus fine afin d'éviter des généralisations excessives et d'approfondir l'analyse contextuelle. Cebu City, en tant que métropole dense et complexe, présente d'importantes variations d'altitude, de densité de population et d'urbanisation, entraînant des niveaux différenciés de vulnérabilité aux inondations selon les quartiers.

À la suite de plusieurs entretiens réalisés avec des spécialistes en gestion des risques d'inondation, en ingénierie et en urbanisme au sein de la ville de Cebu (lors du terrain réalisé entre septembre et décembre 2024), l'attention s'est portée sur le secteur de Colon Street, identifiée comme l'une des zones les plus fréquemment inondées, affectant significativement les habitants

et les activités économiques locales (Almaden & Veloso, 2017). Colon Street, considérée comme la plus ancienne rue des Philippines, construite en 1565 et nommée en l'honneur de Christophe Colomb, est historiquement un axe structurant du développement urbain de Cebu (Lloren, 2015). Ce secteur, autrefois point central des commerces, cinémas et bureaux, est aujourd'hui un espace dense et vivant et historiquement marqué par les premières implantations commerciales et communautaires chinoises et espagnoles dans la ville.

L'importance économique et sociale de Colon Street se reflète encore aujourd'hui dans les activités commerciales du secteur, ce qui renforce la concentration humaine dans cette zone déjà vulnérable aux inondations (Almaden & Veloso, 2017). Par ailleurs, l'héritage patrimonial et l'urbanisation ancienne de Colon et de ses environs ont façonné un tissu urbain dense, parfois peu planifié et doté d'infrastructures de drainage limitées, contribuant à une exposition accrue aux inondations lors d'épisodes de fortes pluies.

Pour ces raisons, quatre barangays situés autour de Colon Street et intégrant les zones adjacentes à forte activité ont été sélectionnés : Kalubihan, Pahina Central, Pari-an et Santo Niño. Ils constituent un terrain d'étude pertinent pour analyser la résilience urbaine sous ses dimensions institutionnelle, communautaire et infrastructurelle dans un contexte tout en permettant des recommandations concrètes et contextualisées pour la réduction des vulnérabilités dans des quartiers emblématiques de Cebu City.

3.2.2 Caractéristiques géographiques et hydrologiques

Les barangays de Kalubihan, Pahina Central, Pari-an et Santo Niño sont situés dans la partie sud de Cebu City, au sein de son noyau historique (Figure 14). Ensemble, ils couvrent une superficie totale de 0,811 km², représentant environ 0,28 % de la surface totale de la ville. Malgré leur faible étendue géographique, ces barangays présentent une configuration spatiale intéressante dans l'analyse des dynamiques d'inondation en zone urbaine dense.

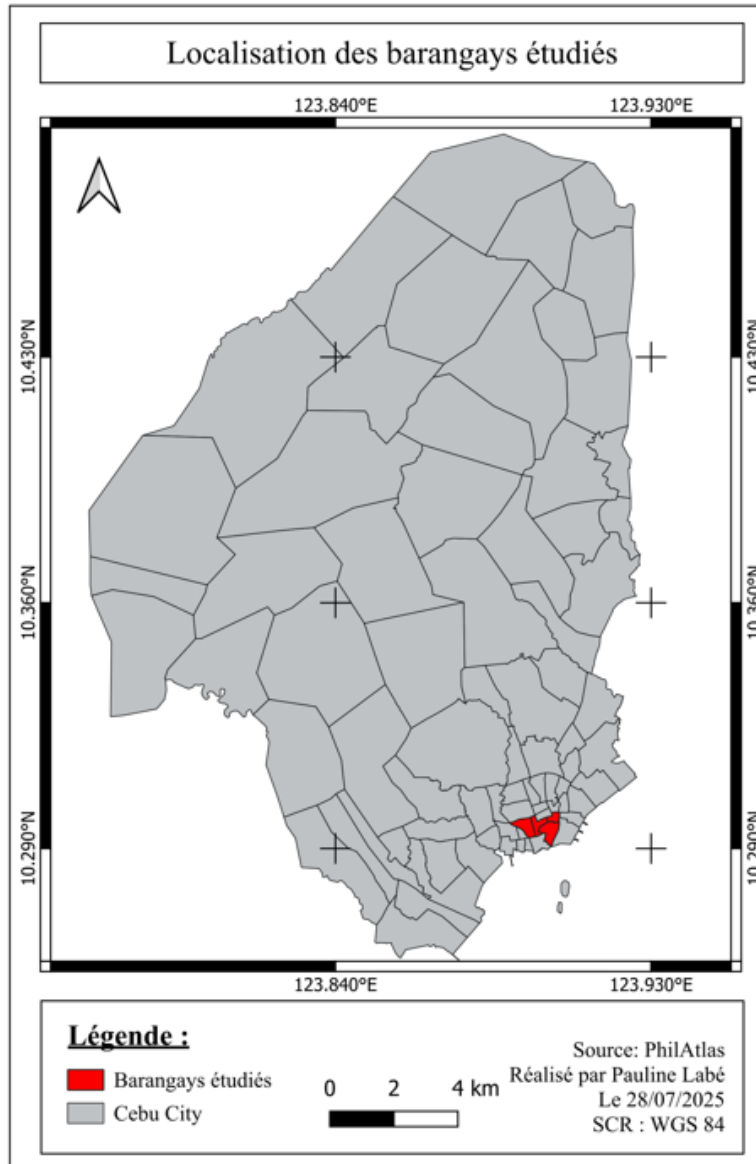


Figure 14 : Carte de localisation des barangays étudiés à Cebu City (Labé, 2025)

L'altitude dans varie entre 4 et 16 mètres au-dessus du niveau moyen de la mer. Le barangay Pahina Central se caractérise par les altitudes les plus basses, ce qui en fait une zone particulièrement vulnérable à l'accumulation des eaux de ruissellement et aux débordements fluviaux. À l'inverse, le barangay Kalubihan présente des altitudes plus élevées, bien que l'ensemble du secteur étudié reste situé en zone de basse altitude.

Sur le plan hydrographique, deux cours d'eau jouent un rôle structurant dans cette portion de la ville. La rivière Guadalupe, l'un des principaux axes de Cebu City, longe la limite ouest de Pahina Central. De plus, le Parian Estero, un cours d'eau secondaire, prend sa source dans le barangay de Pari-an et le traverse sur environ 178 mètres vers l'est.

La partie sud du barangay de Santo Niño présente une ouverture côtière de 195 mètres sur le littoral. Cette façade maritime, bien que limitée, accentue la sensibilité de la zone aux effets de la marée, aux tempêtes côtières et aux épisodes de remontée des eaux dans les systèmes de drainage, notamment lors de fortes précipitations associées à des marées hautes.

3.2.3 Contexte socio-économique, densité, vulnérabilités

La zone étudiée, composée des barangays Kalubihan, Pahina Central, Pari-an et Santo Niño, comptait une population totale de 8 141 habitants lors du dernier recensement disponible en 2020, soit environ 0,89 % de la population de l'ensemble de Cebu City. Toutefois, cette population est inégalement répartie entre les quatre barangays (Figure 15). Pahina Central concentre à lui seul 5 639 habitants, soit 69,3 % de la population de la zone étudiée, contre 13 % pour Pari-an, 9,6 % pour Santo Niño et 8,1 % pour Kalubihan (Figure 16).

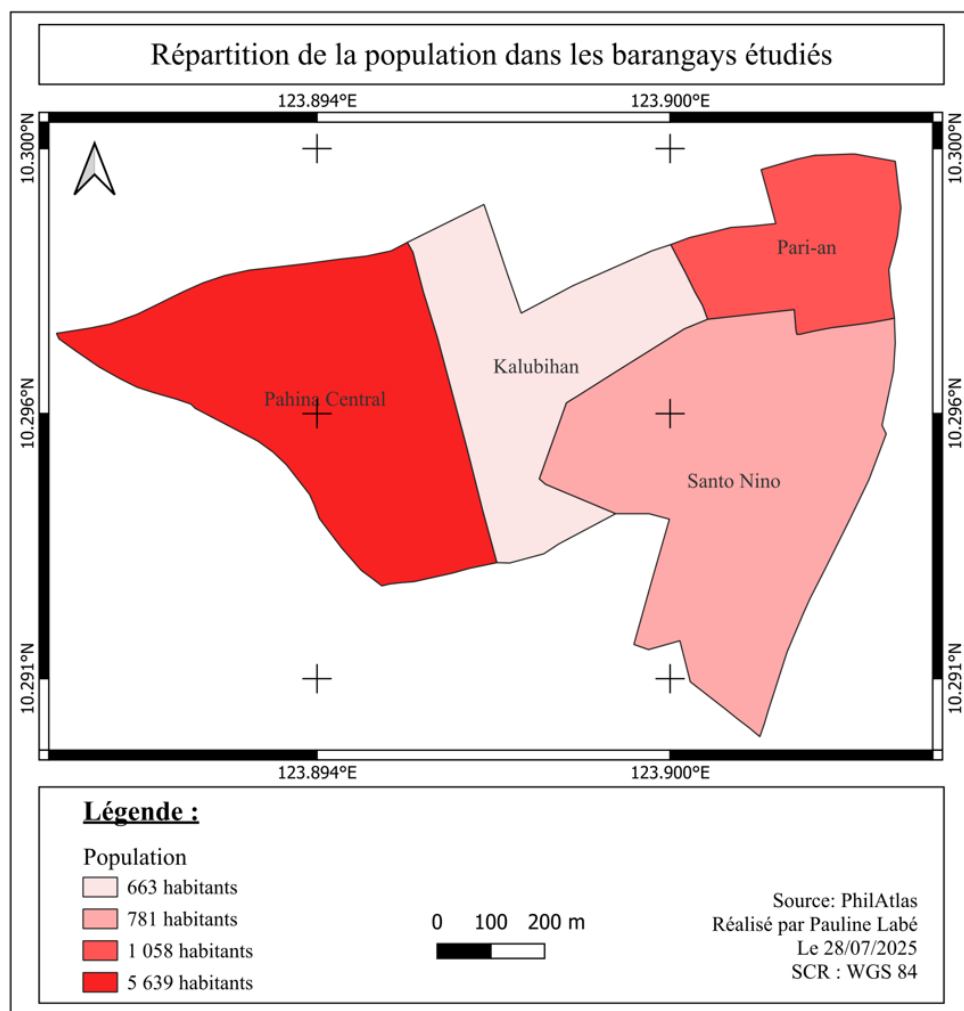


Figure 15 : Carte de la populations par barangays en 2020 (Labé, 2025)

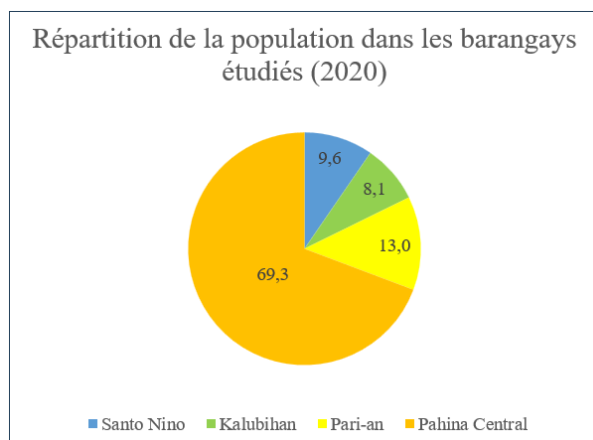


Figure 16 : Répartition de la population par barangays étudiés en 2020 (Labé, 2025)

L'analyse de la densité de population, plutôt que des valeurs absolues, permet de mieux rendre compte des disparités spatiales internes (Figure 17). Pahina Central demeure le barangay le plus densément peuplé, avec une densité de 21 891 habitants/km², soit plus du double de celle du deuxième barangay le plus dense. Il est suivi par Pari-an (10 873 hab./km²), Kalubihan (4 108 hab./km²) et enfin Santo Niño (2 646 hab./km²). Ces écarts de densité s'expliquent en grande partie par les fonctions de chaque barangay et par la nature de leur tissu urbain.

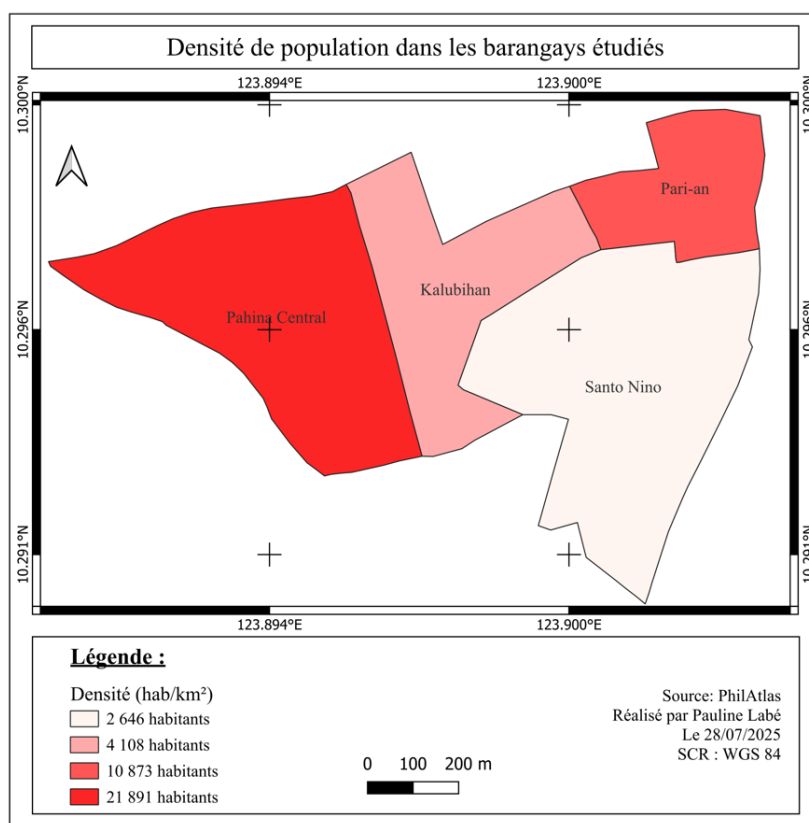


Figure 17 : Carte de la densité de populations par barangays en 2020 (Labé, 2025)

Le barangay Santo Niño, bien que situé en zone centrale, se caractérise par une densité relativement faible. Il s'agit du cœur historique, religieux et administratif de Cebu City. Il abrite notamment la Minor Basilica of the Holy Child of Cebu, la Cebu Metropolitan Cathedral, la croix de Magellan, le Archdiocesan Museum of Cebu, le campus Mabini de l'University of Southern Philippines Foundation ainsi que les bureaux du City Hall et d'autres administrations publiques. L'espace y est largement occupé par des bâtiments institutionnels ou à vocation commerciale, souvent à un seul étage avec un rez-de-chaussée commercial, ce qui limite considérablement l'espace dédié à l'habitat.

Kalubihan, quant à lui, présente une vocation davantage éducative et commerciale. Il accueille plusieurs établissements d'enseignement supérieur comme l'Asian College of Technology, les campus principaux de l'University of Cebu, de l'University of San Jose–Recoletos et de l'University of the Visayas. S'ajoutent de nombreux commerces de rue et centres commerciaux ainsi qu'une dizaine d'hôtels. Le bâti est hétérogène, allant du R+1 à des immeubles résidentiels de plusieurs étages, ce qui explique une densité modérée mais supérieure à celle de Santo Niño.

Le barangay Pari-an, à dimension également historique, abrite des monuments patrimoniaux tels que la Colon Obelisk et le Heritage of Cebu Monument. Il accueille également un centre d'aide sociale pour les enfants. La majorité des bâtiments, souvent à deux étages, présentent une configuration typique des zones commerçantes, avec des commerces en rez-de-chaussée. Toutefois, la part de logements y est plus importante que dans Kalubihan ou Santo Niño, ce qui contribue à une densité relativement élevée au regard de sa petite superficie.

Enfin, Pahina Central se distingue à la fois par sa forte densité et par la diversité de ses fonctions. On y trouve un hôpital, une gare routière, un complexe sportif, des écoles et plusieurs centres commerciaux. L'habitat y est varié, composé de bâtiments de un à quatre étages, mais aussi d'un nombre significatif d'habitations informelles. Cette composition urbaine explique la densité particulièrement élevée du barangay.

Les contrastes démographiques et fonctionnels entre ces barangays témoignent de la diversité des usages du centre-ville de Cebu, où coexistent quartiers institutionnels, zones résidentielles denses, pôles commerciaux et espaces éducatifs. Ces éléments influencent

directement la vulnérabilité sociale face aux inondations, notamment en lien avec les conditions de logement, l'accès aux services et la capacité d'adaptation des habitants.

3.2.4 Occupation des sols

L'analyse de l'occupation du sol dans les barangays de Kalubihan, Pahina Central, Pari-an et Santo Niño met en évidence une très forte urbanisation de la zone d'étude (Figure 18). En effet, 97,04 % du territoire est classé comme zone urbaine dense, ce qui reflète une artificialisation quasi totale des sols. Cette configuration limite fortement la capacité d'infiltration naturelle de l'eau, transformant l'essentiel de la surface en zone de ruissellement. L'imperméabilisation généralisée du sol constitue ainsi un facteur aggravant du risque d'inondation, en réduisant la capacité du milieu à absorber les eaux de pluie.

Les zones naturelles, très marginales, représentent seulement 2,96 % de la surface totale. Elles se répartissent en 1,63 % de couvert forestier, 1,05 % de végétation clairsemée et 0,28 % de prairies. Ces espaces verts sont principalement localisés dans les barangays de Santo Niño et Pahina Central, tandis que Kalubihan en présente la plus faible proportion. Leur rôle en tant que zones tampons écologiques reste alors limité.

Le territoire est par ailleurs fortement structuré par un réseau viaire dense. Les voies de circulation couvrent une part importante de l'espace et permettent une bonne accessibilité interne aux barangays. Parmi elles, Colon Street se distingue comme l'axe structurant principal : elle traverse les quatre barangays et constitue un corridor historique, commercial et fonctionnel majeur de Cebu City.

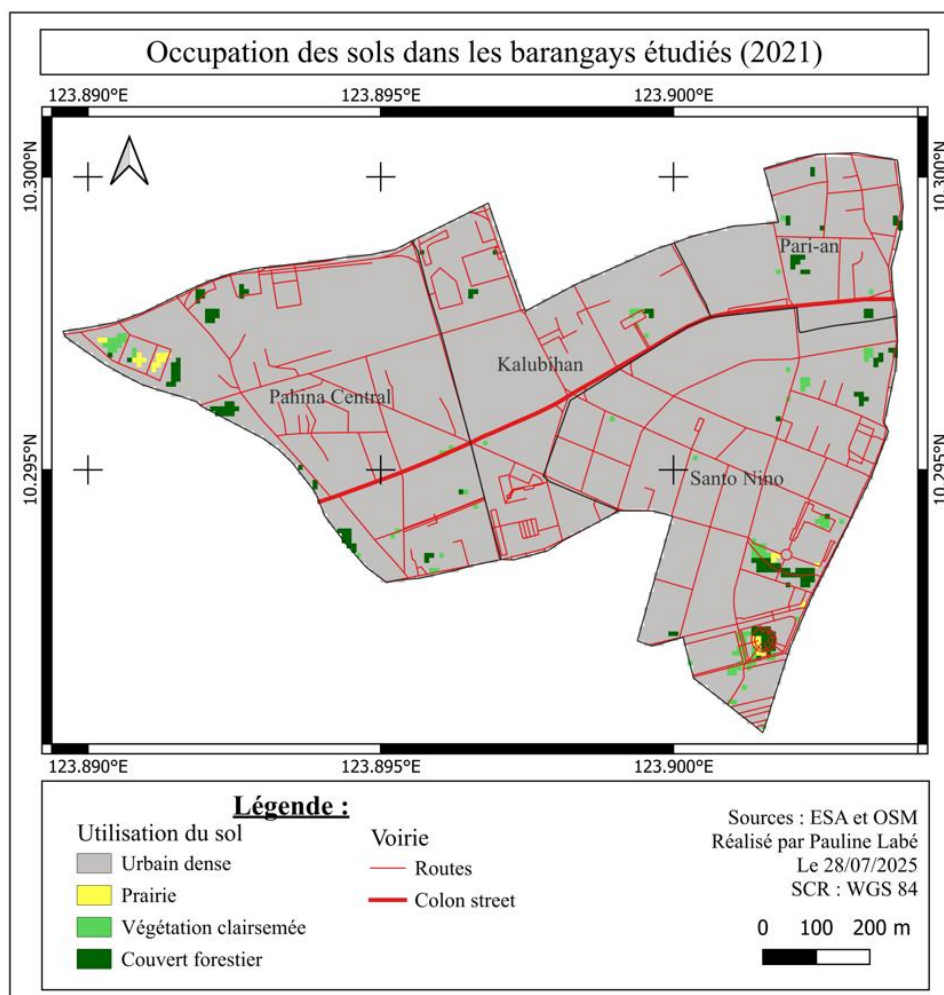


Figure 18 : Carte de l'occupation des sols dans les barangays étudiés en 2021 (Labé, 2025)

Ainsi, l'occupation du sol dans cette zone centrale de Cebu reflète une intensité urbaine élevée, typique des centres historiques des grandes villes philippines, marquée par un manque de surfaces perméables et une emprise importante des infrastructures routières. Ces caractéristiques accentuent les vulnérabilités face aux inondations, en réduisant les capacités naturelles d'absorption et en augmentant les risques de saturation des systèmes de drainage existants.

3.2.4 Causes des inondations

Les barangays de Kalubihan, Pahina Central, Pari-an et Santo Niño sont tous affectés de manière récurrente par des inondations, dont l'origine est principalement liée à un système de drainage inefficace, souvent envasé et obstrué par des déchets solides (Figure 19). Ces problèmes

sont aggravés par l'imperméabilisation généralisée des sols et la topographie relativement plane de certains secteurs, qui freinent l'évacuation naturelle des eaux pluviales (City of Cebu, 2005).

Le barangay de Pahina Central, situé en partie le long de la rivière Guadalupe et en zone côtière, constitue un point sensible en raison de sa faible altitude et de la saturation fréquente de ses infrastructures de drainage. Le terrain plat, combiné à l'envasement des conduites, rend cette zone particulièrement vulnérable, notamment lors d'épisodes pluvieux intenses (City of Cebu, 2005).

Le barangay de Pari-an présente une situation similaire. Plusieurs conduites d'évacuation y sont complètement envasées ou bloquées par du limon, tandis que les arrivées d'eau sont fréquemment obstruées par des déchets. Cette accumulation limite fortement la capacité du réseau à assurer un écoulement correct, provoquant des stagnations d'eau prolongées après les pluies (City of Cebu, 2005).

Dans le barangay de Santo Niño, le réseau de drainage est également fortement dégradé. Les canalisations sont en grande partie remplies de déchets solides, certaines étant totalement obstruées, ce qui entrave l'écoulement et génère des débordements fréquents. Le caractère plat du terrain accentue encore cette situation, en empêchant une évacuation gravitaire efficace (City of Cebu, 2005).

Le barangay de Kalubihan, bien qu'il se distingue par une topographie légèrement plus escarpée, n'échappe pas pour autant aux problèmes d'inondation. Le relief plus incliné pourrait favoriser un écoulement plus rapide de l'eau, mais cette dynamique est entravée par un réseau de drainage tout aussi défectueux que dans les autres barangays. Les conduites y sont fréquemment bouchées et remplies de déchets, ce qui empêche l'évacuation efficace des eaux pluviales (City of Cebu, 2005).

Ces éléments témoignent d'une vulnérabilité partagée entre les quatre barangays, malgré des conditions topographiques variables. L'urbanisation dense, l'absence de zones perméables et le manque d'entretien des infrastructures hydrauliques contribuent à l'aggravation du risque d'inondation, mettant en danger les habitants, les activités économiques locales et les équipements collectifs stratégiques.



Figure 19 : Etat des systèmes de drainage à (A) Pahina Central ; (B) Kalubihan ; (C) Parian ; (D) Pahina Central ; (E) Pahina Central ; (F) Santo Niño ; (G) Kalubihan ; (H) Santo Niño ; (I) Kalubihan (Labé, 2025)

Chapitre 4: Méthodologie

4.1 Approche méthodologique

La compréhension des dynamiques d'inondation et de résilience urbaine à Cebu City nécessite une approche méthodologique intégrée, combinant approches qualitatives, quantitatives et empiriques. Chacune de ces approches répond à des besoins spécifiques de la recherche et renforce la rigueur scientifique du travail.

4.1.1 Approche qualitative

L'approche qualitative se révèle indispensable pour saisir la perception des habitants, commerçants et des décideurs locaux face aux inondations, ainsi que pour documenter leurs pratiques d'adaptation au quotidien. Elle permet d'accéder au vécu subjectif des populations exposées et de comprendre les logiques sociales, économiques et culturelles influençant les comportements face au risque (Mustafa, 2023). Cette approche se matérialise à travers des entretiens semi-directifs, offrant une analyse sur les stratégies de résilience mises en œuvre individuellement et collectivement dans les barangays étudiés.

4.1.2 Approche quantitative

L'approche quantitative, dans ce travail, se matérialise par des enquêtes réalisées auprès des commerçants et des habitants, pour lesquels certaines questions fermées ont été conçues afin de produire des données quantifiables sur les impacts des inondations, les pratiques d'adaptation et les perceptions des risques. Ces données sont ensuite analysées à l'aide de méthodes statistiques descriptives et de visualisations graphiques (tableaux, diagrammes, cartes) afin d'identifier des tendances, des profils types d'adaptation et d'exposition, et d'établir des liens entre le niveau de préparation des ménages et commerçants et leur exposition aux inondations. Cette approche quantitative appliquée aux entretiens enrichit l'analyse en permettant de dépasser les seules impressions individuelles pour dégager des tendances collectives et renforcer la validité des résultats.

4.1.3 Approche empirique

L'approche empirique, quant à elle, se traduit par la présence prolongée sur le terrain à Cebu, permettant l'observation directe des conditions d'exposition, des infrastructures, des aménagements de drainage, et des pratiques d'adaptation locales. L'enquête de terrain, enrichie par des échanges informels et l'immersion dans les communautés, offre une compréhension des réalités locales et des enjeux contextuels souvent absents des données secondaires. Cela permet également de compléter et contextualiser les entretiens et données des enquêtes et également d'identifier les réalités de terrain.

4.1.4 Analyse multiscalaire

Ces approches combinées contribuent à une analyse multiscalaire du risque d'inondation et de la résilience urbaine, en récoltant des données objectives (cartes, données climatiques, observations physiques), des données subjectives (perceptions, ressentis, stratégies locales) et des observations in situ, permettant de confronter les représentations des acteurs aux réalités spatiales.

Ce choix méthodologique intégré assure une complémentarité des informations tout en garantissant la cohérence avec les objectifs de compréhension et d'évaluation de la résilience face aux inondations dans le contexte urbain tropical de Cebu City.

4.2 Recherche bibliographique

La recherche bibliographique a constitué une étape préalable essentielle dans la construction du cadre théorique et méthodologique de cette étude, permettant de saisir les éléments essentiels du phénomène d'inondation aux Philippines et de déterminer la zone d'étude. Dans un premier temps, l'analyse s'est centrée sur les inondations aux Philippines de manière générale, afin de comprendre l'ampleur du problème à l'échelle nationale, d'en appréhender les causes, et d'évaluer les réponses institutionnelles mises en place dans le pays. À cet égard, des articles scientifiques relatifs aux dynamiques d'inondation aux Philippines ont été consultés grâce aux ressources transmises par Madame Lou Ann Ocampo, contribuant à l'établissement des premiers repères contextuels.

Une fois la délimitation du sujet et de la zone d'étude précisée, la recherche bibliographique s'est concentrée sur le cas de Cebu City. Les bases de données Scopus et Google Scholar ont été mobilisées en utilisant des mots-clés tels que « *Cebu flooding* », avec un tri fait par pertinence et actualité, privilégiant les publications des dix dernières années afin de recenser les études récentes, d'identifier les tendances de recherche et de situer la présente étude dans le paysage scientifique existant. Ces premières lectures ont notamment mis en lumière l'importance des problématiques liées aux systèmes de drainage dans la gestion des inondations à Cebu, ainsi que la nécessité d'intégrer les dynamiques d'urbanisation dans l'analyse de la vulnérabilité et de la résilience urbaine. Une attention particulière a été portée aux auteurs récurrents dans le domaine, dans l'optique de les contacter en cas de besoin pour approfondir certaines informations.

La recherche a également intégré la consultation d'articles de presse récents, permettant de recueillir des informations sur le traitement médiatique des inondations à Cebu, mais également d'identifier les principaux acteurs institutionnels et non gouvernementaux impliqués dans la gestion du risque d'inondation. Cette étape a permis de recenser des organisations telles que le PAGASA, Oceana Philippines, le Water Resources Center Foundation Inc. (WRCFI), le World Weather Attribution, le Cebu City Disaster Risk Reduction and Management Office (CCDRMO) et le River and Coastal Management Council. La consultation de leurs sites web et les prises de contact avec ces institutions ont permis de collecter des données actualisées, d'accéder à des rapports et de comprendre le rôle de ces acteurs dans la gouvernance locale des inondations.

Dans le cadre de l'élaboration de l'enquête, des études existantes ont été analysées afin d'identifier les méthodologies d'enquête pertinentes, notamment en lien avec l'utilisation d'échelles de Likert dans les études de perception du risque. Les articles scientifiques relatifs à ce type de méthodologie ont permis d'assurer la validité des outils mobilisés sur le terrain. L'ensemble des lectures a été organisé dans un tableau de synthèse comprenant le titre, les auteurs, les objectifs, les méthodes, les résultats et des citations clés, facilitant la mobilisation ultérieure des références dans l'analyse.

Par ailleurs, les entretiens réalisés sur le terrain ont permis d'accéder à des documents institutionnels non disponibles en ligne, complétant utilement les sources secondaires collectées précédemment.

Dans une seconde phase, la recherche bibliographique s'est élargie afin de renforcer l'ancrage théorique du mémoire et d'approfondir la compréhension des concepts mobilisés. Les plateformes *MyULiège Library*, Scopus et Google Scholar ont été sollicitées pour consulter des

articles scientifiques relatifs aux thématiques traitées, en utilisant des mots-clés tels que « *urban vulnerability* », « *urban resilience* », « *urbanisation in the Global South* », « *climate change Cebu City* », « *climate Cebu* », « *flood vulnerability* », « *natural risk* », « *urban development* », entre autres. Cette étape a permis de consolider les définitions, de situer les concepts de vulnérabilité et de résilience urbaine dans le contexte des villes du Sud, et d'étayer les analyses relatives aux dynamiques d'urbanisation et aux effets du changement climatique sur les risques d'inondation à Cebu City.

Tout au long de la recherche bibliographique, une attention particulière a également été portée aux bibliographies des articles consultés, permettant d'identifier des références pertinentes et parfois difficiles à repérer via les moteurs de recherche traditionnels, enrichissant ainsi le corpus de lecture et consolidant la base documentaire mobilisée dans ce travail.

Ainsi, la recherche bibliographique, a permis de contextualiser la problématique, d'orienter le choix des méthodologies de terrain, et d'assurer la robustesse théorique et scientifique de l'analyse menée dans le cadre de ce mémoire.

4.3 Collecte de données

4.3.1 Données cartographiques

Le traitement cartographique réalisé dans le cadre de ce travail s'inscrit dans une perspective de reproductibilité scientifique. Les analyses ont été menées à l'aide du logiciel QGIS version 3.34 Prizren, choisi pour ses fonctionnalités avancées en analyse spatiale et sa compatibilité avec divers formats de données géographiques. Les cartes ont été réalisées en projection mondiale (SCR : WGS 84 ; EPSG : 4326). L'utilisation des systèmes d'informations géographiques est indispensable dans l'étude et l'analyse de la vulnérabilité et du risque (Chan et al., 2022).

L'accès aux éléments cartographiques nécessaires à cette recherche s'est avéré complexe, en raison de la disponibilité limitée des données détaillées à l'échelle locale. Néanmoins, plusieurs sources fiables ont été mobilisées afin de constituer une base de données géographiques cohérente pour le traitement cartographique.

Les limites administratives de Cebu City, incluant les frontières municipales et les délimitations des barangays, ont été obtenues au format *shapefile* via le site *Humanitarian Data Exchange*⁶, les données provenant de la *National Mapping and Resource Information Authority (NAMRIA)* et de la *Philippines Statistics Authority (PSA)*. Ces couches ont permis de structurer le cadre spatial d'analyse et de réaliser des découpages précis des autres couches de données selon les limites de Cebu City, facilitant ainsi le traitement et l'analyse des données à l'échelle municipale et des barangays. En complément, les limites nationales et régionales ont été téléchargées depuis le site *Simplemaps*⁷, afin d'ajouter une échelle de lecture géographique élargie.

Un Modèle Numérique de Terrain (MNT) de 100x100m a été téléchargé depuis le site *SRTM Data*⁸, la donnée étant issue du *CGIAR - Consortium for Spatial Information* sous le format Geo TIFF. Ce MNT a permis de générer une couche des pentes, facilitant l'analyse des zones susceptibles d'accumuler ou de drainer rapidement les eaux en fonction des caractéristiques topographiques. Pour le rendu visuel, le type de rendu a été configuré en « pseudo couleur à bande unique » avec interpolation linéaire, et une palette de couleurs a été élaborée à partir de la catégorie *topography* de *cpt-city*, en sélectionnant le jeu de couleurs « elevation ». Les teintes ont été ajustées manuellement afin d'optimiser la lisibilité des cartes tout en respectant les conventions de représentation cartographique, permettant une identification facile des variations de pentes dans les différentes zones de la ville.

Les couches vectorielles des réseaux routiers, des bâtiments, des rivières, des lacs et des étangs ont été téléchargées sur le site *Geofabrik Download*⁹, les données étant issues d'*OpenStreetMap*. Un travail de stylisation a été réalisé sur chacune de ces couches afin d'améliorer la lisibilité des cartes produites, en attribuant à chaque type d'élément des couleurs distinctes et cohérentes avec les standards de cartographie thématique.

L'occupation du sol a été analysée à partir des données fournies par le projet WorldCover de l'Agence Spatiale Européenne¹⁰. Le jeu de données utilisé est un raster de résolution 10 mètres, daté de 2021. Le traitement de ce raster s'est appuyé sur la création d'un rapport de valeurs uniques, permettant d'identifier la part que représentent les classes d'occupation du sol présentes

⁶ <https://data.humdata.org/dataset/cod-ab-phl>

⁷ <https://simplemaps.com/gis/country/ph#admin1>

⁸ <https://srtm.csi.cgiar.org/download>

⁹ <http://download.geofabrik.de/asia/philippines.html>

¹⁰ <https://viewer.esa-worldcover.org/worldcover/>

sur la zone d'étude. Cette méthode consiste à extraire l'ensemble des valeurs de pixels contenus dans le raster, puis à leur attribuer des couleurs spécifiques et des légendes explicites, facilitant ainsi l'interprétation visuelle et l'analyse quantitative des types d'occupation du sol.

Les données démographiques ont été extraites du site *PhilAtlas*¹¹, puis intégrées dans les tables d'attributs des couches de barangays. Une classification a ensuite été réalisée selon la méthode des discontinuités naturelles (Jenks) pour travailler sur les données de population en 2020 et sur la densité de population pour cette même année. Ce mode de classification est particulièrement adapté à la représentation de données présentant des regroupements naturels ou avec des écarts marqués entre les valeurs. Il a été choisi afin de mieux faire ressortir les contrastes de population entre barangays. Contrairement à une répartition égale ou à une classification par quantiles, la méthode de Jenks minimise la variance intra-classe tout en maximisant la variance inter-classe, ce qui permet une meilleure lisibilité et une représentation plus fidèle de la structure des données démographiques. Pour la carte de la répartition des populations en 2020 cinq classes ont été choisies pour refléter les différences entre barangays, tout en gardant une lisibilité correcte tandis que pour celle de la densité de population, il était préférable de les diviser en six classes afin de mieux mettre en valeur les différences qui étaient plus marquées tout en gardant le côté lisible d'un seul coup d'œil.

Pour la cartographie des zones inondables, les couches vectorielles de trois périodes de retour (5, 25 et 100 ans) ont été téléchargées depuis la plateforme NOAH¹² (Nationwide Operational Assessment of Hazards). Ce portail est développé par des institutions gouvernementales et scientifiques philippines et il fournit des données géospatiales relatives aux risques naturels dans le but que ce soit accessible à tous et d'améliorer la préparation et la gestion des catastrophes. Les couches ont été stylisées à l'aide de teintes bleues semi-transparentes (75%, 50% et 25%). Cette représentation permet à la fois de visualiser l'étendue des zones inondables tout en conservant la lisibilité. Un fond de carte issu d'OpenStreetMap (OSM), disponible dans le catalogue de base de QGIS, a été ajouté comme arrière-plan afin de contextualiser les zones. Enfin, les cours d'eau ont également été intégrés à la carte, car ils jouent un rôle central dans la dynamique des crues. Leur visualisation permet de mieux comprendre l'origine et le cheminement des eaux

¹¹ <https://www.philatlas.com/visayas/r07/cebu-city.html>

¹² <https://noah.up.edu.ph/know-your-hazards/flood>

lors des épisodes d'inondation, ainsi que d'identifier les zones susceptibles de subir des débordements.

Chaque couche de données a été découpée selon l'emprise de Cebu City dans un premier temps puis selon l'emprise de la zone étudiée dans un second temps, ce qui a permis de réduire la taille des fichiers et d'optimiser les performances de traitement lors des opérations cartographiques, notamment lors du passage à l'échelle des barangays. Ce découpage a permis de conserver une cohérence d'analyse spatiale sur l'ensemble du territoire de Cebu City tout en permettant des analyses localisées à l'échelle des barangays, en lien avec les autres données collectées dans le cadre de cette recherche. Seules les couches des zones d'inondations n'ont pas pu être coupées à cause de leur taille trop importante et de la lenteur des actions. La carte a alors été élaborée selon l'emprise choisie.

L'ensemble de ces traitements cartographiques a permis de constituer une base de données spatiales robuste, facilitant l'analyse des zones d'exposition aux inondations, la visualisation des infrastructures critiques, et la compréhension des interactions entre la topographie, l'occupation du sol et les dynamiques d'inondation à Cebu City, tout en garantissant la possibilité de reproduire ces étapes méthodologiques dans le cadre d'études futures.

4.3.2 Données climatiques

Dans le cadre de cette étude, une demande officielle de données climatiques a été formulée auprès du PAGASA à la suite d'un entretien avec Alfredo Jr. Quiblat, en fournissant une pièce d'identité, une lettre de projet ainsi qu'une lettre de réclamation. Les données sollicitées concernaient les températures moyennes, les précipitations cumulées, les précipitations maximales et minimales journalières, ainsi que les principaux événements d'inondations et les typhons majeurs sur une période de 30 ans (de 1994 à 2024). Les données obtenues se limitaient aux dix typhons les plus significatifs ayant touché Cebu City au cours de cette période ainsi qu'aux précipitations cumulées mensuelles.

Pour compléter ces informations, des données ont été téléchargées via NASA POWER - Data Access Viewer (DAV)¹³, en sélectionnant un point de référence situé de manière centrale

¹³ <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

dans la zone d'étude (Latitude 10.295, Longitude 123.9025). Des données journalières issues de la catégorie « agrometeorology » ont été extraites pour la période du 1^{er} janvier 1981 (date des plus anciennes données disponibles) au 31 décembre 2024 afin de disposer de séries temporelles complètes, incluant les paramètres « precipitation », « temperature at 2 meters », « temperature at 2 meters maximum » et « temperature at 2 meters minimum ». Ces deux derniers n'ont finalement pas été utilisés. Les données ont été exportées au format CSV pour leur traitement dans le logiciel Excel. Des données mensuelles ont également été téléchargées au même point géographique, en se concentrant sur les paramètres « temperature at 2 meters » et « precipitation sum average » afin de faciliter certaines analyses graphiques.

Le premier traitement réalisé a consisté en la création de graphiques descriptifs utilisés pour la présentation du climat du deuxième chapitre. Chaque paramètre a été examiné individuellement afin d'en observer les tendances, puis combiné dans un diagramme ombrothermique, en utilisant les données mensuelles afin de réduire les manipulations sur les données journalières. Le diagramme ombrothermique a été construit sous la forme d'un graphique combiné, avec les précipitations mensuelles représentées par un histogramme sur un axe secondaire et les températures par une courbe, en appliquant la règle $P=2T$ recommandée pour ces diagrammes (Lebourgeois et Piedallu, 2005).

Les tendances de température sur les 44 années d'étude ont ensuite été analysées par le calcul de moyennes annuelles, permettant la création d'un graphique en courbe affichant l'évolution interannuelle des températures. L'axe des températures a été paramétré entre 26,5°C et 28,5°C avec un intervalle de 0,5°C pour une lecture précise, et une tendance linéaire a été ajoutée avec son équation, permettant de quantifier cette évolution.

Concernant les précipitations, les cumuls annuels ont été calculés en additionnant les précipitations mensuelles pour chaque année, puis présentés sous forme d'histogramme, auquel une tendance linéaire et son équation ont été intégrées pour observer l'évolution des précipitations cumulées sur la période d'étude.

Par la suite, l'analyse des extrêmes a été conduite sur les données journalières afin de déterminer si l'augmentation des précipitations résulte d'une augmentation des événements extrêmes ou du nombre de jours de pluie. Conformément aux recommandations de l'OMM, (2021),

un seuil de 50 mm de précipitations en 24 heures a été retenu pour identifier les événements de fortes pluies dans les zones tropicales, conformément aux pratiques établies dans la littérature (Shaffie et al., 2019). Pour chaque événement dépassant ce seuil, la date correspondante a été extraite, puis recoupée avec les données du site Kitamoto Asanobu - National Institute of Informatics¹⁴, qui répertorie les typhons par année au niveau mondial, afin de vérifier si ces épisodes de fortes précipitations étaient associés à un passage de typhon. Ces informations ont été organisées sous forme de tableaux par décennies, permettant d'observer l'évolution de la fréquence des événements de précipitations extrêmes sur des périodes de dix ans et de mettre en perspective leur éventuelle corrélation avec les épisodes typhoniques.

Afin d'évaluer si l'évolution des précipitations totales résulte d'une augmentation de la fréquence des jours de pluie ou d'une intensification des événements extrêmes, le nombre de jours de pluie a été calculé pour chaque année sur la période étudiée. Conformément au seuil recommandé par l'OMM (Organisation Météorologique Mondiale) pour définir un jour de pluie, un seuil de 1 mm de précipitation par jour a été appliqué (WMO, 2017). Cette extraction a été réalisée en filtrant le jeu de données journalières dans Excel, année par année, afin de sélectionner l'ensemble des jours présentant des précipitations supérieures ou égales à 1 mm. Le comptage de ces jours a ensuite été intégré dans une feuille de calcul dédiée, permettant de constituer une série temporelle complète sur 44 ans. Un graphique en courbe a été produit afin d'illustrer l'évolution annuelle du nombre de jours de pluie. L'axe vertical a été paramétré entre 150 et 325 jours, avec un intervalle de 25 jours pour optimiser la lisibilité et faciliter l'interprétation des tendances. Une courbe de tendance linéaire ainsi que son équation ont été ajoutées au graphique dans le but de quantifier la dynamique d'évolution sur la période étudiée.

L'analyse des maxima annuels de précipitations a été menée afin d'étudier les tendances d'intensification des événements extrêmes. Pour ce faire, les données journalières ont été triées de manière décroissante année par année afin d'extraire, pour chaque année, la valeur maximale quotidienne de précipitation, ces valeurs étant ensuite rassemblées dans une feuille de calcul spécifique. Ces maxima annuels ont été visualisés sous forme de graphique en courbe afin de permettre le suivi de leur évolution interannuelle. L'axe vertical a d'abord été paramétré de 20 mm à 180 mm avec un intervalle de 20 mm afin de couvrir l'ensemble des valeurs enregistrées. Compte

¹⁴ <https://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/>

tenu de la présence d'une année présentant une valeur exceptionnellement élevée, l'axe a été ajusté entre 25 mm et 125 mm avec un intervalle de 25 mm pour vérifier la robustesse de la tendance linéaire et s'assurer que celle-ci n'était pas biaisée par la valeur atypique. La courbe de tendance linéaire et son équation ont également été ajoutées à ce graphique afin de quantifier et visualiser l'évolution potentielle des maxima annuels sur la période analysée. L'analyse de ces deux graphiques permettra de déterminer si l'évolution des précipitations totales sur la période étudiée résulte principalement d'une intensification des précipitations extrêmes ou d'une augmentation du nombre de jours de pluie.

Enfin, une analyse des extrêmes a été réalisée en utilisant la loi des valeurs extrêmes généralisée (Generalized Extreme Value - GEV) afin de modéliser les précipitations extrêmes et d'évaluer leur évolution dans le temps, conformément aux recommandations méthodologiques de l'OMM (WMO, 2023) et aux standards reconnus pour l'analyse des risques climatiques (Shaffie et al., 2019). Cette méthode permet d'estimer les valeurs de précipitations associées à différentes périodes de retour (2 ans, 5 ans, 10 ans, 20 ans, etc.) afin d'évaluer la fréquence et l'intensité attendues des événements extrêmes sur le long terme.

L'analyse a été réalisée sur Excel à partir des maxima annuels de précipitation journalière extraits pour chaque année de la période 1981-2024, constituant ainsi un ensemble de 44 valeurs utilisées pour l'ajustement de la loi GEV. La fonction de répartition cumulative de la loi GEV est définie par la formule suivante :

$$F(x)=\exp\{-[1+\xi(\sigma x-\mu)]^{-1/\xi}\}$$

Pour :

$$1+\xi(\sigma x-\mu)>0$$

Où μ correspond au paramètre de position, σ au paramètre d'échelle et ξ au paramètre de forme. L'estimation de ces paramètres a été réalisée grâce à la liste des maxima annuels, accompagnés du calcul de la fonction de densité de probabilité GEV pour chaque valeur selon des estimations initiales des paramètres μ , σ et ξ , ainsi que du logarithme de cette densité. La log-vraisemblance a ensuite été calculée en additionnant les logarithmes de chaque densité, permettant d'ajuster automatiquement les trois paramètres afin d'obtenir le meilleur ajustement possible à la série de données. Une fois les paramètres estimés, les quantiles associés aux périodes de retour souhaitées ont été calculés à partir de la formule :

$$x_T=\mu+\xi\sigma[(-\ln(1-T))^{-\xi}-1]$$

Où x_T correspond à la précipitation attendue pour une période de retour de T années. Sur Excel, ce calcul a été opérationnalisé en calculant d'abord $-\ln(1-1/T)$, puis en élevant cette valeur à la puissance ξ , avant d'appliquer la formule complète pour obtenir le quantile de précipitation estimé. Cette procédure a permis de générer les précipitations attendues pour des périodes de retour de 2 ans, 5 ans, 10 ans, 20 ans et 50 ans, en lien avec l'évaluation des risques extrêmes dans le contexte des inondations à Cebu City. Les résultats ont été visualisés à l'aide d'un graphique en courbe sur Excel, présentant en abscisse les périodes de retour et en ordonnée les quantiles de précipitations calculés, permettant d'observer l'évolution et l'intensité attendue des précipitations extrêmes selon les périodes de retour étudiées.

4.3.3 Entretiens avec les acteurs institutionnels locaux

La première étape de cette recherche a consisté à consulter la littérature existante sur les inondations à Cebu afin d'identifier les enjeux locaux majeurs mais également de cibler les institutions et acteurs pertinents à rencontrer pour obtenir des informations spécifiques, souvent absentes des publications scientifiques. Une sélection a alors été faite et une lettre de présentation expliquant le sujet du travail a été rédigée et transmise par courriel aux institutions suivantes : PAGASA, Oceana, University of San Carlos - Water Resources Center Foundation, Coastal Conservation and Education Foundation, CCDRRMO, Jao Hallen Banados et I. P. Quijano (chercheurs sur la gestion des eaux pluviales à l'UP Cebu), Joseph Espina (responsable du City Planning and Development Office, CPDO), Department of Engineering and Public Works (DEPW), Philippine Disaster Resilience Foundation, le service International Humanitarian Law de la Croix-Rouge Philippine, et Greenpeace Philippines. Face à l'absence de réponses dans les jours suivants, des visites directes ont été effectuées dans les bureaux concernés afin de déposer la lettre en main propre et de solliciter des échanges en présentiel.

4.3.3.1 CPDO

Le CPDO joue un rôle central dans l'intégration des risques d'inondation dans les politiques d'urbanisme de Cebu City. Il est chargé, entre autres, de la planification territoriale, de la régulation des constructions et de la coordination de projets d'aménagement. Un entretien semi-directif d'1h30 a été réalisé avec le chef du bureau, Joseph Espina, permettant de recueillir des

informations détaillées sur la prise en compte des inondations dans les documents de planification, les normes de construction et la gestion des systèmes de drainage. Des documents sur les projets futurs ont été fournis pour étude et des échanges complémentaires ont eu lieu ultérieurement par messages pour répondre à des questions spécifiques.

4.3.3.2 Cebu City Environment and Natural Resources Office (CCENRO)

Le CCENRO est impliqué dans la gestion environnementale de la ville, incluant la gestion des ressources naturelles et des eaux pluviales. Un passage dans les bureaux a permis de présenter le sujet de recherche aux membres du personnel présents. Toutefois, l'interlocuteur susceptible de fournir des informations plus précises étant absent ce jour-là, aucun suivi n'a été effectué malgré la prise de contact.

4.3.3.3 DEPW

Le DEPW est en charge de l'entretien et de l'amélioration des infrastructures publiques, notamment des systèmes de drainage et des réseaux routiers, essentiels dans la gestion des inondations à Cebu City. Sans rendez-vous préalable, j'ai pu échanger avec Ma. Lilibeth Del Mar, assistante du responsable de bureau, pendant environ 30 minutes. L'entretien, informel, a porté sur les systèmes de drainage existants et leurs limites, ainsi que d'obtenir des recommandations vers d'autres entités locales, notamment le CCDRRMO, le CPDO, et le collectif communautaire Gubat sa Baha.

4.3.3.4 CCDRRMO

Le CCDRRMO coordonne les actions de prévention, préparation et réponse aux catastrophes naturelles, y compris les inondations. Lors de la visite dans ses locaux, une première tentative de contact n'a pas permis d'obtenir d'entretien avec le responsable. Une discussion a toutefois été engagée avec l'assistante du bureau, qui a reçu les documents de présentation du projet et les coordonnées de contact. Malgré cela, aucune suite n'a été donnée à la demande de rendez-vous avec le responsable ou de transmission de données.

4.3.3.5 Gubat sa Baha

Gubat sa Baha est un collectif institutionnel formalisé en août 2022 par un ordre exécutif municipal. Il regroupe des acteurs institutionnels, techniques et communautaires dans le but de renforcer la résilience urbaine face aux inondations à Cebu City. Ses missions principales incluent le nettoyage des principaux cours d'eau, la gestion des systèmes de drainage, la récupération des zones tampons¹⁵, ainsi que la planification et la mise en œuvre de bassins de retenue dans les zones particulièrement vulnérables.

Lors de l'entretien mené avec le responsable du collectif, plusieurs points ont été abordés, notamment les circonstances de création de l'organisation, les initiatives mises en œuvre sur le terrain, l'état des infrastructures de drainage, ainsi que les difficultés rencontrées dans la conduite de leurs actions. Bien qu'aucune donnée numérique exploitable (au format shapefile ou CSV) n'ait pu être fournie, un exemplaire imprimé du rapport *Flood Mitigation and Drainage Study for Cebu City* (2005) a été prêté pour consultation. Ce document, non disponible en ligne, comporte des informations sur les systèmes de drainage et les zones inondables de la ville et a constitué une source d'appui importante pour l'analyse menée dans le cadre de cette étude.

4.3.3.6 PAGASA Mactan

Le PAGASA est l'institution nationale de référence pour les données météorologiques et climatiques, essentielles pour l'étude des inondations. Un entretien semi-directif d'environ 50 minutes a été réalisé avec le responsable de l'antenne de Mactan, Alfredo Jr. Quiblat. L'échange a permis d'aborder les modalités de collecte et de vérification des données, les modèles climatiques utilisés, ainsi que les relations de collaboration entre PAGASA et les institutions locales. Une démonstration de la procédure de demande de données en ligne a été effectuée sur place, accompagnée d'une présentation des projections climatiques disponibles et d'une discussion générale sur la problématique des inondations dans le contexte philippin.

¹⁵ Bandes de terrain légalement protégées, généralement de 3 mètres de part et d'autre des rivières, destinées à permettre l'écoulement naturel de l'eau et à prévenir les inondations. Leur récupération implique l'évacuation des constructions qui les occupent illégalement.

Ces rencontres ont été fondamentales pour compléter la littérature existante, en intégrant des informations contextuelles, des perceptions d'acteurs locaux et des documents techniques non disponibles en ligne. Elles ont permis d'établir un lien entre les dimensions institutionnelles, techniques et communautaires de la gestion des inondations à Cebu City, éléments centraux pour l'analyse de la résilience urbaine menée dans ce travail.

4.3.4 Enquête

Dans le cadre de cette recherche, la collecte de données empiriques a été réalisée à travers deux questionnaires distincts : l'un destiné aux habitants et l'autre aux commerçants des barangays sélectionnés à Cebu City. Cette double approche permet de saisir les perceptions différenciées d'acteurs clés du territoire, en particulier dans des zones à forte activité économique comme Colon Street. Prendre en compte les commerçants s'inscrit dans une logique d'analyse inclusive, tenant compte des dynamiques économiques locales dans les projets d'adaptation ou de transformation urbaine (Baguio et al., 2024 ; Nuzir et al., 2014).

L'élaboration des questionnaires repose sur une revue ciblée de la littérature afin d'assurer la cohérence et la pertinence scientifique des questions. Plusieurs travaux ont servi de référence : l'étude de Baguio et al. (2024) sur les pratiques de gestion des inondations à Lapu Lapu (province de Cebu), celle de et Bañados (2022) sur les problématiques de drainage à Mandaue, et les travaux de Nuzir et al. (2014) sur la résilience urbaine à Cebu City. Ces références ont permis de structurer le contenu autour de thèmes clés telles que la perception du risque, la préparation individuelle et collective, la relocalisation, ainsi que la compréhension du changement climatique.

Afin d'explorer des perceptions et attitudes complexes, la majorité des questions fermées ont été construites selon un format à échelle de Likert à cinq modalités, typiquement structurée de « pas du tout d'accord » à « tout à fait d'accord », ou de « jamais » à « toujours » selon la formulation. Ce format est reconnu pour sa pertinence dans la mesure des opinions subjectives, des niveaux d'engagement ou encore des perceptions face au risque (Batterton & Hale, 2017). Il permet de capter des nuances de réponse, tout en facilitant le traitement statistique. L'utilisation d'échelles de Likert favorise également la participation grâce à une interface de réponse intuitive et rapide à comprendre (Batterton & Hale, 2017).

Dans le présent travail, ces échelles ont été utilisées notamment pour agréger les perceptions sur des thématiques telles que la réactivité des autorités locales, la familiarité avec le

changement climatique, ou encore les causes perçues des inondations. Ce choix s'inscrit dans une volonté d'objectiver des attitudes souvent complexes, tout en assurant une exploitation cohérente des données quantitatives.

4.3.4.1 Structure du questionnaire

Le questionnaire a été conçu pour être concis, compréhensible, et administrable en 5 à 10 minutes, afin de maximiser le taux de réponse tout en limitant la fatigue des répondants. Le texte d'introduction, identique pour les deux versions du questionnaire, a été rédigé de manière neutre et concise. Il présentait brièvement le sujet général de l'enquête, à savoir le risque d'inondation à Cebu City, sans entrer dans les détails de la problématique ou des hypothèses de recherche, afin d'éviter toute influence sur les réponses. L'introduction précisait également le caractère volontaire et anonyme de la participation, la confidentialité des données collectées, ainsi que le cadre strictement académique dans lequel les informations allaient être exploitées. La durée estimée de remplissage (entre 5 et 10 minutes) était mentionnée afin de favoriser l'engagement. Enfin, une formule incitative soulignait l'importance de la contribution des participants à une recherche visant à améliorer les stratégies de gestion du risque et de résilience dans les zones vulnérables. Une adresse courriel de contact était également fournie pour permettre aux répondants d'obtenir des informations complémentaires ou de poser des questions.

Le questionnaire adressé aux populations est composé de cinq sections principales tandis que celui adressé aux commerçants de six sections (Tableau 1) (Questionnaire complet en Annexe 2 et Annexe 3).

4.3.4.1.A Informations personnelles (ou commerciales)

Cette première section permet de contextualiser les réponses. Pour les habitants, des variables telles que l'âge, le genre, l'adresse (au niveau du barangay ou de la rue), l'étage d'habitation (facteur déterminant dans l'exposition à l'eau), la durée de résidence, et la taille du ménage ont été collectées.

Pour les commerçants, les informations collectées comprennent le nom et l'adresse du commerce, le type d'activité, la taille de l'établissement, l'ancienneté et la composition du personnel. Une question supplémentaire détermine si le répondant vit dans son commerce, dans le but d'évaluer son exposition.

4.3.4.1.B Perception du risque d'inondation

Cette section vise à documenter la fréquence, l'intensité et les effets perçus des inondations. Les répondants sont interrogés sur le nombre d'événements moyen par an, la hauteur moyenne et maximale des eaux, le temps de stagnation, et la date de la plus forte inondation vécue. Pour les commerçants, des questions supplémentaires ont été intégrées concernant l'impact sur les horaires d'ouverture et les délais de remise en service.

4.3.4.1.C Préparation et engagement communautaire

Une première question sur les réactions en cas d'inondation permet d'évaluer le niveau de préparation individuelle. Les participants peuvent sélectionner jusqu'à trois réponses parmi des actions préétablies (elles diffèrent selon si on s'adresse à un habitant d'un des barangays ou à un des commerçants) ce qui facilite l'identification des priorités et la comparaison des pratiques (Bignami et al., 2019). Limiter le choix à trois réponses maximise la lisibilité statistique et évite la dispersion des informations. Les types de dégâts subis, les causes perçues des inondations (parmi lesquelles le mauvais entretien des systèmes de drainage, l'urbanisation, ou les précipitations extrêmes), ainsi que l'évaluation de la réactivité barangays ont également été investigués. Cette section cherche également à savoir si les habitants sont engagés ou seraient prêt à l'être dans des actions de nettoyages communautaires.

4.3.4.1.D Relocalisation et mobilité

Cette partie aborde les stratégies d'adaptation à plus long terme. Les répondants sont invités à indiquer s'ils ont déjà été relocalisés à moyen ou long terme ou s'ils connaissent des personnes concernées, s'ils ont déjà envisagé de partir, et si c'est le cas les raisons pour lesquelles ce projet n'a pas été concrétisé (raisons économiques, attachement communautaire, contraintes logistiques). Pour les commerçants, des questions similaires évaluent l'impact des inondations sur la continuité des activités et les motivations ou freins à un éventuel déplacement.

4.3.4.1.E Assistance et support

Cette section s'adresse uniquement aux commerçants. Elle porte sur les formes d'assistance et de soutien éventuellement reçues dans le cadre de précédentes inondations, ainsi que sur les

besoins perçus en matière de protection. L'objectif est de mieux comprendre si des dispositifs publics ou privés ont déjà été mobilisés (aides financières, soutien logistique, etc.) et dans quelle mesure ceux-ci sont jugés suffisants ou pertinents. Une question ouverte invite également les répondants à exprimer leurs attentes spécifiques en matière de mesures de soutien ou d'aménagements souhaitables pour renforcer la protection de leur activité commerciale face aux risques d'inondation. Ces éléments permettent d'identifier les lacunes dans le soutien économique existant ainsi que les idées potentielles d'amélioration.

4.3.4.1.F Perception du changement climatique

Enfin, cette dernière section explore la connaissance et les perceptions des effets du changement climatique sur les inondations. Des questions sur la familiarité avec le concept, sa reconnaissance et ses liens divers phénomènes tels que l'augmentation des précipitations ou l'élévation du niveau de la mer ont été intégrées pour évaluer la connaissance environnementale des répondants.

4.3.4.2 Administration de l'enquête

Les deux enquêtes ont été réalisées selon des modalités différentes. Les questionnaires adressés aux commerçants ont été administrés en face-à-face dans les établissements situés de part et d'autre de Colon Street, sur deux journées distinctes. Les commerces sélectionnés étaient variés en taille et en type (alimentaire, habillement, services, etc.), afin d'obtenir une vision représentative de l'ensemble. Le nom et la localisation du commerce étaient notés pour chaque questionnaire administré pour un suivi méthodologique. La majorité des répondants complétaient le questionnaire sur le moment même, tandis que quelques-uns y répondaient ultérieurement de par leur charge de travail trop importante.

Les questionnaires destinés à la population ont été plus complexes à diffuser. En l'absence d'accès direct aux logements, les barangay halls ont servi de relais de diffusion : présentation du projet aux responsables, remplissage par certains d'entre eux en tant qu'habitants, et tentative de diffusion via les réseaux sociaux. Devant le nombre limité de réponses ainsi obtenues, la stratégie a été élargie via des contacts personnels (résidents, gardiens d'immeuble, amis, etc.) et des

publications ciblées sur les pages Facebook des barangays concernés, ainsi que par l'intermédiaire de l'Alliance Française de Cebu.

Tableau 1 : Résumé des questionnaires destinés aux populations et aux commerçants (Labé, 2025)

Questionnaire destiné aux populations	Informations personnelles	Âge?
		Genre?
		Adresse (rue ou barangay)?
		Etage?
		Durée dans la résidence actuelle?
		Taille du ménage?
	Perception du risque d'inondation	Nombre d'inondations par an?
		Hauteur moyenne des inondations?
		Hauteur maximale des inondations?
		Date de la plus haut niveau d'eau?
		Durée de l'inondation?
	Préparation et engagement communautaire	Actions prises en cas d'inondations?
		Types de dégâts subis?
		Causes perçues des inondations?
		Réactivité des barangays?
		Habitude et fréquence de nettoyage des rues?
		Participation à des nettoyages organisés?
	Déplacement et relocalisation	Recours à la relocalisation?
		Si oui, relocalisation temporaire ou permanente?
		Connaissance de personnes relocalisées?
		Relocalisation déjà envisagée?
		Si oui, les freins?
	Perception du changement climatique	Niveau de familiarité avec le changement climatique?
		Perception du changement climatique?
		Lien changement climatique/inondations à Cebu City?
		Facteurs climatiques associés au inondations?
Questionnaire destiné aux commerçants	Informations du commerce	Nom du commerce?
		Adresse?
		Type d'activité commerciale?
		Taille?
		Durée dans ce local?
		Nombre de salariés?
		Habitation dans le commerce?
	Perception du risque d'inondation	Nombre d'inondations par an?
		Hauteur moyenne des inondations?
		Hauteur maximale des inondations?
		Date de la plus haut niveau d'eau?
		Durée de l'inondation?
		Fermeture ou horaires modifiés lors des inondations?
		Temps de nettoyage et redémarrage après une inondation?

	Préparation et engagement communautaire	Actions prises en cas d'inondations?
		Types de dégâts subis?
		Causes perçues des inondations?
		Réactivité des barangays?
		Habitude et fréquence de nettoyage des rues?
		Participation à des nettoyages organisés?
	Déplacement et relocalisation	Recours à la relocalisation?
		Si oui, combien de temps?
		Relocalisation déjà envisagée?
		Si non, pourquoi?
	Assistance et support	Aide reçue à la suite des inondations?
		Si oui, quel type d'aide?
		Ressources jugées utiles pour se protéger?
	Perception du changement climatique	Niveau de familiarité avec le changement climatique?
		Perception du changement climatique?
		Lien changement climatique/inondations à Cebu City?
		Facteurs climatiques associés aux inondations?

4.3.4.3 Traitement des données de l'enquête

4.3.4.3.A Enquête destinée aux populations locales

L'enquête a été administrée auprès d'un échantillon de 62 répondants. L'ensemble des données recueillies a été traité à l'aide du logiciel Microsoft Excel. Chaque question a été analysée séparément, puis, lorsque pertinent, les données ont été croisées afin de mettre en évidence des relations entre variables. Les traitements ont été organisés en cinq grandes sections correspondant aux thématiques du questionnaire.

Pour la caractérisation socio-démographique des répondants, chaque variable (âge, genre, étage de vie, barangay de résidence, durée de résidence et taille du ménage) a été traitée indépendamment. Pour chacune, un histogramme en barres a été produit, avec en abscisses le nombre de répondants et en ordonnées la variable étudiée. Cette étape visait à fournir une vue d'ensemble précise de la composition de l'échantillon.

Pour la section sur la perception et l'expérience liées aux inondations, plusieurs croisements de données ont été effectués afin d'approfondir l'analyse. Les variables relatives au nombre d'inondations par an, à la hauteur maximale et à la hauteur moyenne de l'eau ainsi qu'au temps de retrait ont été croisées avec le barangay de résidence. Les hauteurs maximales et moyennes déclarées ont également été croisées mais cette fois-ci, avec le genre afin de tenir compte

de la taille moyenne des hommes et des femmes aux Philippines. Cette étape a permis d'affiner l'interprétation : par exemple, un niveau d'eau indiqué comme genoux ne correspond pas à la même hauteur réelle selon le sexe de la personne. Ces croisements ont été réalisés à l'aide de tableaux croisés dynamiques : les variables d'intérêt étaient placées dans les champs « Légende » et « Valeurs », tandis que la variable de comparaison (barangay ou genre) était placée dans le champ « Axe ». Les résultats ont été présentés sous forme d'histogrammes en barres, avec la table de données intégrée au graphique pour faciliter l'interprétation. Pour la question ouverte portant sur la plus forte inondation vécue, les réponses ont été harmonisées : seules les années ont été conservées, les mentions de dates précises ou d'événements particuliers (ex. : passage d'un typhon) étant peu fréquentes. Les années citées ont été regroupées, et un histogramme en barres a été produit afin de visualiser la fréquence de citation de chaque année.

Dans la partie mesures prises face aux inondations, les questions à choix multiples (par exemple « actions entreprises lors d'une inondation ») présentaient plusieurs réponses regroupées dans une seule cellule Excel. Les réponses ont été séparées par délimitation (virgule), puis réparties sur trois colonnes distinctes. Le nombre d'occurrences de chaque modalité a été comptabilisé, puis converti en pourcentage du nombre total de répondants. Ces données ont été représentées sous forme de diagrammes en barres groupées, permettant de visualiser rapidement les tendances. La même procédure a été appliquée aux questions relatives aux principales causes perçues des inondations. Pour l'analyse des conséquences subies, les réponses ont été croisées avec la variable « étage de vie » afin de déterminer d'éventuelles différences selon la localisation du logement. Les résultats ont été présentés sous forme d'histogrammes en barres accompagnés de leur table de données. Les questions sur l'évaluation de la réactivité des barangays, la volonté de participer à des nettoyages et la fréquence de nettoyage des rues ont été croisées avec le barangay de résidence. Cette approche visait à identifier des tendances localisées susceptibles d'orienter des recommandations spécifiques à chaque barangay.

Les données concernant la relocalisation ont été majoritairement présentées sous forme de diagrammes circulaires, indiquant le pourcentage de chaque réponse. La taille du ménage a également été comparée à la variable « recours ou non à la relocalisation » grâce à un tableau croisé dynamique, afin d'évaluer la proportion de personnes impactées. Pour la question à choix multiple sur les obstacles à la relocalisation, les réponses ont été séparées en colonnes distinctes, comptées, puis converties en pourcentage. Un graphique en barres groupées a été produit.

Pour les questions portant sur la familiarité avec le changement climatique, la croyance en son existence et la perception de son influence sur les inondations, les données ont été croisées avec la variable « âge » afin d'identifier les tranches d'âge nécessitant une sensibilisation prioritaire. Les croisements ont été réalisés via des tableaux croisés dynamiques, et les résultats présentés sous forme d'histogrammes groupés avec table de données intégrée. Enfin, la question à choix multiple sur les aspects du changement climatique susceptibles d'aggraver les inondations a été traitée selon la même procédure que les autres questions multiples : séparation des réponses, comptage des occurrences, calcul des pourcentages et représentation graphique en barres groupées.

4.3.4.3.B Enquête destinée aux commerçants de Colon Street

L'enquête destinée aux commerçants a recueilli un total de 15 réponses. Elle n'a pas été exploitée dans son intégralité afin d'éviter les redondances avec la partie consacrée aux populations. Seules les questions spécifiques, différentes de celles posées aux habitants, ont été analysées. Cette sélection répond à l'objectif principal de ce questionnaire, qui visait davantage une analyse à dimension économique qu'une évaluation de la perception des inondations.

Comme pour l'enquête auprès des populations, la majorité des données a été traitées à l'aide du logiciel Excel. Une première étape a consisté en une description de l'échantillon, réalisée à partir de diagrammes en barres illustrant la taille des commerces, leur durée d'implantation à l'emplacement actuel, ainsi que le nombre de répondants résidant dans leur commerce. Un tableau complémentaire a permis de présenter les effectifs salariés. Le logiciel QGIS a également été mobilisé pour cartographier l'ensemble des commerces répondants, en les classant selon leur fonction. Six catégories ont été retenues : alimentation, mode et accessoires, santé, services d'impression, services financiers, et technologie et téléphonie. La carte met en évidence une implantation des commerces tout au long de Colon Street (à l'exception du secteur de Pahina Central, où le nombre de commerces était insuffisant) ainsi qu'une diversité notable des activités représentées.

L'analyse a ensuite porté sur l'expérience des commerçants face aux inondations, en particulier les stratégies d'adaptation mises en œuvre et les conséquences subies. Pour ces deux thématiques, chaque répondant pouvait sélectionner jusqu'à trois réponses. Les réponses ont été dissociées en colonnes distinctes, puis comptabilisées. Les résultats ont été représentés à l'aide de graphiques en barres groupées, facilitant la lecture comparative.

La question relative à l'impact des inondations sur les horaires d'ouverture a été traitée à l'aide d'un diagramme en barres. Les données concernant la fermeture des commerces ont été synthétisées sous forme de diagrammes en secteurs, de même que celles relatives aux intentions de relocalisation. Pour les commerces ayant indiqué une fermeture, un tableau a recensé la durée correspondante, avec les réponses possibles suivantes : « ça dépend », « 1 jour », « 2 jours » et « 2 à 3 jours ». Les raisons invoquées pour ne pas envisager de relocalisation, question à choix multiple sans limite de réponses, ont été représentées sous la forme d'un graphique en barres groupées.

Enfin, la section portant sur l'aide et le soutien reçus comprenait trois questions. La première, portant sur la réception ou non d'un soutien public ou privé, a été représentée par un diagramme en secteurs. Les deux autres questions ont été analysées séparément afin d'identifier les types d'aides obtenues et les propositions formulées par les commerçants pour réduire leur vulnérabilité face aux inondations, mettant ainsi en lumière les soutiens potentiels à envisager.

L'ensemble de ces traitements permet d'apporter un éclairage à dominante économique sur les impacts des inondations à Colon Street.

4.4 Grilles d'analyse des données externes

4.4.1 Les causes de l'augmentation des précipitations

Afin de comprendre les causes de l'augmentation des précipitations à Cebu City et les méthodes pour y arriver, une grille d'analyse a été construite (Tableau 2).

Tableau 2 : Grille d'analyse des données climatiques (Labé, 2025)

Dimension	Facteurs analysés	Sources de données	Méthodes d'analyse	Effets Attendus/ interprétation
Augmentation des précipitations	Fréquence annuelle des jours pluvieux (>1 mm)	NASA POWER - Data Access Viewer, OMM	Compilation des jours pluvieux par an Création d'un graphique de tendance sur la période Analyse de l'évolution	Une augmentation du nombre de jours pluvieux indiquerait une hausse globale des précipitations sur Cebu City
	Maxima annuels de précipitations	NASA POWER - Data Access Viewer, OMM	Tableau annuel des maxima Exclusion des données aberrantes Double graphique (avec/sans valeurs extrêmes) Analyse comparative	Une tendance haussière des maxima suggère une intensification des épisodes pluvieux extrêmes
	Précipitations extrêmes	NASA POWER - Data Access Viewer, OMM, National Institute of Informatics	Tableau annuel des maxima Exclusion des données aberrantes Double graphique (avec/sans valeurs extrêmes) Analyse comparative	Une hausse du nombre d'événements extrêmes pourrait expliquer une partie de l'augmentation des précipitations cumulées.
Inondations	Périodes de retour des précipitations extrêmes	NASA POWER - Data Access Viewer	Statistiques de fréquence Modélisation GEV	Permet d'estimer la probabilité d'occurrence d'un événement exceptionnel dans une année donnée

4.4.2 Les zones inondables

Afin d'évaluer spatialement l'exposition aux inondations dans le sud de Cebu City, une approche cartographique a été réalisée. Cela sert à identifier les zones à risque selon différentes intensités d'aléa, en les croisant avec des éléments contextuels du territoire. La grille ci-dessous synthétise les principaux éléments de cette démarche (Tableau 3).

Tableau 3 : Grille d'analyse des données de zones inondables (Labé, 2025)

Objectif	Sources	Type de données	Zone géographique	Intérêt
Identifier et localiser les zones inondables selon différents scénarios (périodes de retour de 5, 25 et 100 ans)	NOAH, OSM	Données vectorielles des zones d'inondation. Données raster d'arrière-plan (fond OSM). Données vecteurs des cours d'eau	Sud de Cebu (recouvrant la zone d'étude ainsi qu'une zone assez large afin que les trois périodes de retour soient représentée)	Fournir une lecture spatiale des niveaux d'exposition et préparer l'analyse avec les vulnérabilités. Déterminer si les crues fluviales sont les seules causes des inondations

4.5 Difficultés rencontrées

La collecte des données a été marquée par plusieurs obstacles qui ont complexifié la mise en œuvre du travail de terrain et entraîné des ajustements par rapport à la planification initiale.

En premier lieu, la prise de contact avec les institutions locales s'est avérée difficile. Malgré l'envoi de nombreux courriels, peu de réponses ont été obtenues, ce qui a nécessité des déplacements physiques dans les locaux de certaines administrations afin de solliciter des rendez-vous. Ces visites n'étaient pas toujours aisées puisqu'aux Philippines, de nombreux bâtiments, en particulier ceux de la ville, sont contrôlés à l'entrée par des agents de sécurité, et l'accès nécessite d'expliquer les raisons de la visite et de remplir des formalités administratives. Ces procédures, combinées à l'éloignement géographique de certains bureaux situés dans des endroits opposés et aux difficultés liées au trafic urbain, ont engendré une perte de temps considérable.

De plus, l'accueil réservé par les institutions a été contrasté. Certaines ont manifesté une volonté immédiate de collaboration, tandis que d'autres se sont montrées plus réticentes, dont Cebu le CCDRRMO. Ce service, identifié par plusieurs interlocuteurs comme incontournable pour la suite du travail, n'a pas pu fournir les données attendues en raison de l'absence du responsable lors de la visite. Bien qu'un contact ait été pris pour un rendez-vous ultérieur, aucun suivi n'a été effectué. Cette absence de coopération a limité l'accès à des informations potentiellement utiles, telles qu'un historique des inondations dans la ville et le rôle de l'institution dans leur gestion.

La recherche de données cartographiques a également constitué un obstacle. Les fichiers shapefile relatifs aux limites administratives de Cebu City et des barangays, aux bassins versants, aux systèmes de drainage et le modèle numérique de terrain (MNT) étaient difficilement accessibles en ligne ou payants. Après plusieurs démarches, seuls les shapefiles de la ville et des barangays ainsi que le MNT ont pu être obtenus, tandis que les autres données sont restées inaccessibles.

De plus, lors du traitement cartographique sous QGIS avec le système de coordonnées de référence (SCR) PRS92 / Philippines Zone 4 (EPSG : 3124), des incohérences d'échelle et de coordonnées ont été constatées, nécessitant un passage au système de coordonnées mondial WGS 84 (EPSG : 4326) pour assurer la cohérence des représentations.

L'accès aux données climatiques a également posé problème. Les données de plus de dix ans étant soumises à restrictions, des démarches spécifiques ont été nécessaires pour en obtenir l'accès. Les fichiers reçus, trois semaines plus tard, ne contenaient que des moyennes mensuelles sur une période de 30 ans ainsi que les valeurs extrêmes mensuelles, ce qui ne permettait pas les traitements envisagés. De plus, les données ont été fournies sous format PDF et non dans un format tableur exploitable.

La principale difficulté est toutefois survenue lors de l'administration des enquêtes. Dans le cas du questionnaire destiné aux commerçants de Colon Street, la réalisation sur site pendant les horaires d'ouverture a limité la disponibilité des répondants : de nombreux employés étaient occupés et ne pouvaient se libérer, tandis que d'autres manifestaient un désintérêt, entraînant plusieurs refus.

Pour le questionnaire destiné aux habitants, la diffusion par l'intermédiaire des barangay halls, sollicitée lors de rencontres sur place, n'a pas été mise en œuvre. Les contacts locaux approchés par la suite n'ont permis de recueillir qu'un nombre limité de réponses. Les tentatives de collaboration avec certaines structures, comme l'Alliance Française de Cebu, sont également restées sans réponse. En dernier recours, la diffusion via le réseau social Facebook a permis d'obtenir davantage de participations, bien que la construction d'un réseau local de relais d'information ait été difficile en raison de l'absence de contacts préalables sur place.

Chapitre 5 : Résultats

5.1 Analyse climatique

5.1.1 Fréquence des précipitations annuelles

La Figure 20 présente l'évolution du nombre de jours de précipitations annuelles enregistrés à Cebu City entre 1981 et 2024. Ce graphique met en évidence à la fois la variabilité interannuelle marquée et une tendance générale à la hausse du nombre de jours pluvieux sur plus de quatre décennies. Cette tendance est représentée par la droite de régression linéaire, dont l'équation est : $y = 1,4736x + 205,46$. Elle indique qu'en moyenne, le nombre de jours de pluie augmente de plus d'un jour par an. Cette pente positive mais modérée, suggère une évolution lente mais constante vers un climat plus humide en termes de fréquence des précipitations.

Sur la période observée, le nombre de jours de pluie oscille fortement, entre un minimum de 167 jours en 1992 et un pic record de 311 jours en 1999. Cette forte variabilité peut être attribuée à des phénomènes climatiques régionaux, notamment El Niño (associé à une réduction des précipitations) et La Niña (associé à des précipitations abondantes), ainsi qu'à la variabilité interannuelle naturelle du climat. En 1981, on enregistrait 193 jours de pluie, contre 214 jours en 2024, avec un maximum historique de 311 jours en 1999, soit plus de 85 % de l'année marquée par des précipitations. Cette évolution s'inscrit dans une dynamique de long terme, où la fréquence annuelle des jours pluvieux est passée de valeurs régulièrement inférieures à 220 jours dans les années 1980 à des niveaux dépassant fréquemment les 250 jours depuis les années 2000. Entre 2000 et 2023, la moyenne annuelle est d'environ 257 jours de pluie, contre 205 jours en moyenne entre 1981 et 1999. Cette différence de plus de 50 jours par an traduit un changement significatif du régime pluviométrique local.

La série présente une forte variabilité interannuelle, avec des années moins humides comme en 1992 (167 jours) ou en 1983 (176 jours), et des pics très marqués au cours de certaines années : 1996 (282 jours), 1999 (311) 2008 (284 jours), 2011 (285 jours), 2021 (288 jours) ou encore 2022 (297 jours). Ces fluctuations peuvent être associées à des événements climatiques régionaux tels que El Niño, souvent lié à des sécheresses, ou La Niña, qui tend à accentuer les précipitations.

L'année 2024, avec seulement 214 jours de pluie, marque un net recul par rapport aux années précédentes, mais cela reste supérieur à plusieurs années des décennies 1980 et 1990. Ce retour ponctuel à un niveau plus bas n'invalide pas la tendance globale.

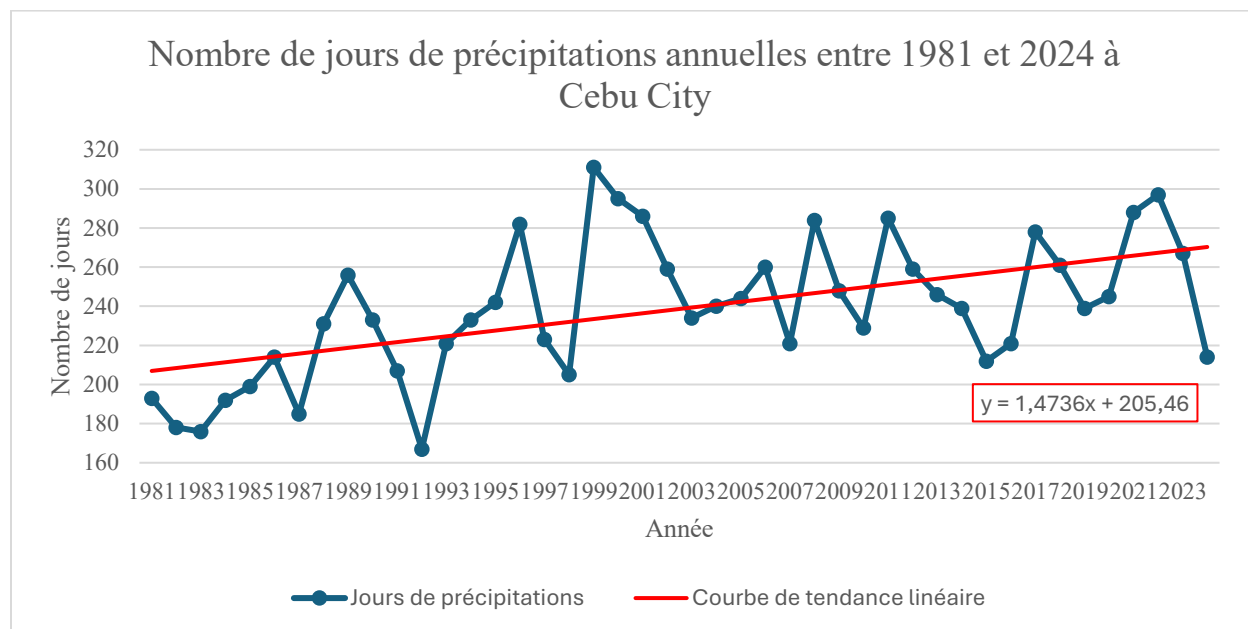


Figure 20 : Nombre de jours de pluie par an entre 1981 et 2024 à Cebu City (Labé, 2025)

5.1.2 Evènements extrêmes

5.1.2.1 Maximas annuels

La Figure 21 présente les maxima annuels des précipitations journalières extrêmes enregistrés à Cebu City entre 1981 et 2024, exprimés en millimètres par jour. Ces valeurs correspondent au plus fort épisode de pluie enregistré chaque année. La série montre une forte variabilité interannuelle, avec des maxima oscillant généralement entre 29,0 mm/j (1987) et 168,3 mm/j (2020). Ce dernier constitue le maximum absolu observé sur la période et domine visuellement la série. La tendance linéaire associée, représentée par l'équation : $y = 0,6241 x + 48,18$, présente une pente positive, traduisant une augmentation moyenne d'environ 0,62 mm/j par an. À l'échelle d'une décennie, cela représente un accroissement de 6,2 mm/j, ce qui constitue une évolution notable de l'intensité des épisodes extrêmes.

En moyenne, la période 1981–2000 présente des maxima journaliers extrêmes de l'ordre de 54,2 mm/j, tandis que la période 2001–2024 atteint une moyenne d'environ 66,9 mm/j, soit une augmentation de plus de 23 % entre les deux périodes.

Sur le plan des risques, cette évolution a des implications majeures pour Cebu City. Une augmentation, même modérée, de l'intensité des épisodes de pluie extrême peut entraîner une multiplication des crues urbaines soudaines, une surcharge des systèmes de drainage et une mise en danger accrue des populations vivant dans des zones à faible élévation ou peu aménagées.

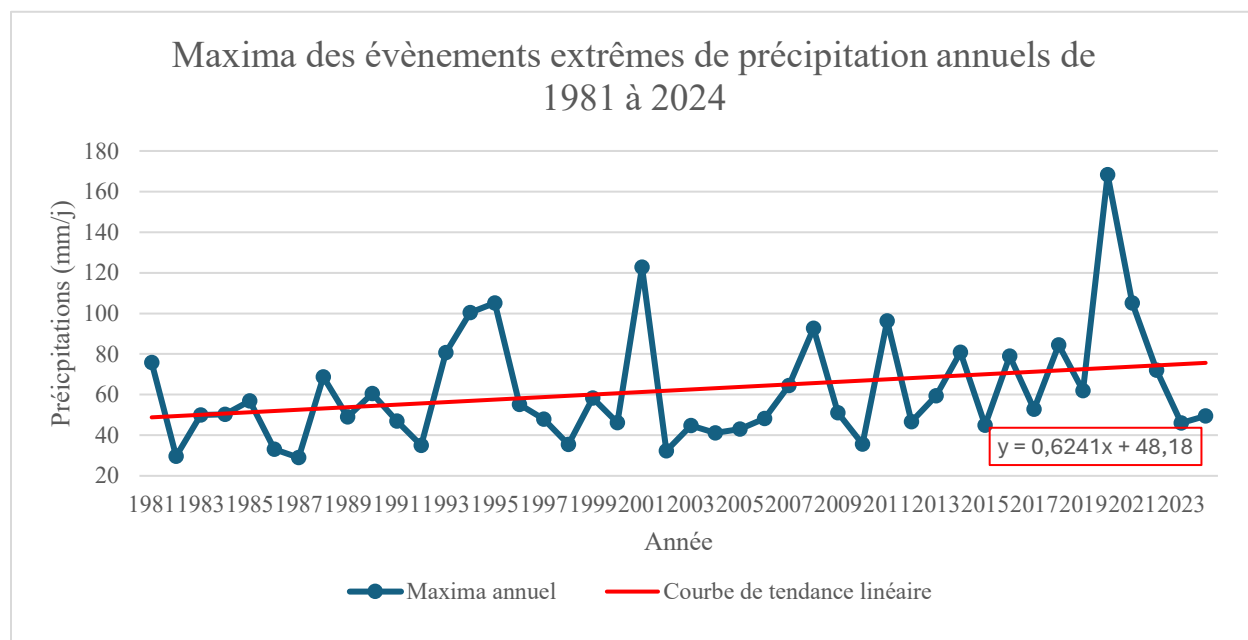


Figure 21 : Maxima de précipitations par an entre 1981 et 2024 à Cebu City (Labé, 2025)

5.1.2.2 Précipitations extrêmes

L'étude des précipitations journalières extrêmes à Cebu City entre 1981 et 2024 (Tableau 4) révèle une augmentation significative de la fréquence des événements extrêmes, définis ici comme des journées où les précipitations excèdent 50 mm (WMO, 2023). Cette évolution est analysée par périodes décennales afin de mettre en évidence les dynamiques temporelles sous-jacentes (Shaffie et al., 2019).

L'organisation des données par décennie permet d'observer une tendance à la hausse. Durant les années 1980 (1981–1989), quatre journées extrêmes sont recensées, toutes associées au passage d'un typhon, soit 100 % de coïncidence. La décennie suivante (1990–1999) enregistre sept événements, dont quatre liés à des typhons (soit 57 %). Les années 2000 (2000–2009) comptent six événements, avec cinq d'entre eux associés à des typhons (83 %).

À partir de 2010, une hausse marquée du nombre d'événements est observée. La décennie 2010–2019 comptabilise dix-sept journées de précipitations extrêmes, avec une moyenne de 1,7 événement par an. Toutefois, seuls quatre de ces dix-sept événements sont corrélés à des typhons

nommés, soit 24 %, ce qui marque un net recul de l'influence apparente des systèmes cycloniques dans ces extrêmes.

La période 2020–2024, bien qu'incomplète en termes d'observations (la décennie n'étant pas encore achevée), permet d'établir une tendance claire. Sur ces quatre premières années, douze événements extrêmes ont été enregistrés, tous situés entre 2020 et 2022. Ce chiffre correspond déjà à 70 % du total observé pour la décennie précédente. Si l'on rapporte ces douze événements à l'ensemble de la décennie 2020–2024, la moyenne annuelle estimée s'élève à 2,4 événements extrêmes par an, soit une hausse de 41 % par rapport à la moyenne de la décennie 2010–2019. Cela laisse supposer qu'à la fin de la décennie, le nombre d'événements extrêmes pourrait dépasser largement le seuil de la décennie précédente. Parmi ces douze épisodes, seuls deux sont associés à des typhons nommés (soit 16,7 %), ce qui confirme la diversification des phénomènes responsables de précipitations extrêmes.

Cette tendance est confirmée par l'analyse statistique des données. La courbe de tendance linéaire du nombre d'événements par décennie, dont l'équation est $y = 2,6x + 1,4$, indique une augmentation moyenne d'environ 2,6 événements extrêmes supplémentaires par décennie depuis les années 1980. Cette progression quasi linéaire traduit une intensification régulière du régime pluviométrique extrême à Cebu City.

En parallèle, la part des événements liés à un typhon suit une trajectoire inverse. Représentant 100 % des extrêmes dans les années 1980, cette proportion chute progressivement à 25 % dans les années 2020. La régression linéaire associée, exprimée par l'équation $y = -20,02x + 112,86$, met en évidence une baisse moyenne de 20 points de pourcentage par décennie dans la part des événements extrêmes associés aux typhons. Cette évolution suggère une transformation des régimes météorologiques, avec une part croissante de précipitations extrêmes générées par d'autres phénomènes.

En ce qui concerne l'intensité des événements, une progression nette est également observable. Le maximum décennal s'élevait à 75,9 mm dans les années 1980, avant de franchir successivement 105,2 mm (1990s), 122,7 mm (2000s), puis 96,2 mm en 2011. Un nouveau pic est atteint le 7 octobre 2020, avec 168,3 mm de pluie en une journée, en l'absence de typhon identifié ce jour-là. Ce record représente une augmentation de 37 % par rapport au précédent maximum (2001). La décennie actuelle (2020–2024) enregistre également un second événement supérieur à 100 mm (105,1 mm le 1er juin 2021), confirmant l'élévation du potentiel pluviométrique extrême.

En conclusion, les données pour la période 1981–2024 mettent en lumière une intensification multiforme des précipitations extrêmes à Cebu City, traduite par une augmentation du nombre d'événements, une élévation des valeurs maximales, et une évolution des causes météorologiques sous-jacentes.

Tableau 4 : Evénements de précipitations extrêmes par décennies entre 1981 et 2024 (Labé, 2025)

Années 1981-1989		
Date	Précipitations (mm/j)	Typhon
11/10/1981	75,9	X
24/04/1984	50,3	X
07/09/1985	56,8	X
07/11/1988	68,8	X

Années 2000-2009		
Date	Précipitations (mm/j)	Typhon
07/11/2001	122,7	Typhon Lingling
05/12/2001	77,3	Typhon Kajiki
08/01/2007	64,4	X
19/11/2007	56,2	X
20/06/2008	92,7	Typhon Fengshen
23/06/2009	51,1	Typhon Nangka

Années 2020-2024		
Date	Précipitations (mm/j)	Typhon
30/05/2020	65,6	X
01/08/2020	81,1	X
19/08/2020	60,2	X
07/10/2020	168,3	X
11/10/2020	53,4	X
14/11/2020	78,9	X
09/12/2020	66,5	X
01/06/2021	105,1	Typhon Choi-Wan
16/12/2021	74,7	Typhon Rai
07/04/2022	51,6	X
12/04/2022	54,7	X
04/08/2022	72,0	X

Années 1990-1999		
Date	Précipitations (mm/j)	Typhon
12/11/1990	60,6	Typhon Mike
26/12/1993	80,7	Typhon Nell
04/04/1994	100,4	Typhon Owen
23/04/1995	57,0	X
28/10/1995	105,2	Typhon Zack
18/06/1996	55,1	X
08/01/1999	58,4	X

Années 2010-2019		
Date	Précipitations (mm/j)	Typhon
11/10/2011	60,6	Typhon Banyan
06/11/2011	55,6	X
26/12/2011	96,2	X
19/02/2013	54,4	X
04/08/2013	59,4	X
08/11/2013	52,3	Typhon Haiyan
29/12/2014	80,9	Typhon Jangmi
02/07/2016	79,0	X
03/07/2016	60,1	X
10/01/2017	52,4	X
19/10/2017	52,8	X
02/01/2018	57,0	X
13/02/2018	84,5	Typhon Sanba
20/12/2018	61,1	X
08/06/2019	52,7	X
04/10/2019	53,4	X
30/10/2019	61,9	X

5.1.2.3 Analyse GEV

Afin de caractériser le comportement des événements extrêmes à Cebu, une analyse statistique a été réalisée sur les maxima annuels observés entre 1981 et 2024. Cette démarche repose sur le calcul de statistiques descriptives classiques ainsi que sur l'ajustement de la loi GEV, couramment utilisée en hydrologie pour la modélisation des maxima (Shaffie et al., 2019). Le Tableau 5 présente les résultats obtenus et leur interprétation dans le contexte des précipitations extrêmes à Cebu.

Tableau 5 : Paramètres statistiques de la loi GEV (Labé, 2025)

Paramètre statistique	Résultats	Interprétation
Moyenne	62,22	Valeur moyenne des maxima observés chaque année
Écart-type	28,02	Forte variabilité des maxima annuels → irrégularité des événements extrêmes
Asymétrie	1,59	La distribution est fortement asymétrique : la majorité des années ont des valeurs modérées, mais quelques années enregistrent des maxima exceptionnellement élevés
Paramètre de forme (ξ)	-0,226	Loi GEV (<0) de type Weibull, ce qui indique une queue bornée → suggère l'existence d'une limite maximale
Paramètre de localisation (μ)	48,81	Centre de la distribution GEV → valeur autour de laquelle se concentrent les maxima
Paramètre d'échelle (σ)	16,49	Niveau de dispersion autour du paramètre de localisation. Il est élevé donc la variabilité annuelle est importante

Ces paramètres permettent l'ajustement de la loi GEV qui calcule les niveaux de retour (Tableau 6), c'est-à-dire les valeurs de précipitations extrêmes associées à différentes périodes de retour. Ces niveaux permettent d'estimer la fréquence attendue des événements d'une intensité donnée (Shaffie et al., 2019).

Tableau 6 : Période de retour des précipitations extrêmes à Cebu City (Labé, 2025)

Période de retour (années)	Niveau de retour (mm/j)	Probabilité annuelle
10 ans	96,8	10%
20 ans	118,2	5%
50 ans	151,7	2%
100 ans	181,9	1%

Les résultats indiquent qu'un événement de 96,8 mm/jour a 10 % de chances de se produire chaque année, ce qui correspond à une période de retour de 10 ans. Il est toutefois important de noter qu'un événement associé à une période de retour donnée peut survenir plusieurs fois sur une période courte ou, au contraire, être absent pendant plusieurs décennies. La période de retour représente une moyenne statistique et pas une prévision stricte.

De même, un événement extrême de 118,2 mm/jour, associé à une période de retour de 20 ans, présente une probabilité annuelle de 5 %. Les événements dépassant 151,7 mm/jour correspondent à une période de retour de 50 ans, soit 2 % de chances de survenue au cours d'une année donnée.

L'année 2020, avec un maximum observé de 168,3 mm/jour, dépasse ce niveau de retour de 50 ans et se rapproche du seuil centennal, fixé à 181,9 mm/jour. Cet événement peut donc être considéré comme exceptionnel, statistiquement rare, mais néanmoins plausible dans un contexte marqué par la variabilité climatique accrue et le réchauffement global.

Il faut souligner que la rareté d'un événement ne signifie pas son impossibilité à court terme. Un événement centennal (probabilité annuelle de 1 %) peut théoriquement se reproduire plusieurs fois au cours d'une même vie humaine, ce qui justifie une attention particulière à ce type de menace, en particulier dans un territoire insulaire vulnérable comme Cebu, soumis aux aléas hydrométéorologiques tropicaux.

Ces résultats confirment l'importance de l'intégration des niveaux de retour dans la gestion du risque inondation, l'aménagement du territoire, et la conception d'infrastructures résilientes. La loi GEV constitue à ce titre un outil d'aide à la décision robuste dans le cadre de l'adaptation au changement climatique et de la planification urbaine durable.

5.2 Analyse des zones inondables

La Figure 22 illustre les zones inondables situées dans la partie sud de la ville de Cebu, incluant le périmètre de l'étude. Cette cartographie repose sur des modélisations hydrologiques fondées sur trois périodes de retour : 5 ans, 25 ans et 100 ans. Ces scénarios représentent respectivement des événements fréquents, modérés et rares, chacun étant associé à une probabilité annuelle d'occurrence de 20 %, 4 % et 1 %.

La répartition des données montre une prédominance de la zone inondable associée à une période de retour centennale. C'est ce qui est attendu, puisque cela correspond à un événement hydrométéorologique historique, susceptible d'affecter une large portion du territoire. À l'inverse, les zones associées aux retours de 5 et 25 ans sont plus restreintes et principalement concentrées dans le sud-ouest, au niveau de zones particulièrement vulnérables de part de leur configuration géographique : presqu'île, présence d'une étendue d'eau artificielle, et une altitude quasi nulle.

Cependant, les couches cartographiques ont été générées sur la base de la topographie locale, de la configuration des bassins versants et des données de précipitations (NOAH, 2024). Ce choix méthodologique implique une limite : les zones inondables sont exclusivement basées sur les crues fluviales, c'est-à-dire sur des débordements de rivières, et non sur les inondations liées à des problèmes de drainages. De fait, selon ces données, la zone d'étude présente un risque d'inondation par crue relativement faible, n'étant concernée que par des événements rares de type centennal.

Ainsi, cette carte est utile pour comprendre où les risques d'inondation par débordement sont les plus importants à Cebu. Cependant, elle doit être complétée par d'autres analyses qui prennent en compte les inondations causées d'autres phénomènes.

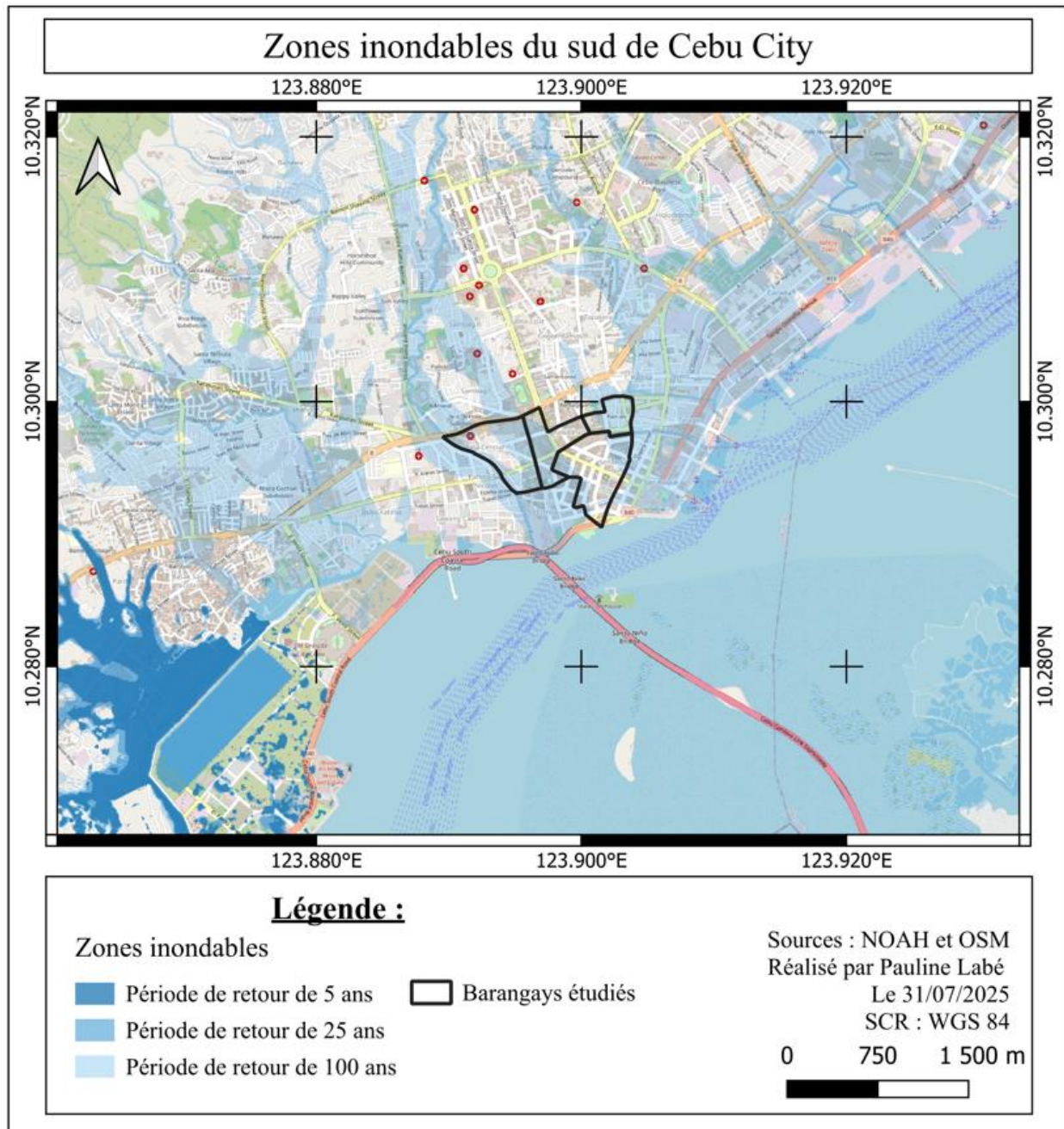


Figure 22 : Carte des zones inondables dans le sud de Cebu City (Labé, 2025)

5.3 Analyse des résultats de l'enquête

5.3.1 Enquête aux populations

5.3.1.1 Description de l'échantillon

L'échantillon se compose de 62 répondants issus de quatre barangays étudiés : Kalubihan, Pahina Central, Pari-an et Santo Niño. L'analyse des caractéristiques sociodémographiques permet de dresser un profil des personnes interrogées, fournissant des informations essentielles pour l'interprétation des résultats liés à la perception du risque, à la résilience et à l'adaptation face aux inondations.

5.3.1.1.A Âge et genre

La répartition par âge (Figure 23) révèle une prédominance des adultes en âge actif. Les classes d'âge 26-40 ans et 41-60 ans sont les plus représentées, avec chacune 21 répondants (ce qui représente 32,8% de l'échantillon chacune soit 65,6%). La tranche 18-25 ans suit avec un effectif de 14 répondants (25%), tandis que les moins de 18 ans et les plus de 60 ans sont minoritaires (3,1% et 6,3% respectivement). Cette répartition reflète une population globalement active, probablement plus impliquée dans la vie communautaire et économique des barangays.

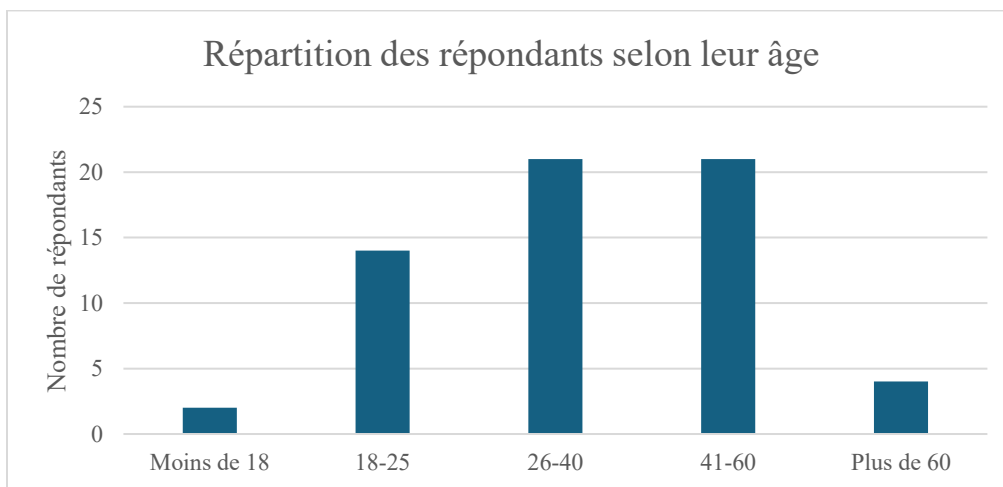


Figure 23 : Tranches d'âges de la population enquêtée (Labé, 2025)

Concernant le genre (Figure 24), il y a une majorité de répondantes féminines, avec 38 femmes contre 24 hommes (59,4% et 40,6%). Cette répartition peut traduire réceptivité différente à l'enquête, et est à prendre en compte dans l'interprétation genrée des données.

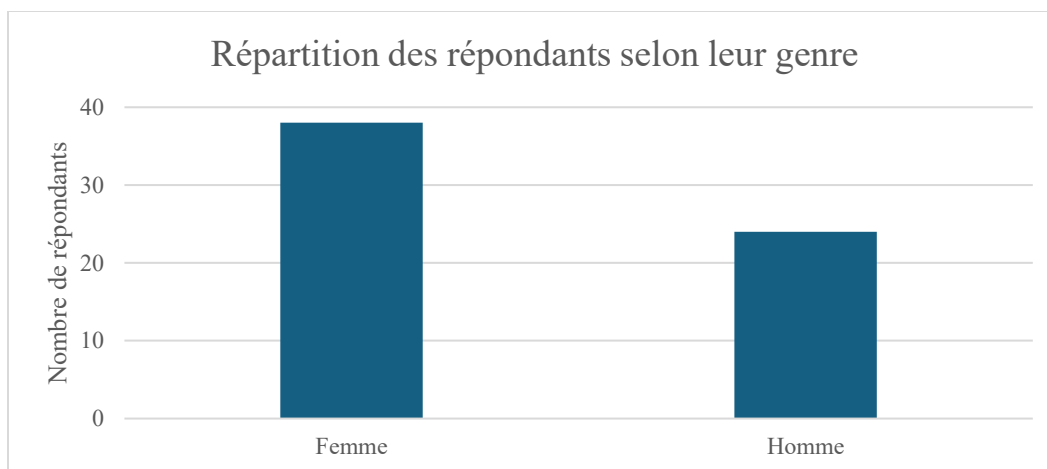


Figure 24 : Genre de la population enquêtée (Labé, 2025)

5.3.1.1.B Répartition spatiale

D'un point de vue géographique (Figure 25), la majorité des répondants vient de Pahina Central (19 personnes, soit 30,6 % de l'échantillon), suivie de Pari-an (18 personnes, 29,0 %) et de Kalubihan (16 personnes, 25,8 %). Santo Niño est le barangay le moins représenté, avec 9 participants (14,5 %). Cette répartition spatiale permettra d'analyser plus finement les différences de perception des inondations et les niveaux de réactivité propres à chaque barangay.

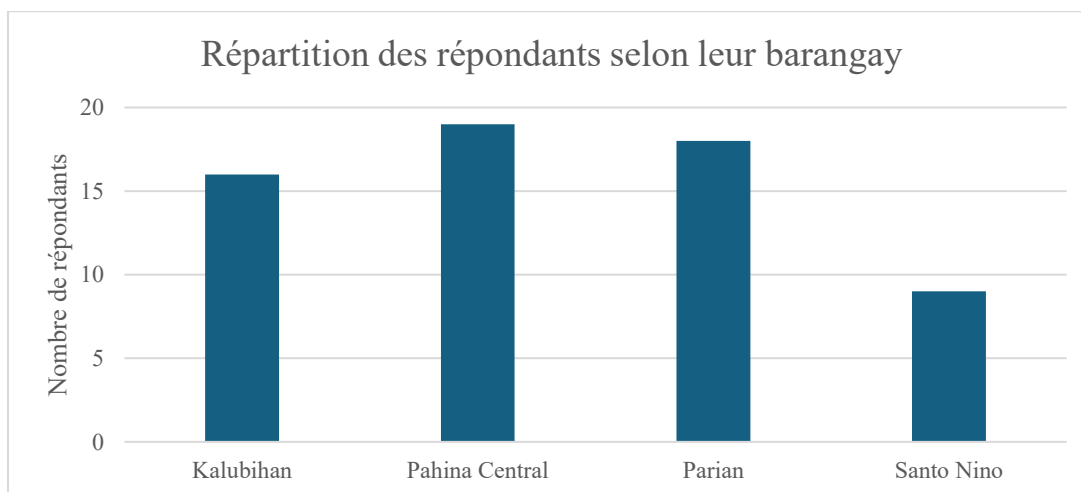


Figure 25 : Barangays de la population enquêtée (Labé, 2025)

5.3.1.1.C Ancienneté de résidence

L'ancienneté des répondants dans leur résidence actuelle (Figure 26) est globalement élevée : 38 personnes (60,9%) résident dans leur logement depuis plus de cinq ans, tandis qu'environ 23 répondants (35,9%) sont installés depuis 1 à 5 ans. Seulement 1 personne vit dans

son logement depuis moins d'un an. Cette majorité ancienne constitue un élément favorable à l'analyse des événements passés ainsi qu'à l'évaluation des dynamiques d'adaptation à long terme.

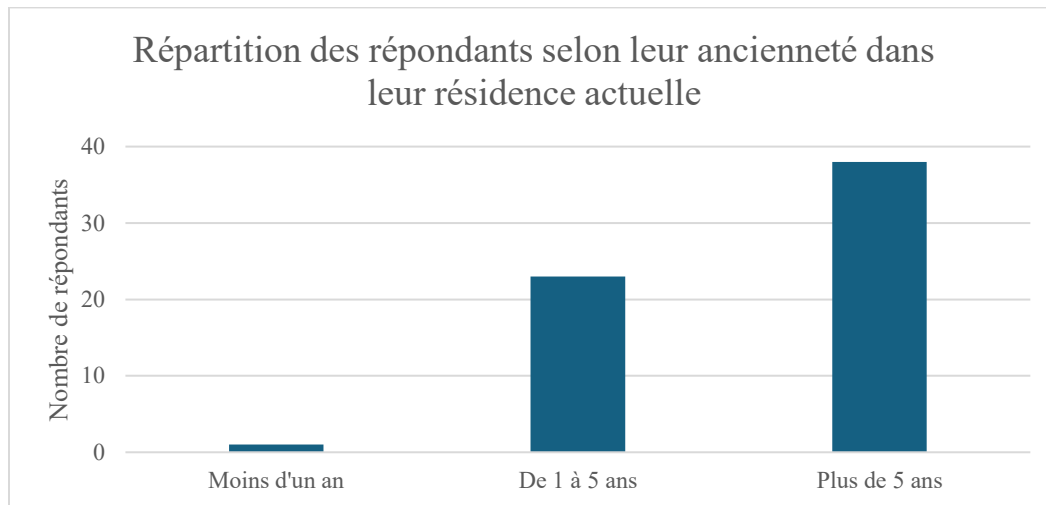


Figure 26 : Temps de résidence dans les logements de la population enquêtée (Labé, 2025)

5.3.1.1.D Etage d'occupation

La Figure 27 montre que la majorité des logements des répondants se trouvent au 1er étage (28 personnes soit 43,8%), suivi du 2e étage ou plus (26 personnes, 40,6%), et du rez-de-chaussée (14 personnes, 21,9%). Cette variable est particulièrement importante dans le contexte d'analyse du risque d'inondation : dans le cas de l'enquête, seuls 13 personnes de l'échantillon sont directement exposés aux inondations.

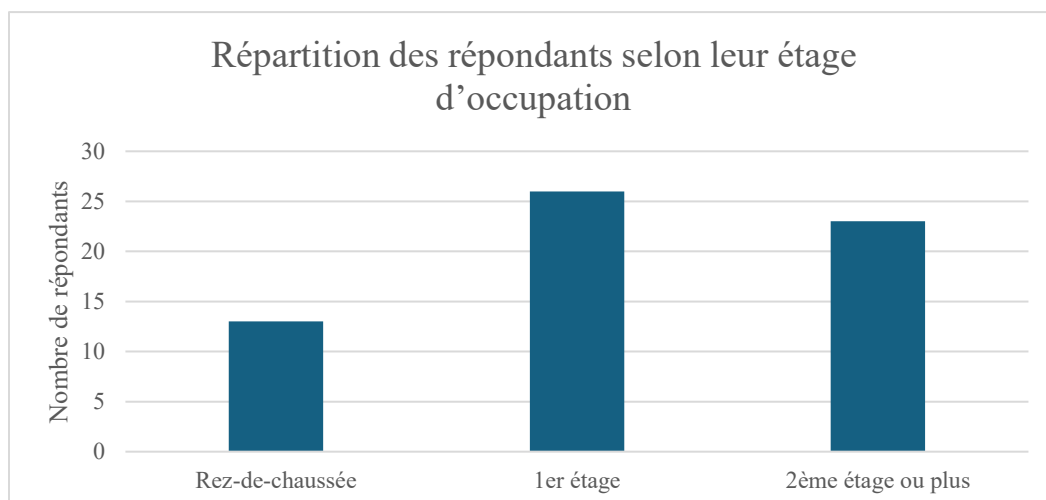


Figure 27 : Etage d'habitations de la population enquêtée (Labé, 2025)

5.3.1.1.E Taille des ménages

La taille des ménages parmi les répondants varie de 1 à 7 personnes (Figure 28). Les structures familiales les plus courantes sont celles comptant 3, 4 ou 5 membres, représentant respectivement 17,2 % (11 répondants), 20,3 % (13 répondants) et 18,8 % (12 répondants) de l'échantillon. Les ménages de 2 et 6 personnes sont également bien représentés, avec 12,9 % (8 répondants) et 16,1 % (10 répondants). En revanche, les ménages unipersonnels ainsi que ceux composés de 7 membres restent minoritaires, avec seulement 8,1 % (5 répondants) et 4,8 % (3 répondants). La composition du ménage constitue un indicateur pertinent pour comprendre les dynamiques familiales et sociales, notamment en matière de vulnérabilité.

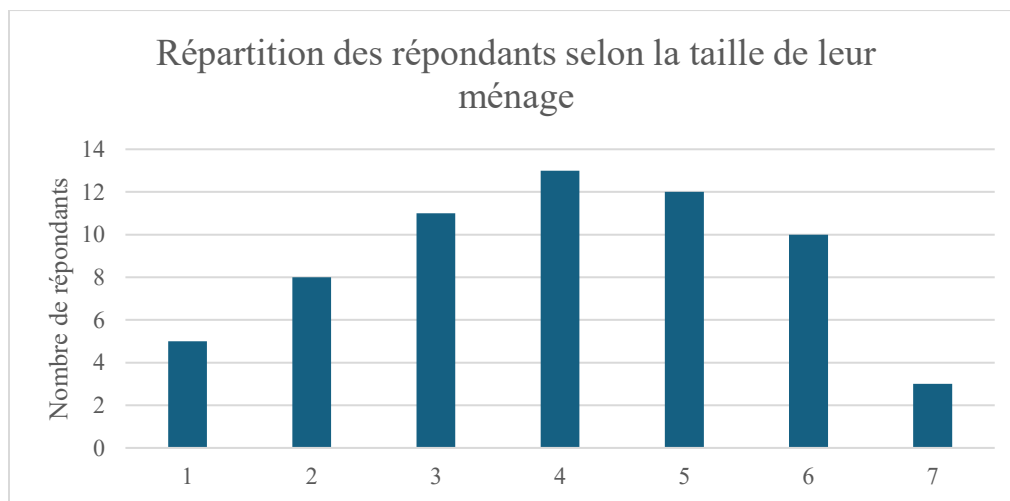


Figure 28 : Taille des ménages de population enquêtée (Labé, 2025)

5.3.1.2 Perception des inondations

5.3.1.2.A Fréquence des inondations

Dans l'ensemble des barangays étudiés, la tranche de 6 à 10 inondations par an est celle qui revient le plus fréquemment (Figure 29). Cette tendance est particulièrement marquée dans le barangay de Parian, où 15 répondants sur 18 (soit 83,3 %) estiment être confrontés à ce nombre d'inondations chaque année. Cette homogénéité de réponse suggère une perception partagée d'une exposition régulière à des épisodes d'inondation.

À Santo Niño, les perceptions sont relativement homogènes : la quasi-totalité des répondants (11 sur 13) mentionne entre 6 et 10 inondations par an, tandis que seulement 2 personnes évoquent la tranche de 11 à 15 fois. Aucun répondant ne rapporte moins de 5 inondations annuelles ni plus de 15, ce qui suggère une exposition régulière mais sans être extrême.

Dans les autres barangays, les réponses sont plus diversifiées, ce qui traduit une variabilité dans la perception de la fréquence et, potentiellement, des différences intra-barangay en termes d'exposition. Par exemple, à Pahina Central, si la tranche 6 à 10 fois reste majoritaire (8 répondants sur 19), une proportion significative indique 11 à 15 fois (6 répondants), tandis que 5 personnes déclarent subir moins de 5 inondations par an. Cette hétérogénéité peut s'expliquer par des disparités topographiques ou des différences dans la qualité ou l'entretien du réseau de drainage.

Le barangay de Kalubihan présente également une distribution plus dispersée : parmi les 19 répondants, 8 estiment subir 6 à 10 inondations par an, 4 mentionnent 11 à 15 fois, 1 personne indique moins de 5 fois, et une seule (sur tout l'échantillon) déclare plus de 15 fois. Cette perception très élevée peut refléter une situation d'exposition particulière, potentiellement liée à une zone très vulnérable (zone basse, sans évacuation, proche d'un canal, etc.).

Dans l'ensemble, ces résultats suggèrent que la perception de la fréquence des inondations varie non seulement entre les barangays, mais également à l'intérieur de ceux-ci, ce qui met en évidence l'importance d'une analyse poussée à l'échelle micro-locale.

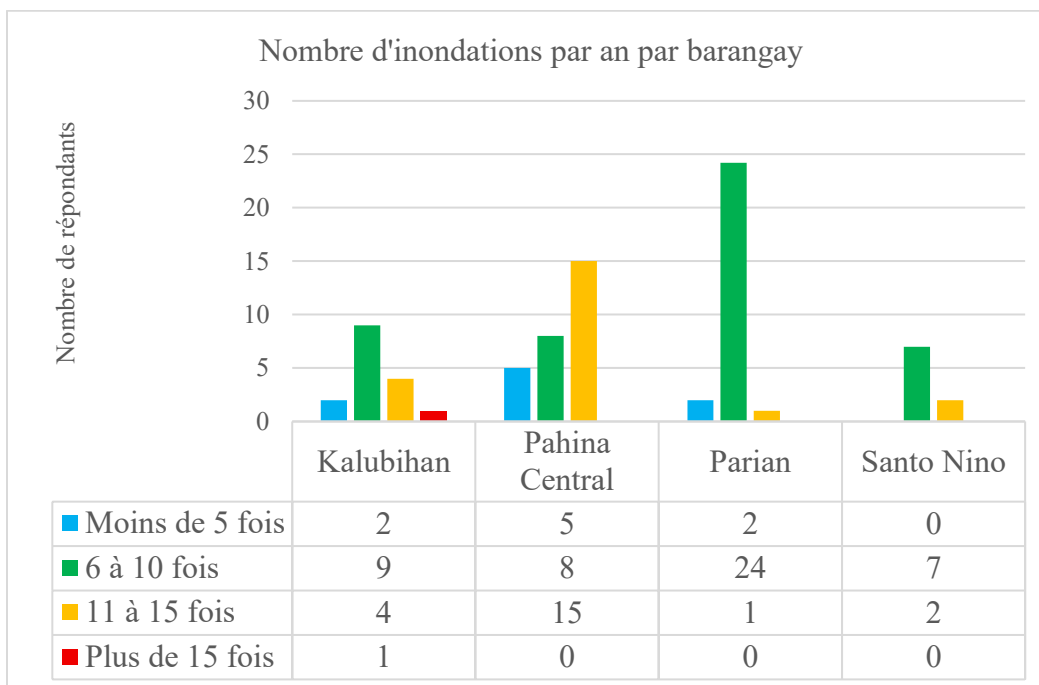


Figure 29 : Nombre d'inondations par an par barangays selon la population enquêtée (Labé, 2025)

5.3.1.2.B Hauteur des inondations

Afin d'évaluer la hauteur moyenne atteinte par les inondations, une méthode comparative basée sur des repères corporels a été utilisée, ce qui facilite la compréhension pour les répondants

tout en permettant une représentation concrète du niveau d'eau. La Figure 30 montre que dans l'ensemble des barangays, la hauteur moyenne perçue des inondations se situe majoritairement au niveau des genoux. Les médias semblent confirmer cette tendance, les images relayées montrent principalement des hauteurs d'eau qui atteignent les genoux. Ainsi, pour qu'une inondation soit considérée comme telle dans les barangays étudiées, il faut qu'elle atteigne au minimum les genoux (Capistrano, 2022).

Cette tendance est particulièrement marquée dans le barangay de Santo Niño, où tous les répondants sauf un estiment que les inondations atteignent les genoux. À Kalubihan, les participants indiquent que l'eau n'atteint jamais le bassin, en revanche, dans les barangays de Pahina Central et Parian, respectivement 2 et 1 répondants rapportent que les inondations peuvent monter jusqu'au bassin, ce qui reflète une perception d'événements potentiellement plus graves. Il est toutefois notable que dans ces mêmes barangays, 6 (Pahina Central) et 7 (Parian) personnes estiment que l'eau ne dépasse pas les chevilles, ce qui met en lumière une grande variabilité intra-barangay dans la perception de l'ampleur des inondations.

Cette diversité de réponses souligne le caractère subjectif de la perception : la hauteur perçue dépend notamment de la taille des répondants, ce qui peut fausser la comparaison entre individus.

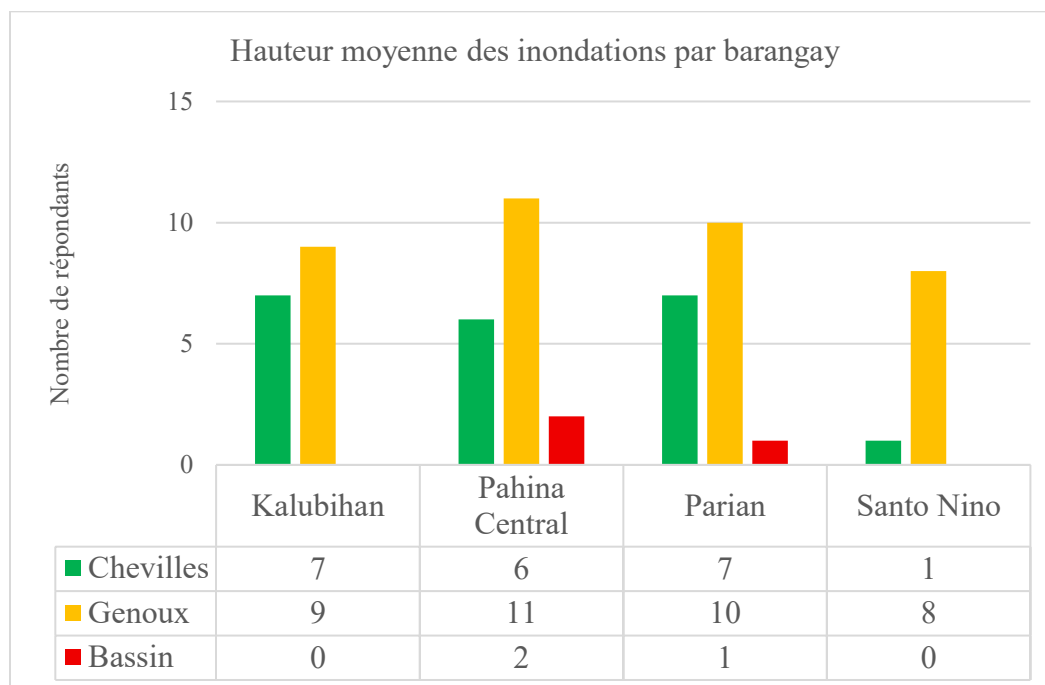


Figure 30 : Hauteur moyenne des inondations selon le barangay de la population enquêtée (Labé, 2025)

La hauteur maximale atteinte par les inondations (Figure 31) révèle des perceptions contrastées selon les barangays. Globalement, les hauteurs déclarées se concentrent autour des genoux et du bassin, indiquant une intensité perçue plus importante que celle observée pour les hauteurs moyennes.

Dans les barangays de Pahina Central et Parian, les réponses montrent une forte hétérogénéité. Si certains répondants y indiquent que les inondations n'ont jamais dépassé les chevilles (4 et 1 personnes selon le barangay), une majorité estime toutefois avoir déjà été confrontée à des événements atteignant les genoux (respectivement 8 et 9 personnes), voire le bassin (7 et 8 personnes). Cette variabilité peut refléter des différences micro-locales de vulnérabilité à l'intérieur même des barangays, par exemple entre zones proches du drainage ou en contrebas, et d'autres plus en hauteur. Une autre explication plausible tient au temps de résidence dans le barangay. Les personnes récemment installées peuvent ne pas avoir encore vécu d'inondations majeures et basent leur réponse sur des événements récents, souvent moins intenses. Cela peut expliquer pourquoi certains répondants mentionnent uniquement la hauteur "cheville" comme maximum observé.

Le barangay de Kalubihan présente une distribution similaire à Parian et Pahina Central, avec une majorité de réponses situées au niveau des genoux (10 répondants) et quelques réponses pour le bassin (6). Seul le barangay de Santo Niño diffère : bien que les hauteurs moyennes y soient jugées modérées, les réponses sur les hauteurs maximales font davantage référence au niveau du bassin (6 répondants), suggérant que ce barangay aurait déjà été exposé à des inondations ponctuellement plus sévères que les autres.

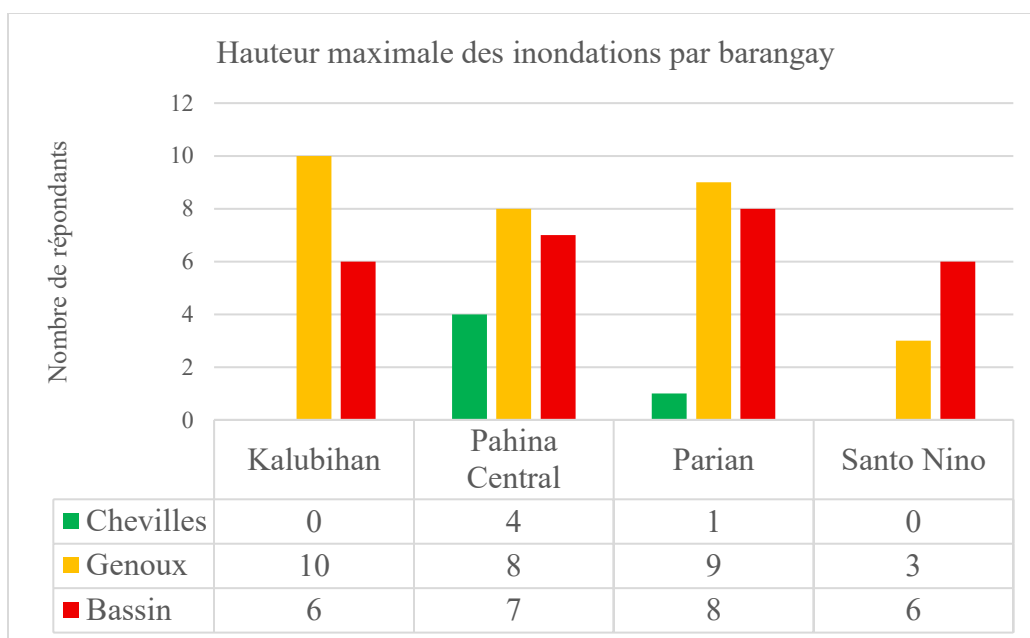


Figure 31 : Hauteur maximale des inondations selon le barangay de la population enquêtée (Labé, 2025)

Cette analyse peut être enrichie par une lecture croisée avec les différences de perception selon le genre. En effet, la taille moyenne des hommes philippins (1m65) est environ 11 cm supérieure à celle des femmes (1m54) (DonnéesMondiales, 2025), ce qui influence la manière dont une même hauteur d’eau est perçue. Une inondation atteignant 60 cm sera perçue au-dessus des genoux pour une femme, mais sous les genoux pour un homme.

Les résultats confirment cette tendance : les réponses « bassin » proviennent uniquement de femmes, aussi bien pour la hauteur moyenne (Figure 32) que pour la hauteur maximale (Figure 33). Plus globalement, les femmes tendent à déclarer des hauteurs plus importantes que les hommes : pour la hauteur maximale, près de la moitié des femmes interrogées estiment que l’eau atteint le bassin, tandis que les hommes se concentrent majoritairement sur le niveau des genoux, avec très peu de réponses extrêmes.

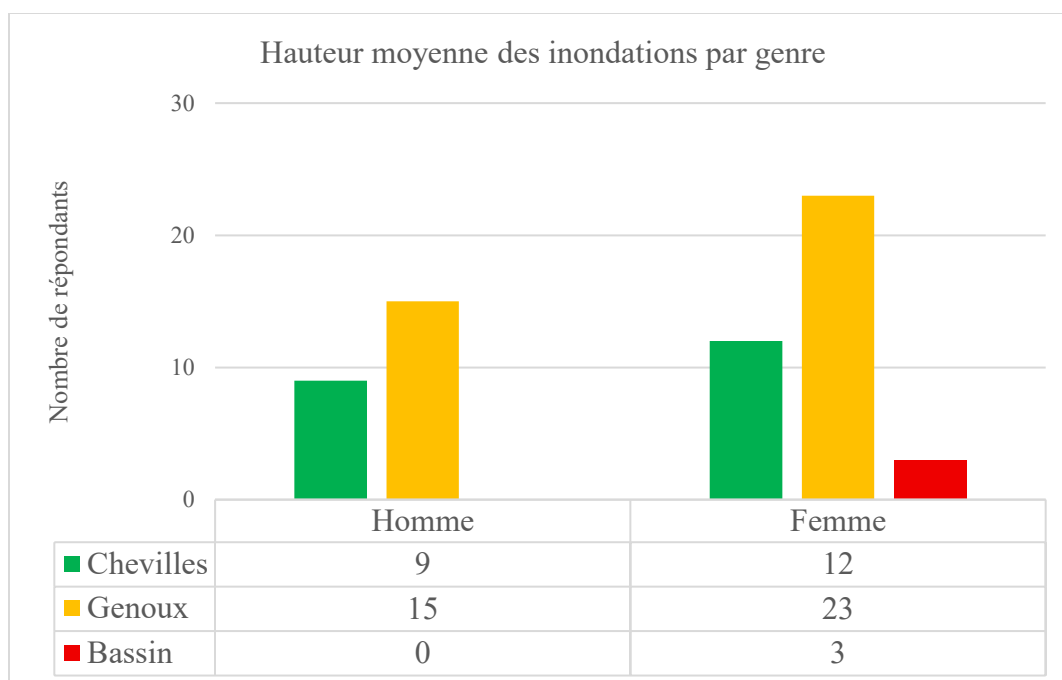


Figure 32 : Hauteur moyenne des inondation selon le genre de la population enquêtée (Labé, 2025)

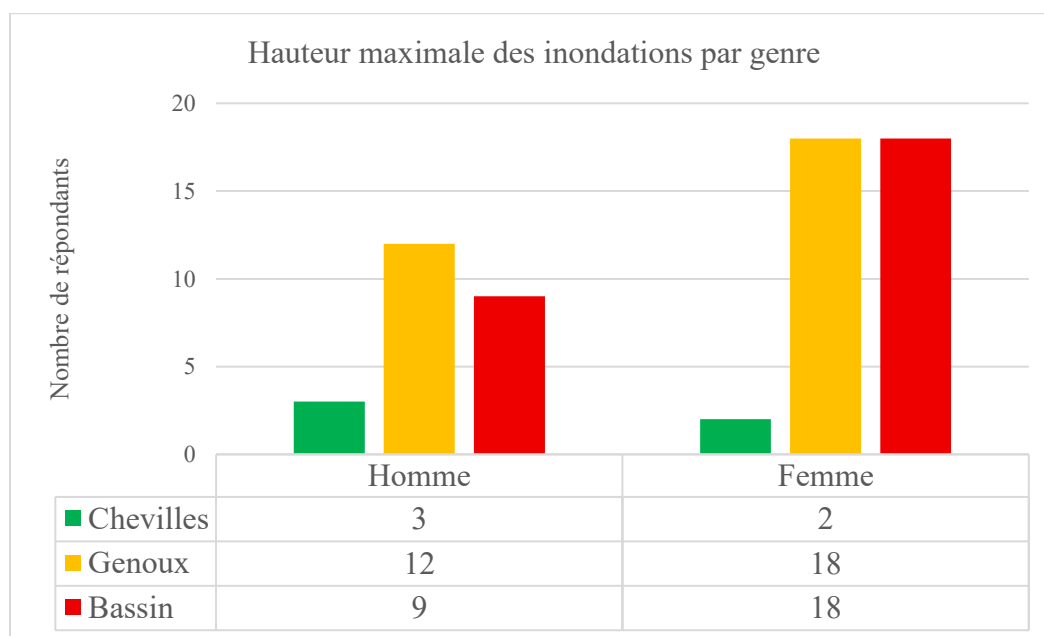


Figure 33 : Hauteur maximale des inondations selon le genre de la populations enquêtée (Labé, 2025)

L'analyse des hauteurs maximales perçues met en lumière une variabilité importante de l'exposition et de la vulnérabilité ressentie, à la fois entre les barangays et au sein même de ces territoires. La perception du risque d'inondation apparaît fortement liée à des facteurs spatiaux (topographie, infrastructures), sociaux (temps de résidence, genre), et physiques (taille des répondants).

5.3.1.2.C Temps de retrait des inondations

Le temps de retrait des eaux après une inondation constitue un indicateur essentiel pour évaluer la capacité d'un quartier à revenir rapidement à un fonctionnement normal après un événement perturbateur. Les données recueillies (Figure 34) perception variable du temps de stagnation selon les barangays..

À Kalubihan, les perceptions sont relativement étalées. Une majorité (9 personnes sur 16), estime que les eaux se retirent entre trois et six heures, ce qui indique un délai modéré. Une seule personne mentionne un retrait en moins de trois heures, suggérant une zone localisée bénéficiant d'un bon drainage. Toutefois, cinq personnes indiquent un temps de retrait compris entre six et douze heures, et une personne évoque même une stagnation allant jusqu'à vingt-quatre heures. Cette variabilité suggère des expositions différentes au sein même du barangay.

À Pahina Central, les perceptions tendent vers des temps de stagnation plus longs. Sur 19 répondants, huit déclarent un retrait entre six et douze heures, ce qui représente 42,1 % des réponses. Six personnes mentionnent un retrait entre trois et six heures, et cinq estiment que les eaux s'évacuent en moins de trois heures. Ce barangay présente donc une distribution relativement équilibrée, mais une part importante de la population semble confrontée à une stagnation prolongée.

Le barangay de Parian présente une configuration similaire. La moitié des répondants estime que les eaux mettent entre trois et six heures à se retirer, tandis que six personnes mentionnent un délai compris entre six et douze heures. Seulement trois déclarent un retrait en moins de trois heures. Ces résultats traduisent une situation intermédiaire, mais préoccupante, où un tiers des habitants perçoivent une stagnation prolongée de l'eau.

Enfin, à Santo Niño, les données sont plus homogènes. Sur neuf personnes interrogées, sept estiment que les eaux s'évacuent entre trois et six heures, et deux entre six et douze heures. Aucune ne signale une stagnation de plus de douze heures, ni un retrait rapide inférieur à trois heures.

L'ensemble de ces données met en lumière l'existence de disparités territoriales notables. Elles reflètent potentiellement des différences structurelles des systèmes de drainage, mais également des ressentis divergents sur le temps de perturbation.

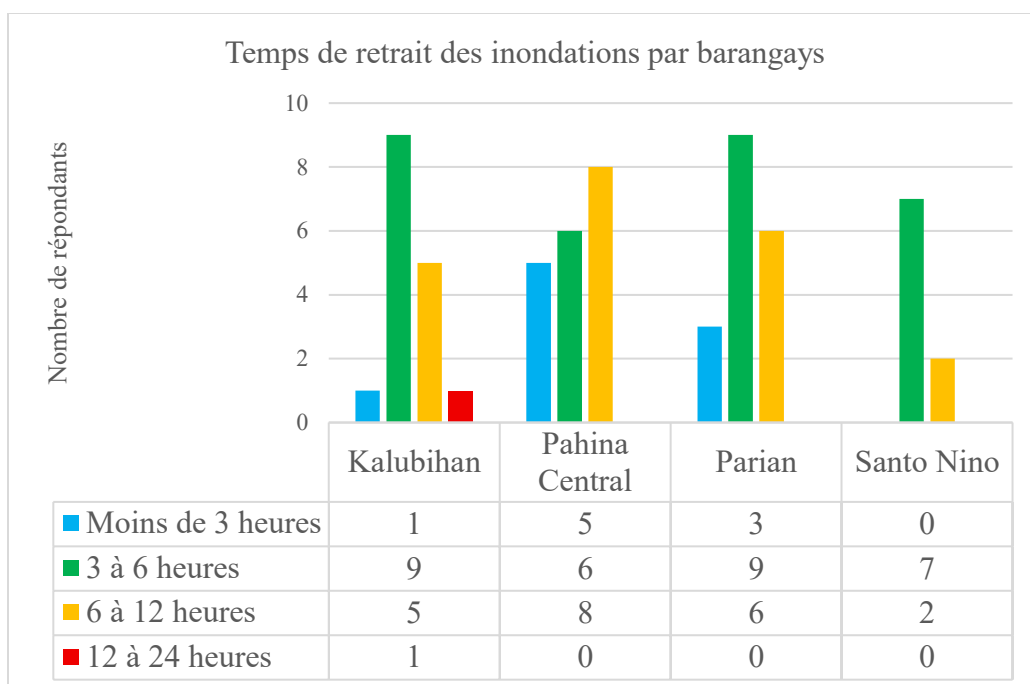


Figure 34 : Temps de retrait des inondations selon le barangay de la population enquêtée (Labé, 2025)

5.3.1.2.D Les inondations les plus marquantes

Les données sur la perception des répondants de l'année de la plus forte inondation montrent que l'année 2021 se distingue très nettement avec plus de 40 % (16 personnes) la désignant comme celle de la plus forte inondation vécue. Ce pic est très probablement lié au passage du typhon Rai (Odette) en décembre 2021 qui a touché les Philippines et notamment Cebu City (Esteban et al., 2022).

En comparaison, les années précédentes sont très peu mentionnées et regroupent pour chacune d'entre elles 1 à 4 réponses. Ce qui peut indiquer un oubli progressif de ces inondations, notamment chez les résidents plus récents dans les barangays.

Les années suivantes, 2022, 2023 et 2024 sont respectivement citées 10, 8 et 8 fois. Ces résultats traduisent des inondations importantes ces dernières années, mais de moindre ampleur ou plus localisée par rapport à celle de 2021.

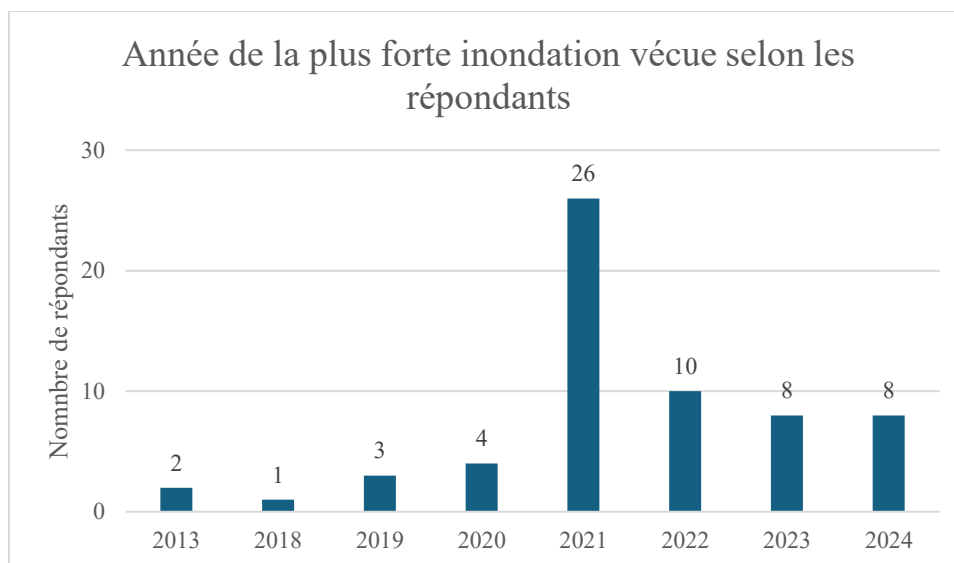


Figure 35 : Année de la plus forte inondation selon la population enquêtée

5.3.1.3 Mesures pour faire face aux inondations

5.3.1.3.A Stratégies d'adaptation

Le graphique (Figure 36) illustre les différentes stratégies d'adaptation déclarées par les répondants face aux inondations. Il s'agit ici d'une question à choix multiples à maximum trois réponses, permettant de révéler la diversité des comportements adoptés. Six types d'actions ont été identifiés.

Les trois mesures les plus couramment rapportées sont : le rassemblement de fournitures d'urgence (49 personnes), le débranchement des appareils électriques (40 personnes) et le suivi les informations diffusées par la radio locale (37 personnes). Ces résultats témoignent d'une forme de préparation individuelle, marquée notamment par la constitution de kits de survie et par une vigilance accrue face aux risques électriques. Le réflexe de se tenir informé par la radio locale, souvent mobilisée en cas de coupure d'internet ou d'électricité, indique également une conscience du rôle de l'information en situation de crise.

D'autres comportements, bien que moins fréquents, restent significatifs : se déplacer vers une zone sûre avant d'être piégé par la montée des eaux (30 personnes), préparer le bien-être des animaux de compagnie (16 personnes), ou encore déplacer les objets de valeur ou les meubles vers des niveaux supérieurs (14 personnes). La relativement faible proportion de personnes ayant déclaré s'être déplacées vers une zone plus sûre peut s'expliquer par plusieurs facteurs : l'absence

ou l'insuffisance d'espaces d'évacuation accessibles, la crainte de quitter son domicile, des problèmes de mobilité, ou encore une certaine habitude au risque, c'est-à-dire la tendance à banaliser les événements répétés et à sous-estimer leur dangerosité.

Ces résultats montrent l'existence de réflexes d'autoprotection, mais aussi des freins structurels ou culturels, notamment le fait que de nombreuses personnes préfèrent rester chez elles malgré le risque encouru.

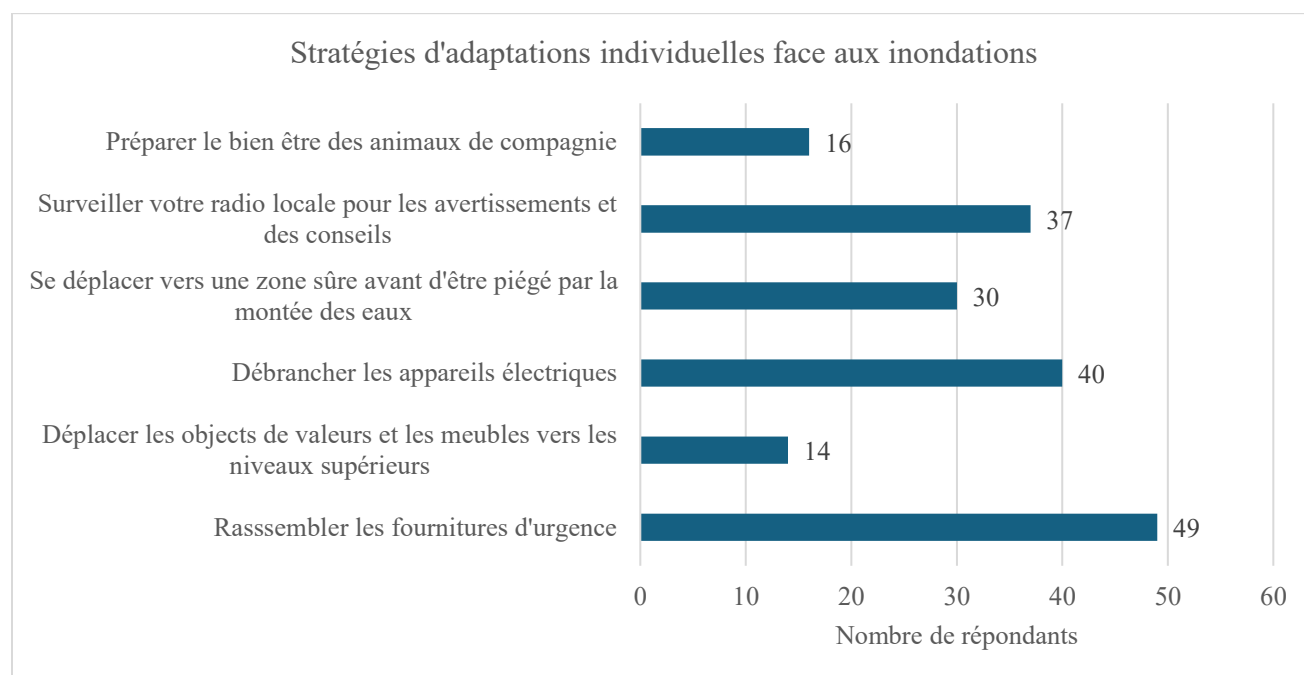


Figure 36 : Stratégies d'adaptations face aux inondations des populations enquêtées (Labé, 2025)

5.3.1.3.B Conséquences des inondations

La Figure 37 met en relation les types de dommages subis par les répondants et l'étage de leur habitation. Cela permet une analyse de la vulnérabilité verticale, c'est-à-dire des inégalités d'exposition au risque en fonction de la hauteur d'habitation.

Globalement, les dommages électriques apparaissent comme les plus fréquemment rapportés, avec 41 répondants affectés, suivis par les dommages structurels (37 personnes), la perte de biens (36 personnes) et la perte de documents administratifs importants (31 personnes). Ces différents types de pertes traduisent à la fois des impacts matériels directs et des conséquences administratives pouvant perturber significativement la vie quotidienne des ménages.

La répartition de ces dommages selon l'étage de résidence révèle des tendances distinctes. La perte de biens concerne particulièrement les habitants du rez-de-chaussée, où 9 personnes sur

13 déclarent avoir subi ce type de dommage. Cette perte est également notable au premier étage (14 personnes sur 28) et au deuxième étage ou plus (13 personnes sur 26). Les dommages structurels affectent tout autant les logements situés au rez-de-chaussée que ceux situés au premier étage (61,5 % des enquêtés dans chacun des cas soit respectivement 8 et 16 personnes), alors qu'ils sont légèrement moins fréquents au deuxième étage ou plus (56,5 % soit 13 personnes).

Concernant les dommages électriques, ils sont majoritairement évoqués par les résidents des étages supérieurs (18 personnes). Cependant, la perte de documents importants touche moins fréquemment les habitants du premier étage ou plus, bien qu'elle soit relativement élevée chez ceux du rez-de-chaussée (9 personnes), un taux similaire à celui de la perte de biens.

Les habitants du premier étage déclarent plus fréquemment la perte de biens et de papiers, ce qui pourrait être lié à la valeur sentimentale ou administrative accordée à ces pertes. Ils sont également plus exposés aux dommages structurels et électriques mais semblent moins affectés que les résidents des étages supérieurs qui subissent majoritairement ce type d'impact.

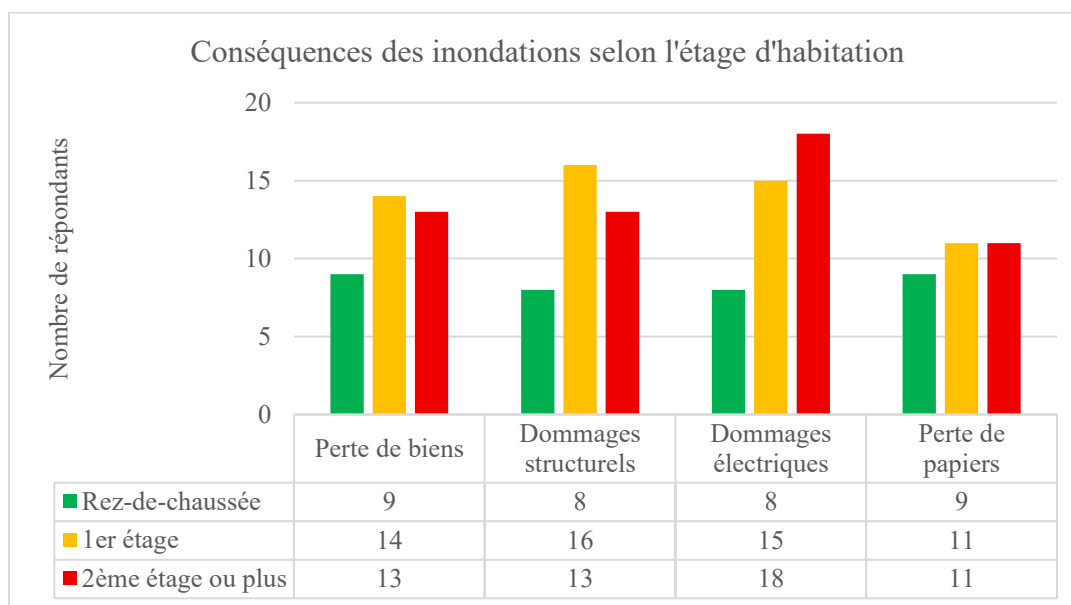


Figure 37 : Conséquences des inondations selon l'étage d'habitation de la population enquêtée (Labé, 2025)

5.3.1.3.C Causes des inondations

L'analyse des causes perçues des inondations par les répondants (Figure 38) révèle une compréhension partagée entre facteurs environnementaux et défaillances structurelles. Les participants ont été invités à sélectionner trois causes principales parmi une liste proposée, permettant ainsi de saisir leurs perceptions prioritaires.

Les fortes précipitations sont citées la quasi-totalité des répondants (54 personnes), traduisant une reconnaissance claire des dynamiques climatiques, qu'elles soient naturelles ou liées au changement climatique. Viennent ensuite le manque d'infrastructures de drainage (32 personnes) le débordement des rivières (31 personnes), et l'obstruction des systèmes existants (31 personnes). Ces résultats soulignent une perception critique de la capacité des infrastructures urbaines à gérer les excès d'eau, en particulier lors d'épisodes de pluies intenses. Cela suggère également que la moitié des personnes enquêtées pensent que les inondations sont dues à des débordements de rivières, certainement parce que c'est le cas dans d'autres zones à Cebu ou bien aux Philippines tandis que ce n'est pas une cause des inondations récurrentes.

D'autres facteurs sont également identifiés par les répondants. La mauvaise gestion des déchets, citée par 22 d'entre eux, est perçue comme un élément aggravant, en raison de l'encombrement fréquent des systèmes de drainage par les ordures. Le manque d'entretien des installations existantes est également évoqué par 13 personnes, ce qui reflète une mauvaise gestion des infrastructures.

Enfin, seuls 3 répondants mentionnent l'urbanisation comme cause d'inondation, ce qui reste marginal dans cet échantillon.

Les résultats révèlent une prédominance des explications liées au climat et aux défaillances techniques, illustrant une perception des causes d'inondation centrée sur les conditions naturelles et l'efficacité des infrastructures plutôt que sur des dynamiques d'aménagement plus larges.

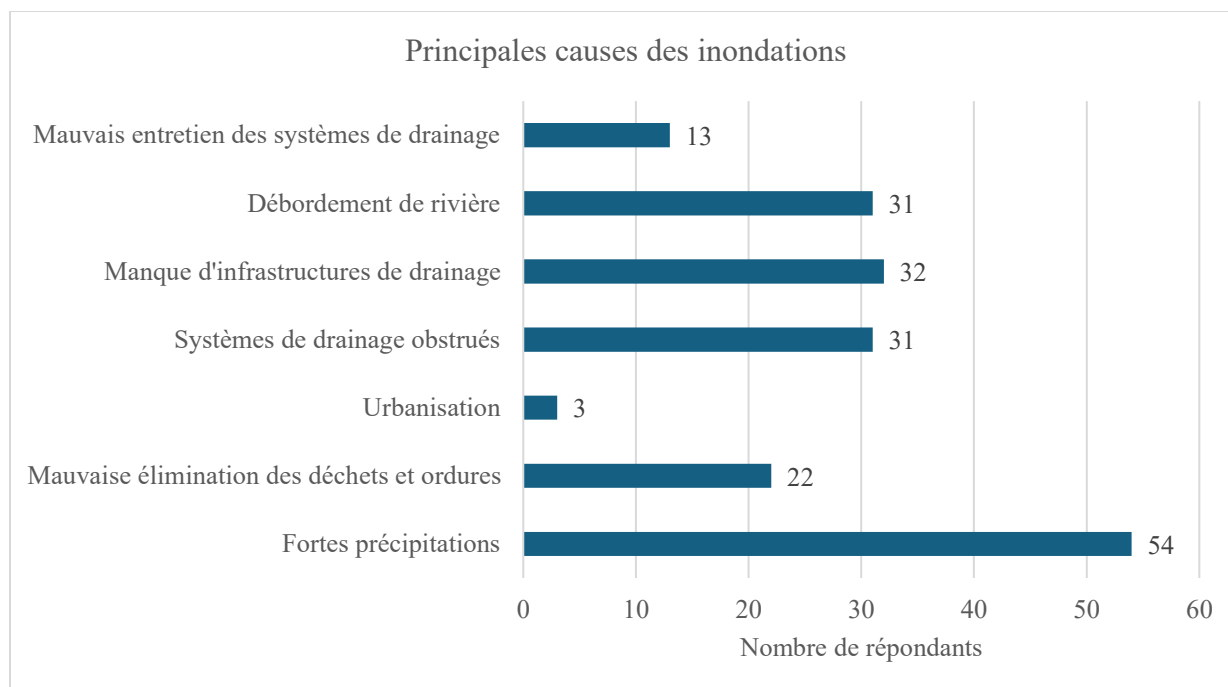


Figure 38 : Principales causes des inondations selon la population enquêtée (Labé, 2025)

5.3.1.3.D Réactivité des barangays

Le graphique illustrant la réactivité des barangays (Figure 39) met en évidence les écarts de perception parmi les habitants concernant la capacité des autorités locales à réagir en cas d'inondation. Les réponses ont été réparties selon cinq niveaux d'évaluation allant de "pas réactif" à "extrêmement réactif", et sont regroupées par barangay.

À Kalubihan, les avis sont globalement partagés. Si un quart des répondants (4 personnes) jugent leur barangay "modérément réactif", 5 personnes le qualifient de "légèrement réactif" et 2 comme "pas réactif". Toutefois, 4 personnes estiment leur barangay "très réactif", et 1 "extrêmement réactif", traduisant une perception mitigée, mais avec une base de confiance significative.

À Pahina Central, la réactivité est perçue de manière plus positive : 8 personnes des répondants la jugent "modérément réactive" et 5 "très réactive", soit près de 70 % des enquêtés ayant une appréciation globalement favorable. Aucun répondant n'a sélectionné "pas réactif" ni "extrêmement réactif", ce qui renforce l'idée d'une réactivité perçue comme moyenne à bonne. Bien que 6 personnes le voient comme "légèrement réactif".

À Parian, la moitié des habitants enquêtés considèrent leur barangay comme "modérément réactif". Toutefois, une part non négligeable d'entre eux exprime des réserves : il y a 3 "légèrement réactif", 2 "pas réactif", et seulement 1 "extrêmement réactif". Ce profil indique une perception centrée sur la suffisance, mais avec des avis mitigés.

À Santo Niño, les évaluations sont globalement positives : 4 répondants jugent leur barangay "très réactif", ce qui représente la part la plus élevée parmi les quatre barangays étudiés (44,4%). Toutefois, 2 personnes estiment que la réactivité n'est que "modérée" ou "légère", et 1 personne le déclare "pas réactif". Ces avis partagés suggèrent des expériences contrastées dans la prise en charge des inondations.

Dans l'ensemble, ces résultats mettent en lumière une perception différenciée de l'action publique locale, marquée par une certaine méfiance ou une attente de meilleure réactivité dans plusieurs zones. Si Pahina Central et Santo Niño semblent avoir une image positive, Kalubihan et Parian présentent une répartition plus dispersée des réponses, ce qui pourrait traduire des différences dans la communication, les moyens d'intervention ou l'implication communautaire au sein de ces barangays.

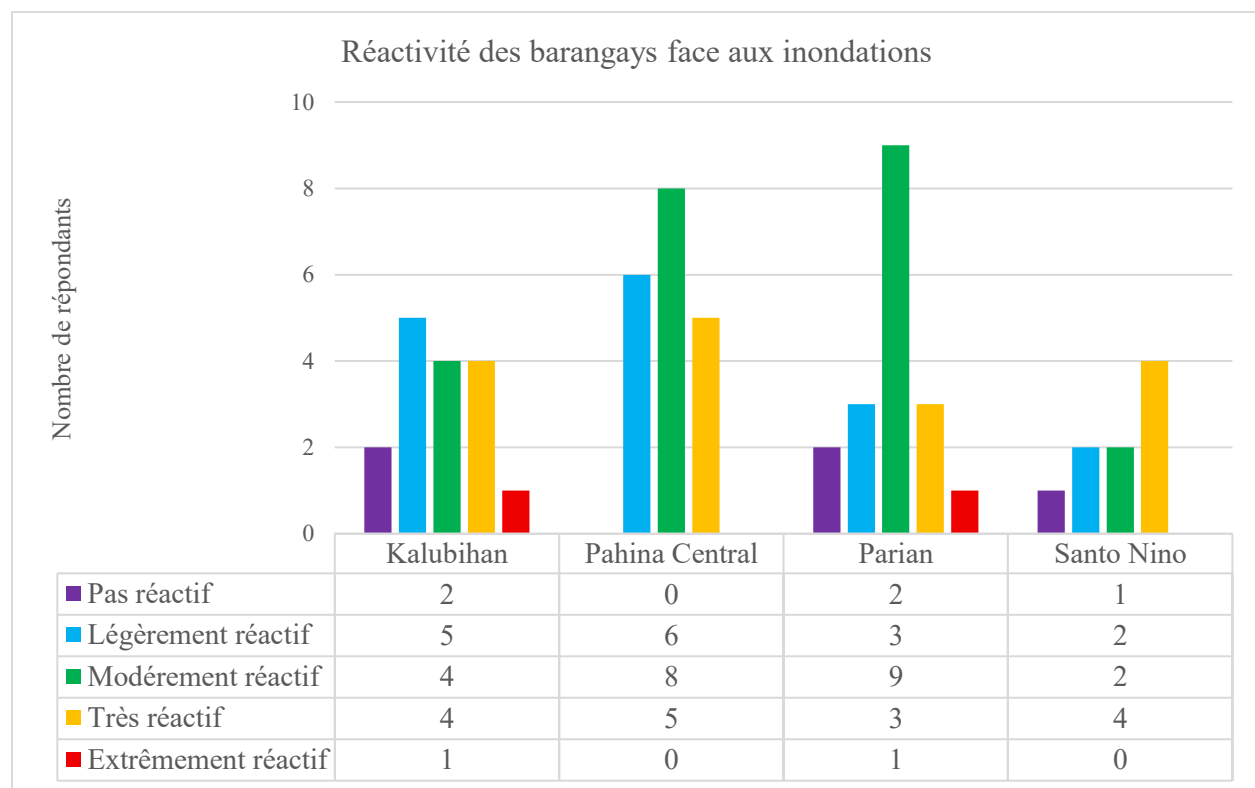


Figure 39 : Réactivité des barangays face aux inondations selon la populations enquêtée (Labé, 2025)

5.3.1.3.E Nettoyage des rues

Le nettoyage des rues constitue un levier important de prévention des inondations, en limitant l'obstruction des systèmes de drainage par les déchets solides. La Figure 40 présente la fréquence perçue de ces opérations par les répondants dans les quatre barangays étudiés.

Il existe une forte variabilité entre les quartiers. À Parian, 6 répondants affirment ne jamais nettoyer la rue, tandis que seuls 1 personne évoque nettoyer régulièrement. 5 personnes logeant dans le barangay déclarent nettoyer seulement après des inondations, ce qui traduit une action simplement réactive et une faible anticipation du risque.

À Kalubihan, le constat est un peu plus nuancé. Un quart des répondants (personnes) indiquent ne jamais nettoyer, 5 le font régulièrement, ce qui en fait l'un des barangays les mieux notés à ce sujet. Il se distingue aussi par une proportion élevée de réponses "occasionnellement" (6 personnes) suggérant une fréquence irrégulière mais existante.

À Pahina Central, les pratiques sont plus équilibrées. 6 répondants déclarent nettoyer les rues qu'après des inondations, mais environ un quart d'entre eux évoquent un nettoyage régulier (5 personnes) ou occasionnel (5 personnes). Cependant, 3 personnes affirment ne jamais le faire.

Le cas de Santo Niño est plus positif, avec 3 répondants indiquant un nettoyage régulier, soit le taux le plus élevé parmi les quatre barangays. Toutefois, les autres catégories (jamais, seulement après les inondations, occasionnellement) ont toutes 2 réponses, ce qui suggère une hétérogénéité des pratiques au sein même du barangay.

Ces résultats soulignent que, dans plusieurs zones, le nettoyage des rues est principalement déclenché en réaction aux inondations, plutôt que fait de manière systématique et préventive. Cela renforce l'idée du manque de prévention de la gestion du risque qui est plutôt centrée sur l'urgence.

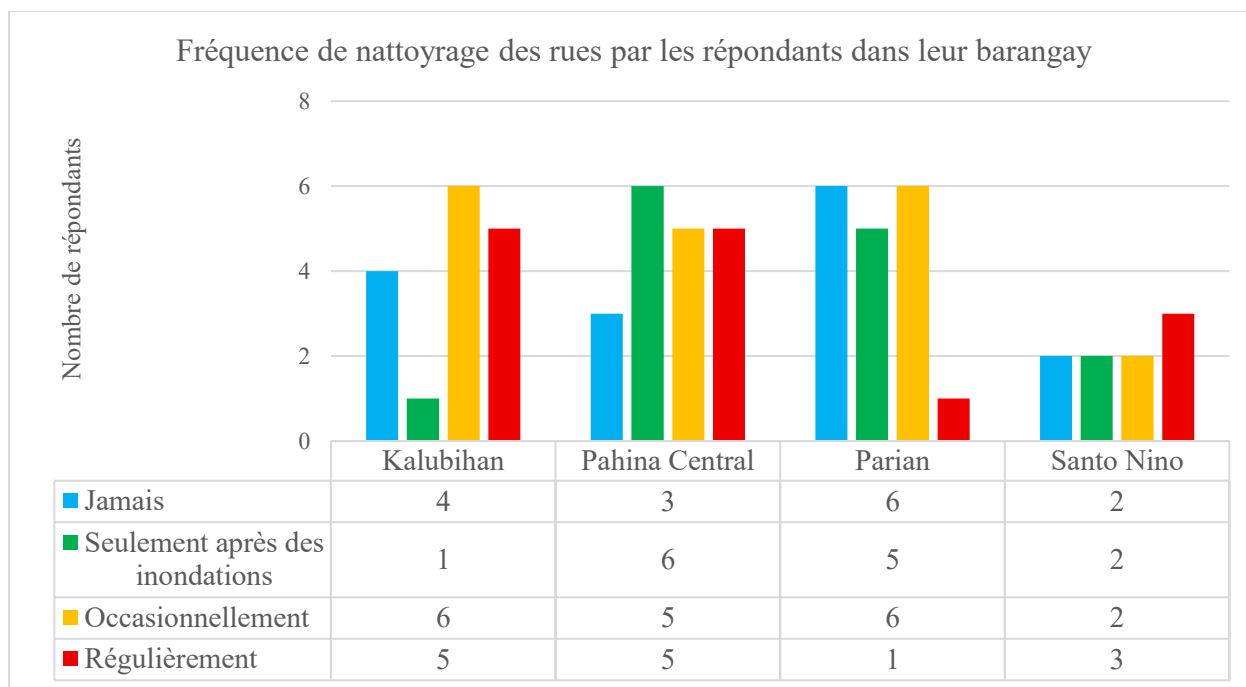


Figure 40 : Fréquence de nettoyage des rues par la population enquêtée selon leur barangay (Labé, 2025)

5.3.1.3.F Volonté de participer à des nettoyages

La Figure 41 sur la volonté de participer à des activités de nettoyages organisées par les barangays met en lumière un fort potentiel de mobilisation communautaire.

À Pahina Central, 17 répondants sur 19 se disent prêts à participer activement, soit près de la totalité de l'échantillon. Cette tendance se retrouve également à Kalubihan, avec 14 répondants sur 16, et Santo Niño Parian, où 7 personnes sur 9 expriment leur volonté d'agir. Dans le barangay de Parian les avis sont plus mitigés avec un tiers (6 personnes sur 18) des enquêtés qui ne souhaitent pas participer aux activités si elles viennent à être organisées.

Ces résultats traduisent une forte envie d'agir au niveau local. Comme le soulignait le paragraphe précédent, le nettoyage est souvent réalisé de manière ponctuelle, uniquement après les inondations, voire totalement absent selon les zones. Cette idée d'activité organisée semble motiver les habitants à être plus préventif face aux inondations.

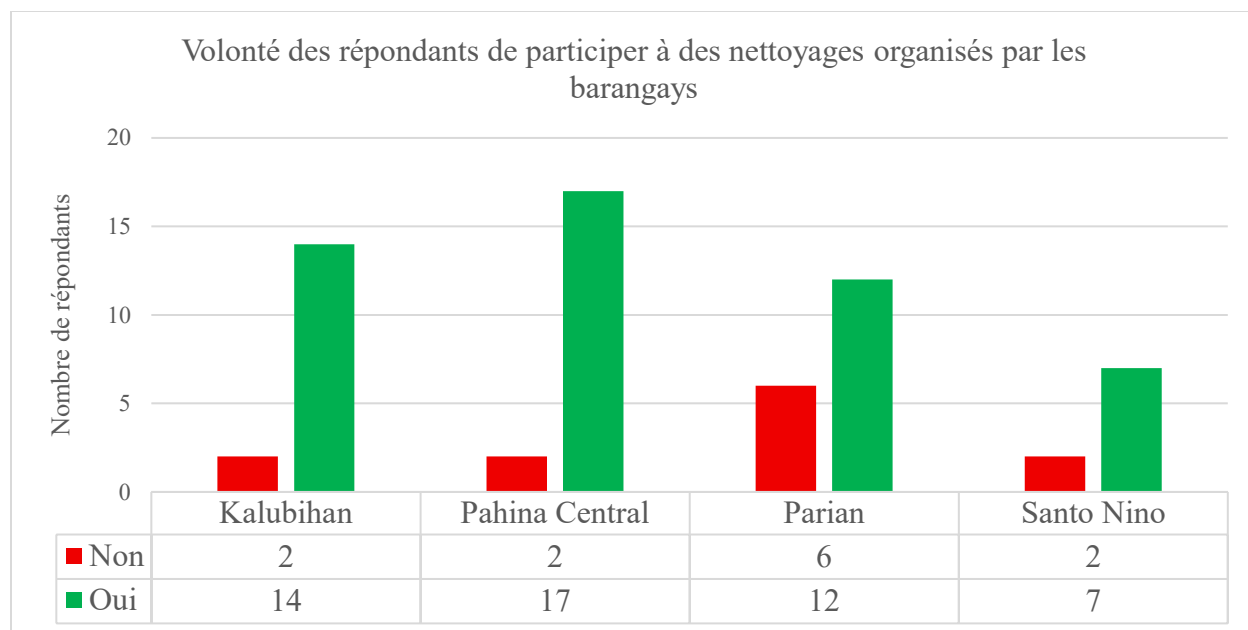


Figure 41 : Volonté de participer à des activités de nettoyages selon les barangays de la population étudiée (Labé, 2025)

5.3.1.4 Relocalisation des populations

La relocalisation constitue un moyen de protection face aux inondations (Gemenne, et al., 2021). Certaines personnes y recourent de manière préventive, d'autres en situation d'urgence (en raison du danger immédiat), tandis que certaines le font après l'événement, à la suite des dommages subis. Il est pertinent d'identifier les personnes ayant déjà été contraintes de se relocaliser en raison d'une inondation, afin d'évaluer combien d'entre elles ont été suffisamment affectées pour devoir quitter leur logement.

La Figure 42A révèle que plus des deux tiers des répondants (44 personnes) n'ont jamais eu à se déplacer à cause des inondations, contre 18 ayant déjà vécu une relocalisation. La Figure 43 détaille ces déplacements en fonction de la taille des ménages. Sur les 247 personnes concernées par l'enquête, 76 ont ainsi été relocalisées, soit 30,8 %.

Les données ne précisent pas les raisons exactes de ces déplacements (ni s'ils ont eu lieu en amont, pendant ou après les inondations) mais la Figure 42B permet de distinguer si les déplacements étaient de court ou long terme. Seules deux répondants, l'ont été pour une durée prolongée. Cela signifie qu'elles ont dû quitter leur logement pendant plusieurs mois, soit en raison de dommages importants rendant leur habitation inhabitable, soit dans le cadre d'un

déménagement définitif vers une zone perçue comme plus sûre. Les 16 autres personnes ont connu des relocalisations de courte durée, impliquant un hébergement temporaire de quelques jours à plusieurs semaines.

Par ailleurs, la majorité des personnes interrogées (37 personnes) déclarent connaître quelqu'un dans leur entourage ayant dû se relocaliser à cause d'une inondation Figure 42C. Ce chiffre montre que même les personnes non directement concernées peuvent être affectées de manière indirecte, ce qui contribue à façonner leur perception du danger.

Ces données montrent que, bien que la majorité des répondants n'aient jamais eu à se relocaliser, une part non négligeable a tout de même été contrainte de quitter temporairement ou durablement son logement en raison des inondations. Cela témoigne d'un niveau d'impact significatif pour une partie de la population, révélant à la fois l'exposition aux aléas et les limites des capacités locales de protection ou d'adaptation. La rareté des relocalisations de long terme peut, quant à elle, suggérer une résilience des habitants, mais elle peut aussi refléter un manque d'alternatives sûres et durables en matière de logement.

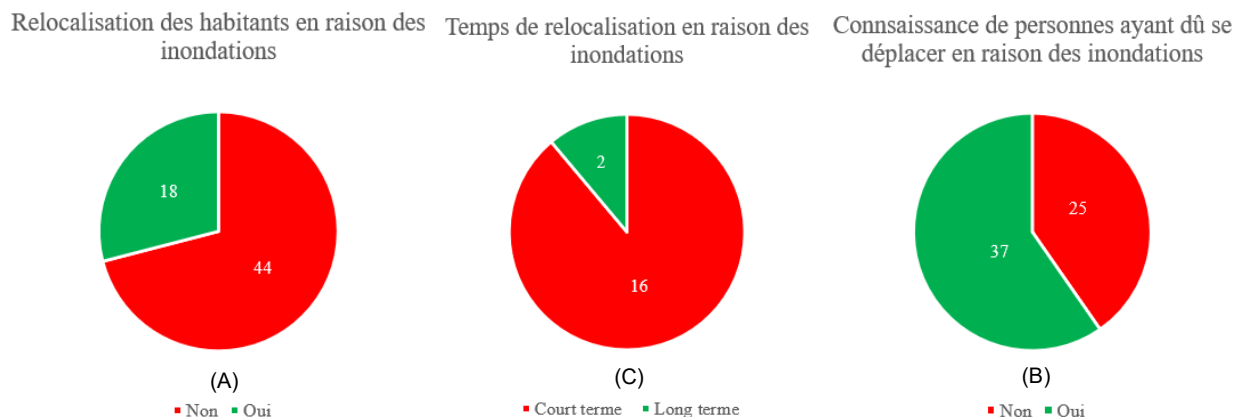


Figure 42 : (A) Relocalisation à cause des inondations; (B) Temps de relocalisation ; (C) Connaissance de personnes ayant dû se relocaliser à cause des inondations (Labé, 2025)

Figure 43 : Ménages ayant déjà dû se relocaliser à cause des inondations selon leur taille (Labé, 2025)

Taille des ménages	2	3	4	5	6
Nombre de ménages relocalisés	2	4	3	6	3

Afin de compléter l'analyse sur la relocalisation, il est pertinent d'interroger les intentions non réalisées : les personnes ont-elles déjà envisagé de déménager de manière permanente en raison des risques liés aux inondations ? La Figure 44A indique que 34 répondants n'y ont jamais songé, tandis que 28 déclarent y avoir déjà pensé. Ce chiffre est notablement plus élevé que celui

des personnes ayant effectivement été relocalisées, ce qui indique un écart entre l'intention et le passage à l'acte.

C'est dans cette perspective qu'il a été demandé aux personnes concernées d'identifier les freins à une relocalisation permanente (Figure 44B). L'objectif est double : comprendre les obstacles concrets à la mobilité, mais aussi évaluer la force de l'attachement au territoire. Les répondants pouvaient sélectionner plusieurs raisons simultanément, afin de refléter la complexité des choix individuels.

Les motifs les plus évoqués sont l'attachement au territoire ou à la communauté locale, ainsi que les contraintes financières, chacun cité par 16 personnes sur 28. Viennent ensuite les raisons liées à l'emploi ou à la subsistance (13 personnes), puis le manque d'alternatives résidentielles perçues comme viables (10 personnes).

Ces résultats mettent en lumière le poids des dimensions sociales et économiques dans la décision de quitter une zone à risque ou d'y rester. Ils soulignent que, même en ayant conscience d'un danger, beaucoup restent ancrés dans leur environnement immédiat en raison de ressources limitées, d'opportunités réduites ailleurs, ou d'un fort attachement au lieu de vie.

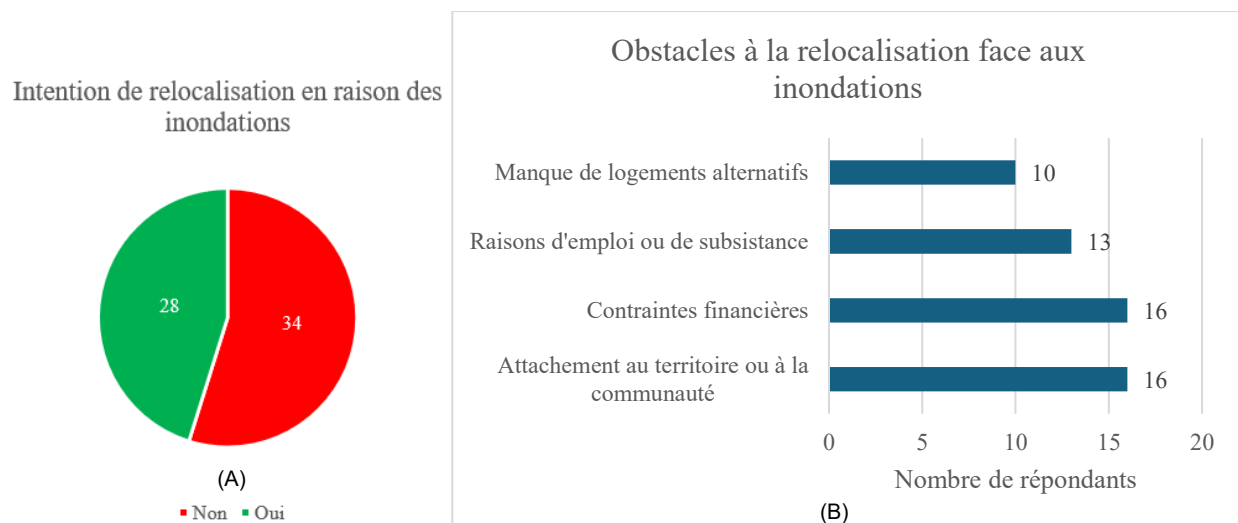


Figure 44 : (A) Intension de relocalisation en raison des inondations ; (B) Obstacles à cette relocalisation (Labé, 2025)

5.3.1.5 Perception du changement climatique

L'analyse du niveau de familiarité avec le concept de changement climatique selon l'âge révèle des différences notables entre les groupes d'âge (Figure 45). À l'échelle de l'échantillon global, 5 personnes ne se déclarent pas familières, 15 peu familières, 24 modérément familières, 17 très familières, et 1 seule personne extrêmement familière.

Les tranches d'âge les plus familiers sont les 26-40 ans et les 41-60 ans : plus de trois quarts des répondants de 26 à 40 ans se disent modérément (10 personnes) ou très familiers (6 personnes), tandis que ce taux est légèrement plus élevé chez les 41-60 ans, également répartis entre modérément (10 personnes) et très familiers (7 personnes). Cependant, aucun répondant de ces deux groupes ne se dit « extrêmement familier ».

Chez les 18-25 ans, les perceptions sont plus variées : 5 répondants se disent peu familiers, 4 modérément familiers, 4 très familiers, et 1 (le seul) extrêmement familier. On observe donc une certaine dispersion, bien que les niveaux de familiarité restent assez élevés.

En revanche, les moins de 18 ans et les plus de 60 ans affichent les niveaux de familiarité les plus faibles. Dans ces deux groupes, tous les répondants se disent soit pas familiers, soit peu familiers, sans aucune réponse dans les catégories de familiarité modérée ou élevée. Cependant, les effectifs dans ces tranches d'âges sont trop petits pour en tirer des conclusions concrètes.

Ces résultats suggèrent que la familiarité avec le changement climatique progresse avec l'âge, atteignant son maximum entre 26 et 60 ans. À l'inverse, les plus jeunes et les aînés semblent être moins sensibilisés.

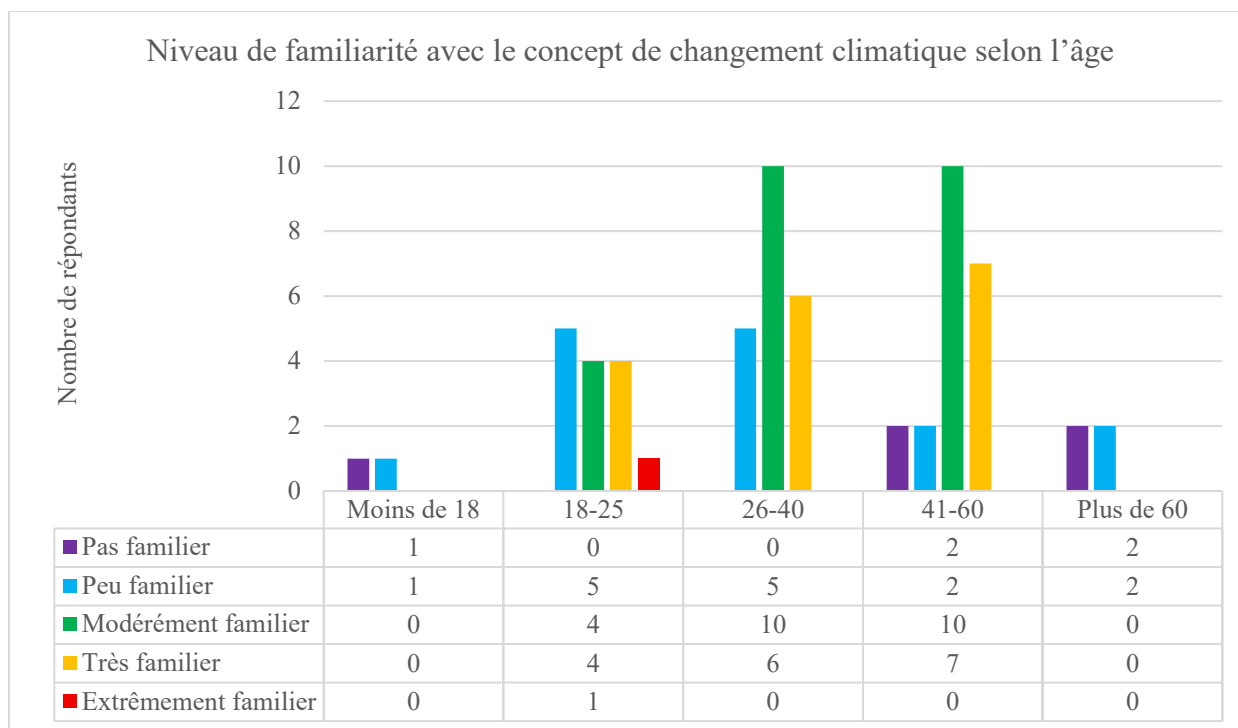


Figure 45 : Familiarité de la population enquêtée avec le concept de changement climatique selon leur tranche d'âge (Labé, 2025)

L'analyse des opinions sur l'existence du changement climatique montre un large consensus au sein de l'échantillon (Figure 46). Globalement, 52 répondants affirment croire à l'existence du phénomène, contre 2 qui le nient et 8 qui déclarent ne pas savoir.

Cependant, ces avis varient selon les tranches d'âge. Les 18-25 ans sont unanimes : tous les répondants de ce groupe estiment que le changement climatique est une réalité. Les 26-40 ans partagent cette opinion, avec seulement 1 indécis. Chez les 41-60 ans, l'adhésion est majoritaire, mais les réponses sont plus dispersées : 2 personnes déclarent ne pas croire au changement climatique et 2 autres ne se prononcent pas.

Les perceptions sont nettement plus floues aux extrêmes des classes d'âge. Les moins de 18 ans sont unanimes à ne pas savoir, ce qui traduit une absence de positionnement clair sur la question. Chez les plus de 60 ans, une seule personne affirme croire au changement climatique, tandis que les 3 autres se déclarent incertains. Aucun répondant de ces groupes n'a nié l'existence du phénomène.

Ces résultats mettent en évidence des différences générationnelles dans la reconnaissance du changement climatique. L'incertitude dans les groupes les plus jeunes et les plus âgés montre

l'importance d'un renforcement de l'éducation et de la sensibilisation auprès de ces publics pour favoriser une meilleure compréhension des enjeux climatiques actuels et futurs.

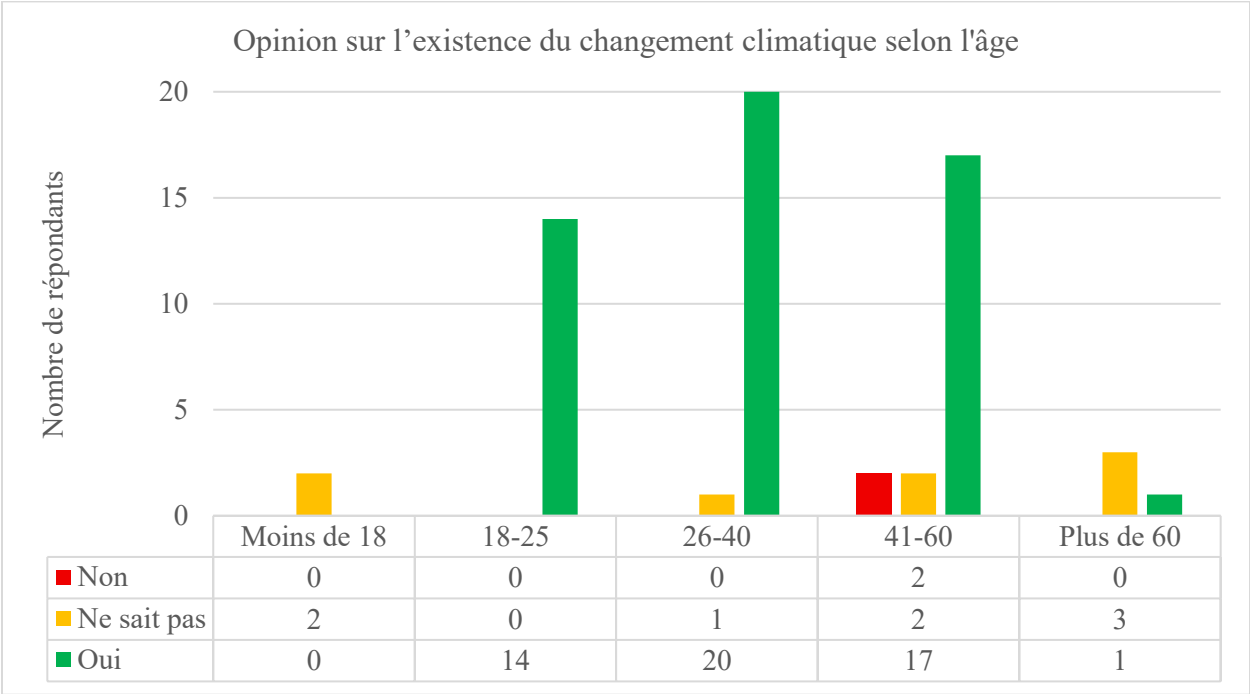


Figure 46 : Opinion de la population enquêtée sur l'existence du changement climatique selon leur tranche d'âge (Labé, 2025)

La Figure 47 sur la perception du lien entre changement climatique et inondations révèle qu’une majorité des répondants établissent une connexion claire entre ces deux phénomènes. À l’échelle globale, la moitié estime que le changement climatique augmente significativement la fréquence ou l’intensité des inondations, 15 personnes pensent qu’il les influence "un peu", tandis que 15 autres déclarent ne pas savoir. Seule une personne interrogée nient l’existence d’un lien.

La répartition par tranche d’âge met en lumière des divergences générationnelles marquées. Les 26-40 ans sont les plus convaincus de ce lien : 13 personnes estiment que le changement climatique a un impact significatif sur les inondations, et 4 qu’il a un impact modéré, avec seulement 4 indécis. Le groupe des 41-60 ans présente un profil similaire, avec 12 réponses affirmant un impact significatif, 6 un impact modéré, et 2 personnes ne savent pas, bien qu’une personne déclare ne pas croire à ce lien. Chez les 18-25 ans, les perceptions sont plus nuancées : 6 répondants évoquent un impact significatif, mais 4 se disent incertains, et 4 n’y voient qu’un lien modéré. Ces chiffres traduisent une forme d’hésitation dans cette catégorie pourtant unanimement convaincue de l’existence du changement climatique.

À l’opposé, les moins de 18 ans ont tous à répondre "ne sait pas" et chez les plus de 60 ans, les perceptions sont également limitées : 3 répondants se déclarent incertains, et une identifie un impact modéré.

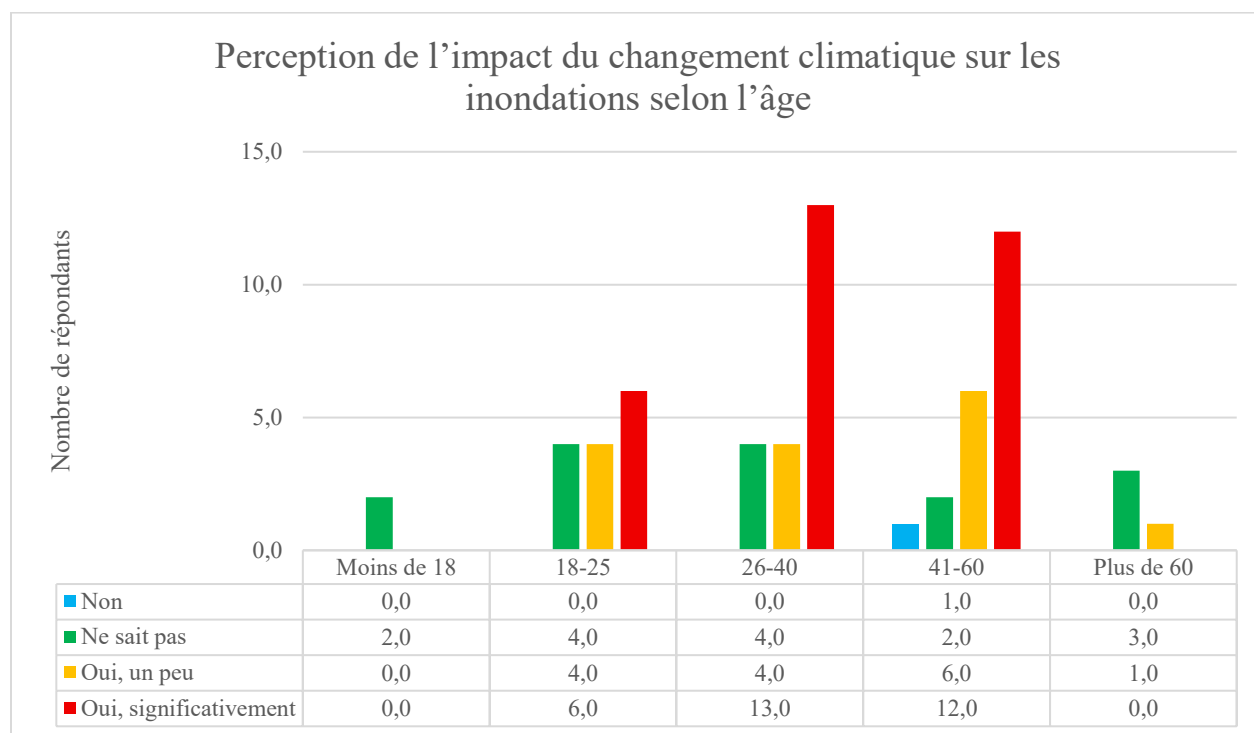


Figure 47 : Impact du changement climatique sur les inondations selon la tranche d’âge de la populations enquêtée (Labé, 2025)

Lorsqu’il s’agit d’identifier les aspects du changement climatique perçus comme liés aux inondations, les répondants mettent en avant plusieurs dynamiques majeures, avec des tendances nettes (Figure 48). En tête des réponses, la montée du niveau de la mer est citée par 49 personnes interrogées. Ce résultat témoigne d’une conscience généralisée du risque accru d’inondations côtières dans un contexte d’élévation du niveau marin. Juste derrière, l’augmentation des précipitations est mentionnée par 47 répondants. Les tempêtes et typhons plus puissants sont également perçus comme un facteur clé par 44 participants. Cela montre que les habitants relient les événements météorologiques extrêmes au dérèglement climatique, et reconnaissent leur dangerosité.

En revanche, le changement d’utilisation des terres et l’urbanisation sont moins souvent évoqués, bien qu’ils soient mentionnés par 26 répondants. Ce chiffre peut indiquer un manque de sensibilisation au rôle de l’urbanisation mal planifiée sur le risque d’inondation.

Seule une personne déclare ne pas savoir, ce qui montre une très bonne mobilisation des représentations autour des facteurs environnementaux liés aux inondations.

Les résultats indiquent alors une forte conscience collective des causes naturelles ou climatiques des inondations, mais une perception encore partielle des causes anthropiques, notamment en lien avec l'urbanisation.

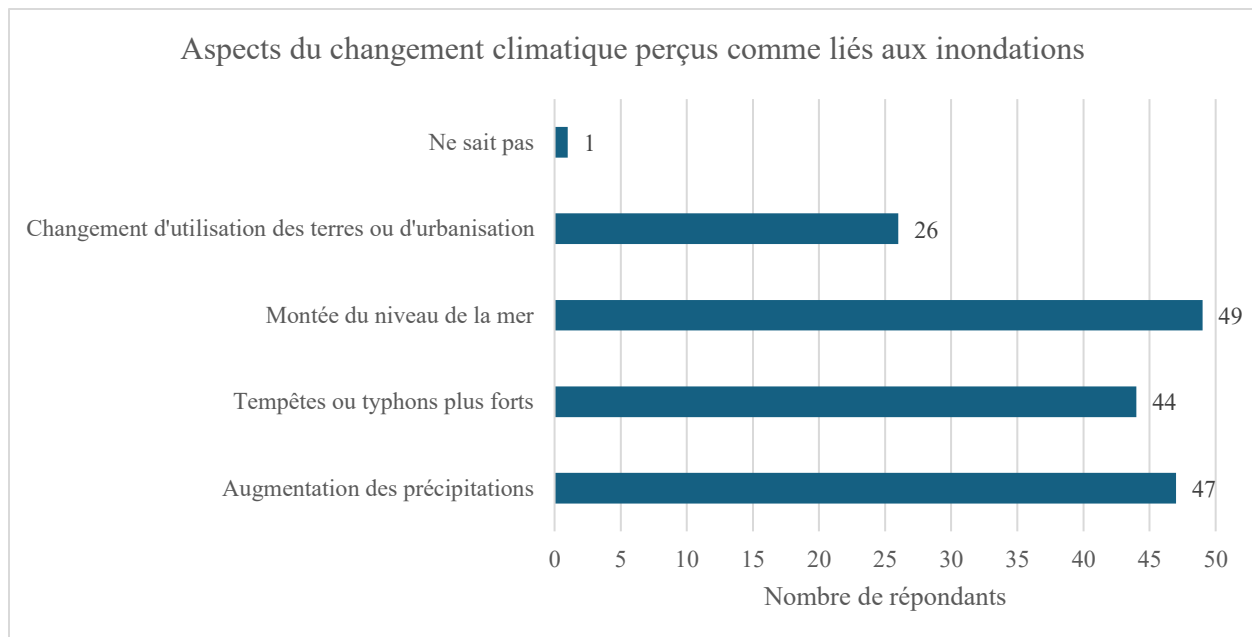


Figure 48 : Aspects du changement climatique liés aux inondations selon la populations enquêtée (Labé, 2025)

5.4 Enquête aux commerçants

5.4.1 Description de l'échantillon

L'enquête a été conduite auprès des commerces situés le long de Colon Street, principale artère commerciale de la zone d'étude et l'une des plus fréquemment touchées par les inondations. Un total de 15 questionnaires a été administré sur l'ensemble de cet axe. Seul le barangay de Pahina Central n'a pas été couvert, en raison de la faible présence de commerces dans la portion de Colon Street qui le traverse.

La Figure 49 présente la localisation et la typologie des commerces recensés. Au total, 7 commerces ont été identifiés dans le barangay de Kalubihan, 5 dans celui de Santo Niño et 3 dans celui de Parian. Les activités observées sont diversifiées : 3 commerces alimentaires, 4 dédiés à la

mode et aux accessoires, 4 relevant du secteur de la santé, 2 proposant des services d'impression, 1 offrant un service financier et 1 spécialisé dans la technologie et la téléphonie mobile.

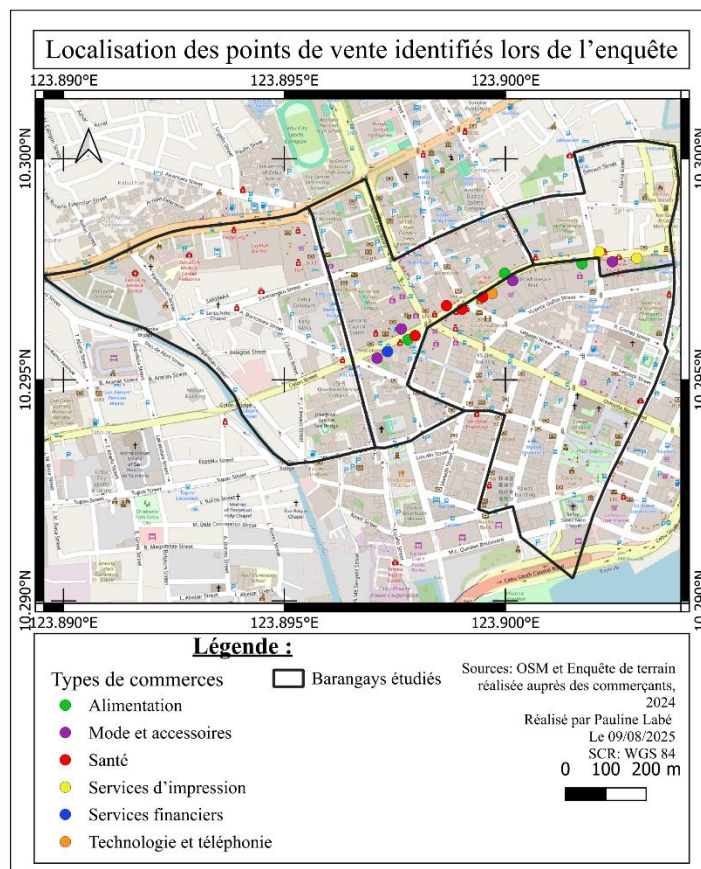


Figure 49 : Localisation des commerces enquêtés (Labé, 2025)

L'échantillon analysé est relativement diversifié, que ce soit en terme de taille, d'effectif ou de durée d'implantation. Parmi ceux-ci, 4 commerces sont considérés comme de grande taille ($>200 \text{ m}^2$), tandis que 6 sont de taille moyenne ($50 - 200 \text{ m}^2$) et 5 sont de petite taille ($<50 \text{ m}^2$). Cette répartition témoigne d'une pluralité d'échelles commerciales, allant de petites structures (souvent sous gestion familiale) à des établissements plus importants susceptibles d'avoir une organisation plus complexe (Figure 50A). L'analyse des effectifs salariés (Tableau 7) met également en évidence une hétérogénéité. Ils varient considérablement, allant de commerces avec un unique employé (service d'imprimerie), à des commerces employant jusqu'à 200 personnes (commerce de l'alimentaire). La majorité des commerces compte entre 5 et 16 employés, ce qui suggère que la zone est majoritairement composée de petites et moyennes entreprises en termes

d'emploi. Cette diversité des tailles d'effectif permet d'analyser les impacts que les inondations ont sur différentes tailles de structures, tant en terme de surface que de nombre d'employés.

Concernant la longévité des commerces à leur emplacement actuel (Figure 50B), une large majorité (10 commerces) est implantée depuis plus d'un an, ce qui peut indiquer une certaine stabilité commerciale dans la zone. Trois commerces occupent leur emplacement depuis une période comprise entre 1 et 5 ans. En revanche, deux commerces sont relativement récents, avec une implantation de moins d'un an. Cependant, ces commerces étaient avant cela installés dans la zone d'étude dans des rues voisines de Colon street.

En ce qui concerne la présence résidentielle sur le site des commerces (Figure 50C), seuls un répondant sur quinze affirme vivre dans le commerce. Cette faible proportion indique que, dans cette zone, la coexistence entre espace commercial et espace résidentiel est quasi nulle, ce qui pourrait correspondre à une séparation fonctionnelle nette entre lieux de travail et lieux d'habitation.

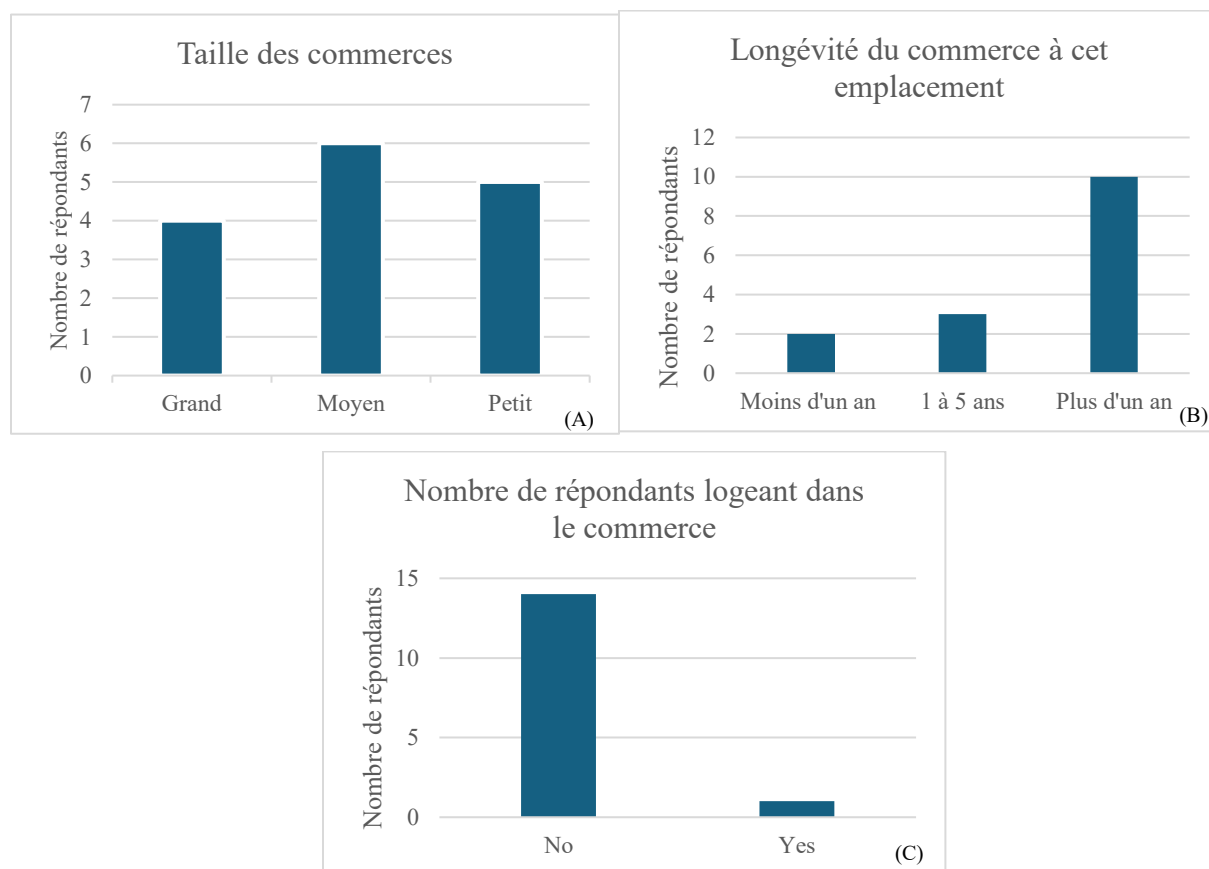


Figure 50 : (A) Taille des commerces enquêtés ; (B) Longévité des commerces enquêtés à leur emplacement ; (C) Nombre de répondants logeant dans le commerce (Labé, 2025)

Tableau 7 : Effectifs des commerces enquêtés (Labé, 2025)

Effectif	1	4	5	7	9	13	15	16	25	50	200
Nombre de répondants	1	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1

5.4.2 Les conséquences des inondations

La Figure 51 montrent que les commerçants de Colon Street mettent en œuvre principalement des stratégies d'adaptation réactives et orientées vers la protection matérielle. La stratégie la plus courante consiste à déplacer les stocks ou les équipements vers des niveaux supérieurs (13 réponses), suivie par le débranchement des équipements électriques et la protection des machines sensibles (11 réponses) et l'installation de barrières de protection (9 réponses). Ces actions sont faciles à mettre en place rapidement et visent à limiter les pertes matérielles immédiates. En revanche, la préparation d'un plan d'évacuation pour les employés et les clients n'est mentionnée que par quatre répondants, ce qui indique que la sécurité humaine est peu priorisée face aux inondations, la préoccupation principale restant la limitation des pertes économiques.

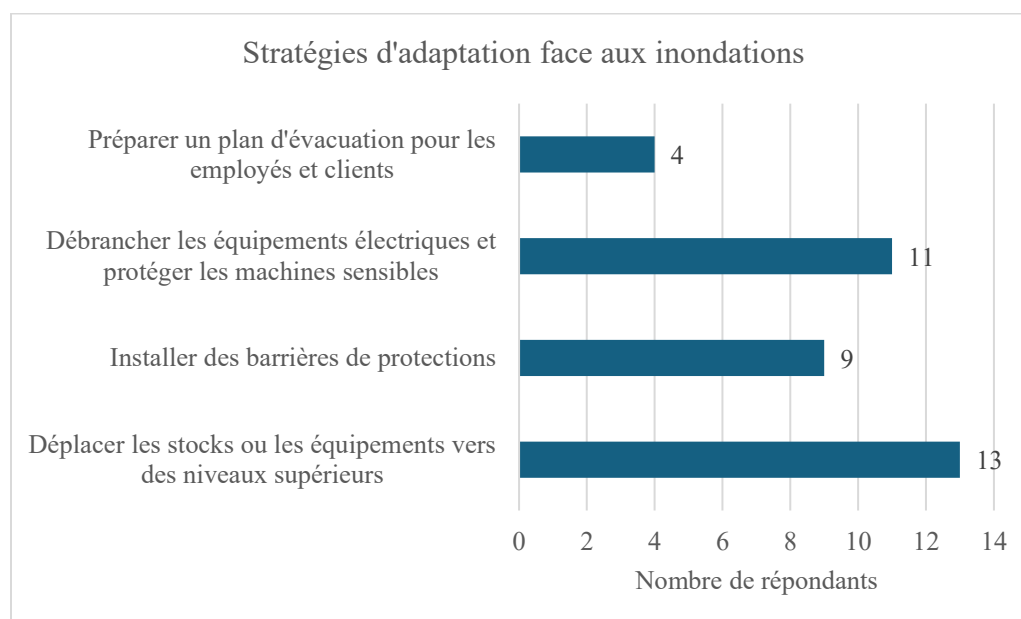


Figure 51 : Stratégies d'adaptation face aux inondations des commerces enquêtés (Labé, 2025)

Concernant les conséquences des inondations (Figure 52), les impacts économiques et matériels dominent largement. Les plus fréquemment signalés sont l'interruption des activités

commerciales (11 réponses) et les dommages aux équipements ou aux machines (10 réponses), suivis par la perte de stocks (8 réponses) et les dommages électriques (6 réponses). Les dommages structurels sont plus rares (3 réponses). Les réponses « pas de conséquence » et « pas de client » ne concernent qu'un seul cas chacune.

Une corrélation claire apparaît entre les stratégies et les conséquences : les mesures adoptées semblent directement inspirées par les expériences passées des commerçants. La protection des stocks et des équipements électriques répond ainsi aux pertes matérielles et aux dommages électriques subis. Toutefois, la faible adoption de mesures axées sur la sécurité des personnes et la prévention à long terme montre que la préparation face aux inondations reste majoritairement individuelle, ponctuelle et axée sur la protection des biens, plutôt que systémique et anticipative. En résumé, les commerçants de Colon Street s'adaptent surtout par des actions simples et rapides visant à réduire les pertes matérielles immédiates, en grande partie en réponse aux conséquences qu'ils ont déjà subies lors d'épisodes d'inondation.

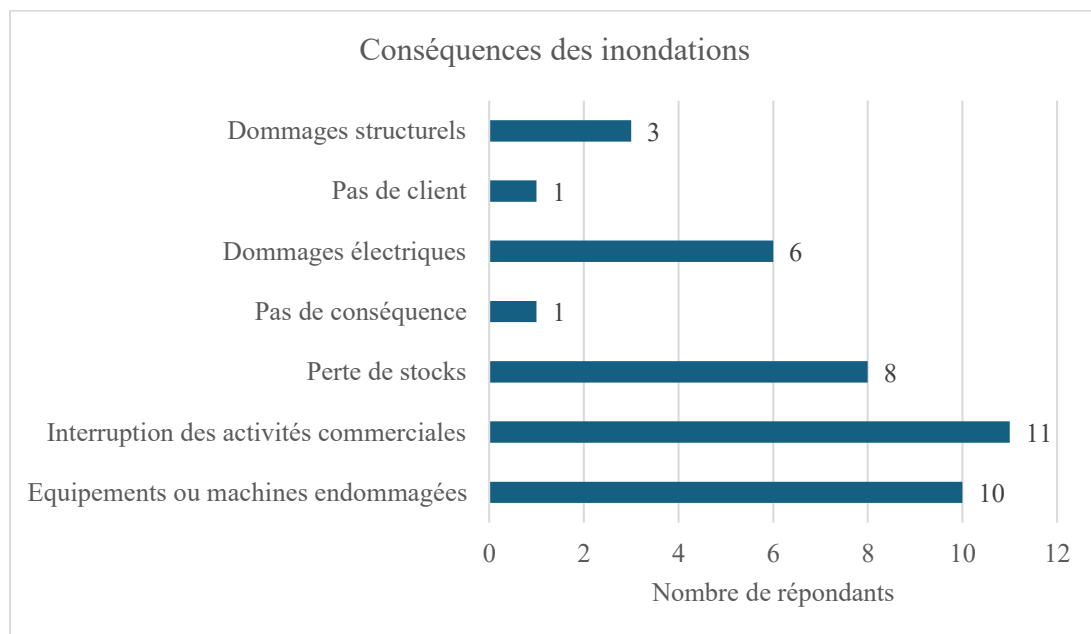


Figure 52 : Conséquences des inondations selon les commerces enquêtés (Labé, 2025)

Les données recueillies dans l'enquête montrent également que les inondations ont des conséquences économiques différentes sur le fonctionnement des commerces de Colon Street. Deux tiers des répondants (10 personnes) déclarent que les inondations affectent au moins occasionnellement leurs horaires ou leur capacité à opérer, et près de la moitié (7 personnes) sont fréquemment concernés (Figure 53A). De plus, pour 6 commerces ces perturbations ont déjà

conduit à une fermeture temporaire. Ces interruptions sont le plus souvent de courte durée (soit une journée pour la moitié des cas) mais leur caractère répétitif peut avoir des conséquences financières importantes, notamment en réduisant le chiffre d'affaires, en fragilisant les marges et en altérant la confiance des fournisseurs et de la clientèle. Les autres commerçants affirment que la durée de fermeture peut dépendre des dégâts ou bien durer deux à trois jours.

Malgré cette exposition répétée, la relocalisation est rarement envisagée : quatre cinquième des commerçants n'y ont jamais réfléchi (Figure 53B). Les raisons mettent en évidence une forte dépendance économique et sociale à la localisation actuelle : 11 personnes sur douze mentionnent l'importance de la clientèle fidèle, 8 soulignent la difficulté à trouver un autre emplacement, et un seul répondant évoque des raisons d'emploi ou de subsistance. Ces résultats suggèrent que le maintien sur place est principalement une décision économique et logistique, où la continuité des revenus prime sur la réduction de l'exposition au risque.

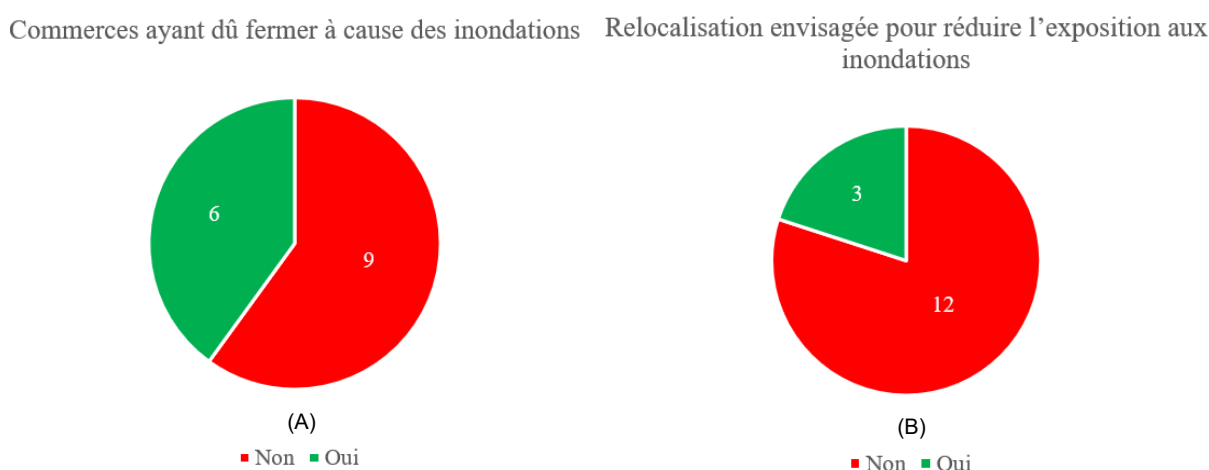


Figure 53 : Fermeture des commerces enquêtés lors des inondations ; (B) Relocalisation envisagée par les commerces enquêtés pour réduire l'exposition aux inondations (Labé, 2025)

Le soutien reçu par les commerçants de Colon Street après des épisodes d'inondation reste limité (Figure 54). Seuls 6 répondants sur 15 déclarent avoir bénéficié d'une aide, contre 9 qui n'en ont reçu aucune. Parmi ceux ayant obtenu un soutien, l'aide a été principalement logistique (4 cas), tandis qu'un commerçant évoque une implication des responsables gouvernementaux pour rechercher des solutions, et un seul mentionne avoir reçu une aide financière. Ces résultats suggèrent que l'accompagnement post-inondation est plus souvent opérationnel que financier, et que le soutien institutionnel reste ponctuel.

Aide ou soutien reçu pour se remettre des inondations

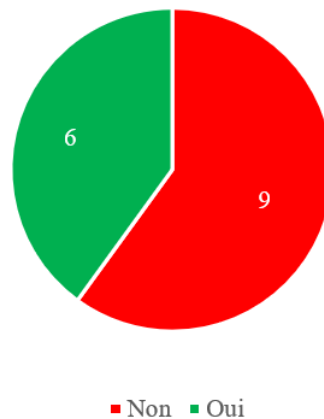


Figure 54 : Commerces ayant reçu une aide ou soutien pour se remettre des inondations (Labé, 2025)

En interrogeant les commerçants sur les ressources ou mesures qui pourraient les aider à protéger leur activité, 6 personnes déclarent ne pas savoir, ce qui est signe d'une incertitude sur les solutions efficaces ou d'un manque d'information sur les options existantes. Les réponses formulées se regroupent tout de même autour d'un thème central : l'entretien et l'efficacité du système de drainage. Les suggestions incluent la vérification régulière des drains, leur nettoyage et leur désengorgement, ainsi que des campagnes de nettoyage des rues. Un autre axe récurrent est la gestion des déchets : plusieurs commerçants insistent sur l'importance du tri, de l'élimination correcte des ordures et de la sensibilisation de la population à la propreté de l'environnement. Certains mettent également l'accent sur la coopération avec les autorités locales pour assurer l'entretien des canalisations et prévenir les obstructions lors de fortes pluies.

Ces résultats indiquent que, pour de nombreux commerçants, la solution au problème des inondations ne passe pas uniquement par des mesures internes à leur commerce, mais par une amélioration des infrastructures et une action collective à l'échelle de la communauté. La récurrence des propositions liées au drainage et à la gestion des déchets souligne une perception claire des causes aggravantes des inondations urbaines, et traduit une attente vis-à-vis des pouvoirs publics pour des interventions durables. L'absence fréquente de réponses ou la formulation d'objectifs généraux montre qu'il existe un besoin d'accompagnement et de formation pour identifier et mettre en œuvre des stratégies d'adaptation adaptées aux spécificités locales.

5.5 Interviews

5.5.1 Responsable du CPDO

Dans le cadre de cette recherche, un entretien d'une durée de 1h30 a été réalisé le 10 octobre 2024 avec le responsable du CPDO. Cet échange a permis de recueillir des informations essentielles concernant les dynamiques de développement urbain et les projets en cours ou envisagés, en particulier dans les barangays étudiés.

Depuis la fin des années 1990, Cebu a connu une intensification de l'urbanisation, marquée notamment par l'installation de populations dans des zones industrielles, en raison du manque d'espace habitable dans les centres urbains traditionnels. Selon les urbanistes, l'espace urbain est structuré en cinq sous-ensembles : Downtown New CBD, Downtown Heritage Core, Midtown Area, Uptown Area, et Upland Area (Figure 55). Cette dernière, bien que la plus vaste est la moins peuplée et est dominée par les activités agricoles, que les autorités locales cherchent à préserver. En revanche, les zones plus basses accueillent des fonctions économiques, résidentielles ou touristiques différenciées selon leur position dans la ville.

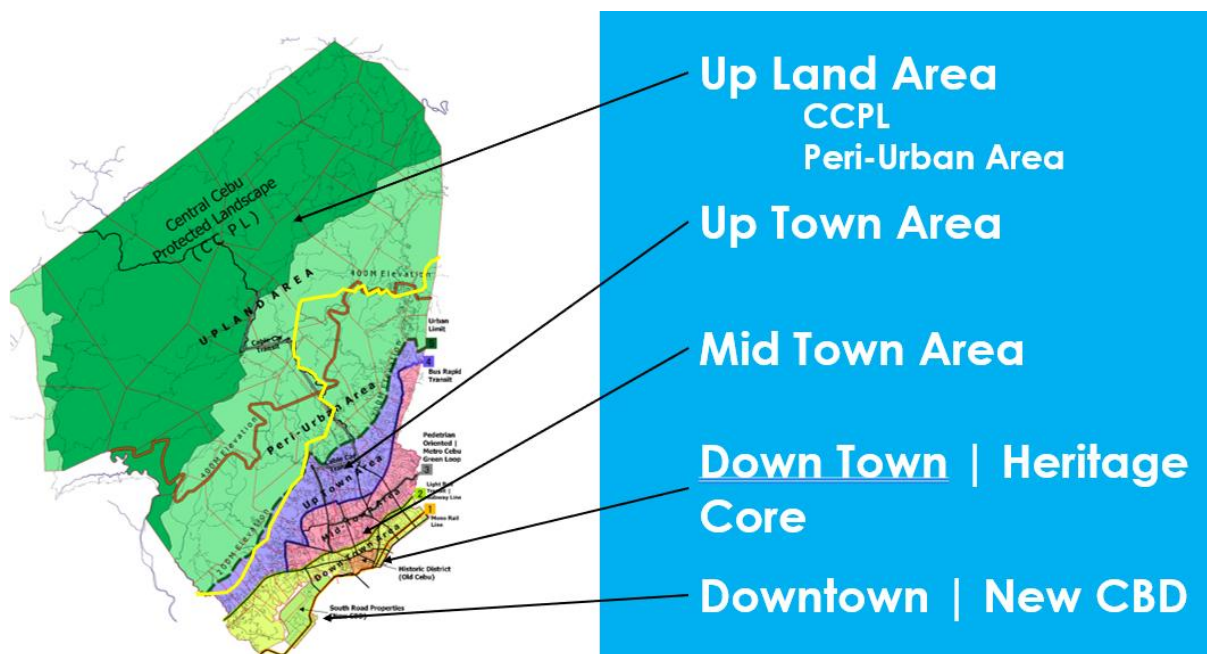


Figure 55 : Carte de la zonation urbanistique de la ville de Cebu (CPDO, 2024)

Cebu City s'inscrit dans le cadre de la "Green Loop", un projet provincial visant à relier les centres historiques et économiques des quatre plus grandes villes de Cebu. Cette initiative a un objectif double : améliorer l'attractivité territoriale par la végétalisation, l'aménagement de zones

piétonnes et la mise en place de transports électriques, tout en contribuant à la lutte contre le changement climatique.

Pour cela, l'approche de la planification urbaine à Cebu s'oriente résolument vers une transition écologique, à travers diverses propositions actuellement en discussion. Parmi celles-ci figurent des constructions de "green houses" pour favoriser la couverture végétale, la valorisation énergétique des déchets, ainsi que la régulation de la hauteur des bâtiments. Concernant les inondations, le recours à des bassins de rétention est envisagé pour atténuer les risques de crues soudaines. La Figure 56 recense ces projets dans la zone d'étude.

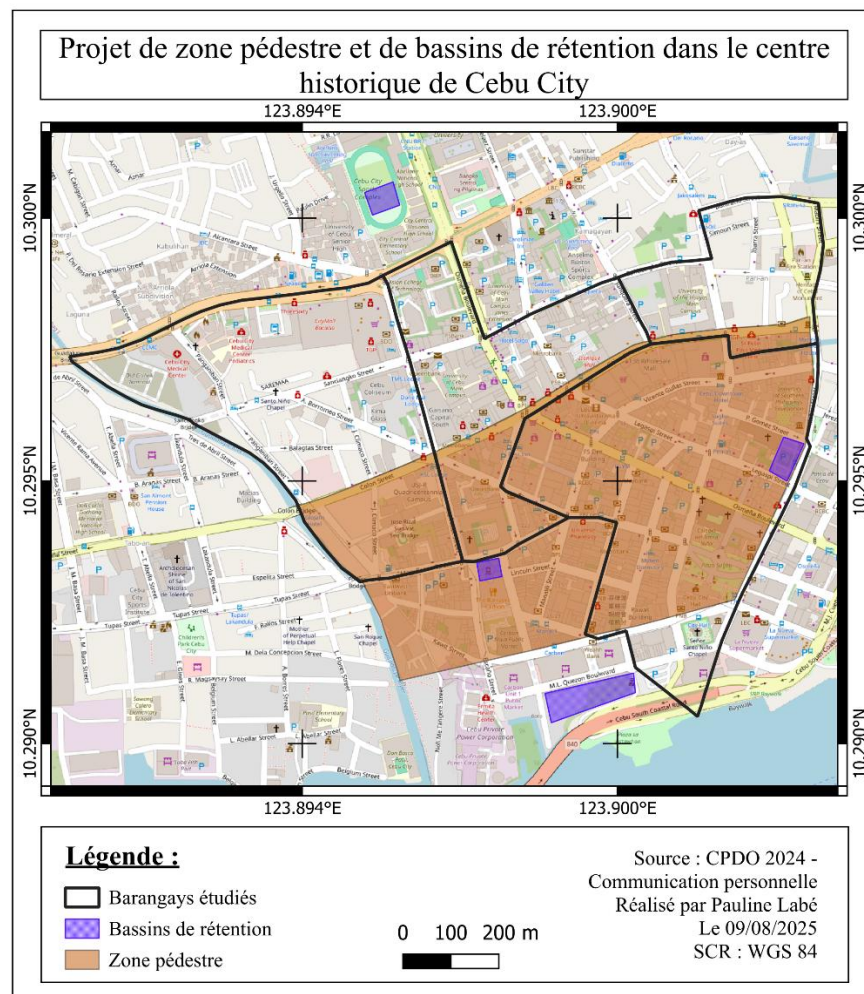


Figure 56 : Carte des projets d'implantations d'une zone pédestre et de bassins de rétention dans le centre historique de Cebu City (Labé, 2025)

Le développement futur est principalement projeté dans les divisions de Downtown New CBD et Downtown Heritage Core, et prévoit de créer ou d'améliorer trois quartiers majeurs : un "New Business and Housing District", un "Historic District" et un "Creative District" (d'est en

ouest) (Figure 57). La zone d'étude de cette recherche se situe précisément dans le Historic District, où des mesures d'aménagement ambitieuses sont prévues.

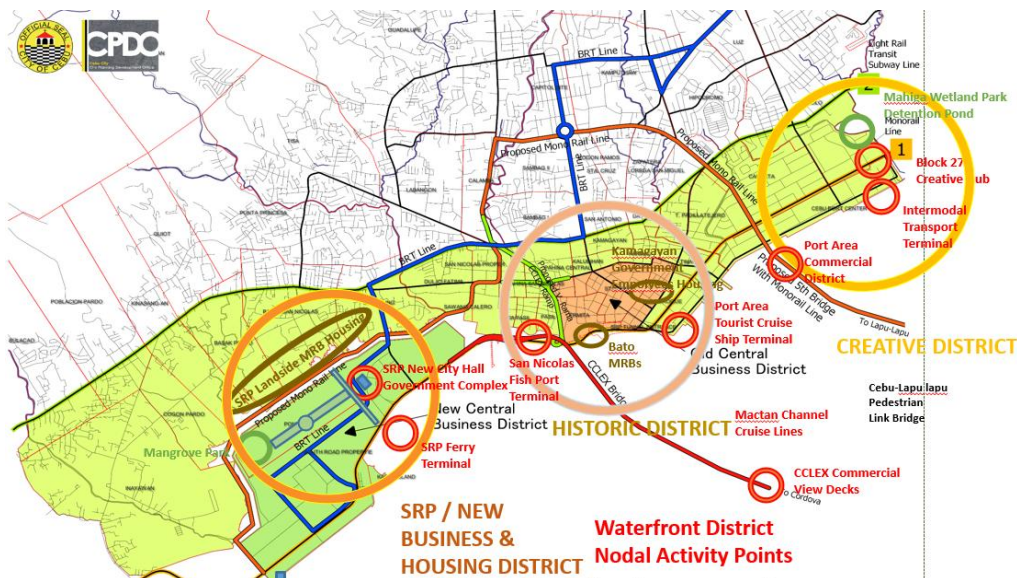


Figure 57 : Carte des districts en projet d'amélioration du sud de Cebu City (CPDO, 2024)

L'une des principales orientations vise à piétonniser la partie sud de Colon Street, axe central du centre historique (Figure 58). L'objectif est de protéger ce cette route historique tout en réduisant les émissions de CO₂. Des parkings périphériques et des voies d'accès sont envisagés, accompagnés de plantations d'arbres le long des grands axes. Ce projet repose sur l'hypothèse que les rues piétonnes attirent davantage de fréquentation, ce qui permettrait de lutter contre la ségrégation socio-spatiale tout en améliorant la qualité de l'environnement urbain. Ces interventions visent aussi à atténuer les effets de l'îlot de chaleur urbain, grâce à la création de corridors de fraîcheur composés d'arbres et de voies piétonnes, capables de retenir l'air plus froid.





Figure 58 : Propositions d'aménagement des rues (A) Colon Street ; (B) Colon Street ; (C) Magallanes Street ; (D) Magallanes Street (CPDO, 2024)

D'autres actions sont projetées, notamment la réhabilitation de la rivière Parian, actuellement saturée de déchets, et l'aménagement de la Guadalupe River. Le projet de cette dernière consiste en la création d'un parc linéaire en bord de rivière, la suspension partielle d'une voie de circulation pour dégager l'espace piétonnier, et la mise en place de quais végétalisés (Figure 59). Ces aménagements visent à la fois la sécurisation contre les risques d'inondation et l'amélioration du cadre de vie.



Figure 59 : Proposition d'aménagement des bords de la rivière Guadalupe (CPDO, 2024)

Enfin, bien que la question des inondations ait été évoquée lors de l'entretien, elle n'a pas fait l'objet d'un développement approfondi. Il a cependant été mentionné que des efforts de sensibilisation sont en cours et que les autorités cherchent à mobiliser le soutien des citoyens. Toutefois, l'ensemble des projets présentés demeure à l'état de proposition : leur mise en œuvre dépendra de l'approbation institutionnelle, de la mobilisation d'investissements privés, ainsi que de l'adoption de cadres législatifs adaptés. Le calendrier envisagé prévoit un délai d'au moins dix ans avant un déploiement effectif à l'échelle de la ville.

5.5.2 Responsable du Gubat Sa Bahat

Le 14 novembre 2024, un entretien de 40 minutes a été mené avec le chef de service du Gubat sa Baha, une task force¹⁶ exclusivement dédiée à la gestion des problématiques liées aux inondations à Cebu City. Cette structure est un dispositif institutionnel créé en 2023 à l'initiative du maire et de l'exécutif local.

Le Gubat sa Baha est organisé autour de dix comités spécialisés, couvrant l'ensemble des dimensions techniques, juridiques et sociales de la gestion du risque d'inondation. Ces comités sont respectivement chargés : (1) du dégagement des structures obstruant les flux hydriques, (2) de l'établissement juridique des servitudes, (3) de la relocalisation des familles affectées, (4) de la gestion des sites et infrastructures d'accueil, (5) du développement d'infrastructures dédiées, (6) de la mise en place de citernes de collecte des eaux pluviales, (7) de la gestion des déchets, (8) de la mise en œuvre des politiques adoptées, (9) de la sensibilisation du public, et (10) du dégagement et de l'entretien des systèmes de drainage.

Trois axes fondamentaux structurent les actions de cette task force. Le premier concerne le contrôle du ruissellement, reposant sur une limitation de l'urbanisation des zones montagneuses, une meilleure programmation des infrastructures futures, et la mise en œuvre de zones de captages. Cela implique également des exigences urbanistiques renforcées : distances minimales à respecter par rapport aux cours d'eau (au moins 3 mètres), installation de toitures adaptées, création de points d'infiltration, et intégration de nouveaux dispositifs de drainage dans les constructions.

Le deuxième axe repose sur le principe de responsabilité partagée. L'accent est mis sur la réduction des inégalités d'exposition au risque et la nécessité de prioriser les populations les plus vulnérables. Le traitement des déchets et la lutte contre la ségrégation spatiale sont perçus comme des leviers essentiels pour diminuer les facteurs aggravants des inondations, notamment pour les logements informels.

Le troisième axe concerne la sensibilisation du public. Pour cela, il est nécessaire de modifier en profondeur les modalités de communication et d'alerte des autorités locales afin de renforcer l'implication citoyenne et de favoriser une culture du risque durable.

Le Gubat sa Baha mène également des analyses de faisabilité économique pour évaluer les coûts des projets envisagés et anticiper leurs impacts socio-économiques. Une problématique

¹⁶ structure temporaire, formée pour répondre à un problème spécifique, souvent complexe et urgent, qui nécessite une coordination entre plusieurs acteurs ou compétences

majeure est identifiée lors de l'entretien, c'est le vieillissement et le manque d'entretien des systèmes de drainage, qui n'ont pas été modernisés depuis 2005. Ce manque d'investissement est considéré comme l'un des facteurs majeurs de vulnérabilité face aux crues urbaines.

La création de cette task force constitue ainsi une avancée institutionnelle significative. Elle permet non seulement de centraliser les efforts de lutte contre les inondations, mais aussi de renforcer la conscience collective sur l'urgence de mettre en œuvre des actions concrètes pour améliorer la résilience de la ville.

5.5.3 Responsable du PAGASA Mactan

Le 21 novembre 2024, un entretien de cinquante minutes a été mené avec le chef du PAGASA de Mactan. Il a précisé en premier lieu que la station météorologique est implantée à Lapu-Lapu City et qu'elle constitue la référence pour l'ensemble de la province. Son implantation à proximité de l'aéroport vise à garantir la disponibilité de données particulièrement fiables pour les besoins de l'aéronautique. Les données collectées sont représentatives d'un rayon de 60 km autour de cette station. Toutefois, certains instruments de mesure sont manquants ou obsolètes, nécessitant une modernisation afin de garantir une fiabilité optimale.

Le PAGASA dispose d'un système local, le PUMIS (PAGASA Unified Meteorological Information System), qui assure la gestion centralisée des données météorologiques aux Philippines et permet la publication des données. Les informations sont également diffusées par le biais des réseaux sociaux et des SMS en cas de besoins, permettant une communication rapide avec la population.

En matière de collaboration avec les institutions locales, le responsable a expliqué qu'il n'existe pas de véritable partenariat avec les institutions locales pour élaborer ensemble des solutions de réduction des risques. La coordination se limite surtout à des réunions d'information et au partage d'alertes préventives en cas de menace, comme les typhons ou les précipitations extrêmes.

Concernant les projections climatiques publiées sur le site officiel, elles s'appuient sur des observations historiques et sur les simulations les plus récentes issues de la sixième phase du Projet d'inter comparaison de modèles couplés (CMIP6). Elles intègrent également les trajectoires socio-économiques partagées (SSP). Ces données, considérées comme un outil stratégique, devraient

être exploitées par les acteurs locaux afin de planifier des mesures adaptées et de réduire la vulnérabilité face au changement climatique.

Enfin, selon son point de vue, les inondations observées à Cebu sont principalement liées à un phénomène de congestion hydraulique. L'eau ne peut circuler librement, ce qui provoque des accumulations et débordements. Les prévisions météorologiques à très court terme, bien qu'utiles, ne suffisent pas à anticiper précisément les épisodes d'inondation, en raison du nombre de facteurs impliqués.

Chapitre 6 : Discussion

6.1 Facteurs contribuant à la vulnérabilité aux inondations

6.1.1 Les précipitations

L'analyse des cartes d'aléas d'inondation réalisées avec les données de la NOAA montre que la zone d'étude est peu exposée aux crues fluviales, celles-ci ne survenant que lors d'événements d'une période de retour de 100 ans, soit des précipitations quotidiennes supérieures à 181,9 mm. Cette situation contraste avec d'autres secteurs de Cebu City plus fréquemment concernés par ce type de crues. Pourtant, les questionnaires menés auprès des habitants et commerçants des barangays de Kalubihan, Pahina Central, Pari-an et Santo Niño et les entretiens avec les représentants d'institutions locales indiquent que des épisodes d'inondation surviennent régulièrement, ce qui ne peut pas être expliqué uniquement par ce faible pourcentage de risque annuel. La méthodologie utilisée par NOAA repose exclusivement sur la modélisation des crues de débordement et les données mobilisées incluent seulement des paramètres topographiques et pluviométriques. Ces choix méthodologiques démontrent que les cartes produites ne prennent pas en compte d'autres formes d'inondation que les débordements de rivières, notamment celles d'origine pluviales. Les observations de terrain et les témoignages recueillis confirment que ces inondations récurrentes résultent principalement de précipitations intenses et de difficultés d'évacuation des eaux, liées à l'insuffisance et au mauvais entretien des systèmes de drainage ainsi qu'aux problèmes de ruissellement.

L'analyse statistique par loi GEV confirme le caractère exceptionnel des crues fluviales dans la zone, renforçant l'idée que la vulnérabilité est avant tout associée à des aléas pluviaux. Cebu étant par ailleurs peu exposée aux effets de la montée du niveau de la mer, les inondations côtières n'apparaissent pas comme un enjeu majeur. Le risque d'inondation est donc fortement conditionné par des facteurs climatiques, mais également par les caractéristiques physiques et organisationnelles de l'espace urbain.

Selon l'Organisation météorologique mondiale, la poursuite du réchauffement climatique devrait entraîner une intensification et une augmentation de la fréquence des précipitations extrêmes (WMO, 2023). Dans un contexte urbain, la croissance rapide et non planifiée entraîne une concentration des populations dans des secteurs vulnérables, accroît l'imperméabilisation des

sols et réduit l'efficacité des infrastructures de drainage (Rosenzweig et al., 2018). Cette configuration accentue l'exposition au risque, en particulier dans les zones basses ou caractérisées par une saturation rapide des sols (Rajkhowa & Sarma, 2021).

6.1.2 Les systèmes de drainage

Les inondations urbaines à Cebu City sont accentuées par l'insuffisance et l'obsolescence des systèmes de drainage, aggravées par une gestion inefficace des déchets solides. Le rapport FSFCA (city of Cebu, 2005) identifie clairement ces systèmes comme un facteur majeur, soulignant que les drains sont fréquemment obstrués par des déchets et des sédiments, réduisant leur capacité hydraulique face aux volumes croissants de ruissellement (OECD, 2017). Cette situation n'a guère évolué depuis, comme l'indique une entrevue avec le Department of Engineering and Public Works de Cebu (2024).

L'urbanisation non planifiée transforme les surfaces perméables en surfaces imperméables, augmentant significativement le ruissellement et surchargeant les infrastructures existantes (Trask, 2023). Par ailleurs, la gestion inadéquate des déchets contribue à l'obstruction des canaux, ce qui déclenche des débordements même lors de pluies modérées (City of Cebu, 2005 ; Baguio et al., 2024).

6.1.3 L'urbanisation non planifiée et les inégalités sociales

L'absence de planification urbaine efficace, fréquente dans les villes en expansion rapide telles que Cebu City, conduit à une urbanisation anarchique qui accentue la vulnérabilité face aux inondations pluviales. En effet, la forte pression foncière liée à la croissance démographique pousse à la construction sur toutes les surfaces disponibles. Cela a causé une disparition progressive des espaces d'absorption naturelle ainsi que l'imperméabilisation des sols, ce qui augmente considérablement le ruissellement des eaux et réduit la capacité du milieu à évacuer les précipitations, intensifiant ainsi la fréquence et la gravité des inondations (Rosenzweig et al., 2018).

Cette dynamique urbaine est en lien avec les facteurs socio-économiques (Bankoff, 2003). L'afflux rapide de populations issues souvent de l'exode rural s'accompagne d'installations précaires dans des zones vulnérables, en défaut d'autres alternatives. Ces quartiers informels,

construits sans respect des normes d'urbanisme ni infrastructures adaptées, se caractérisent par un accès limité aux services essentiels (Simarmata et al., 2019), réduisant fortement la capacité d'adaptation aux aléas climatiques (Rajkhowa & Sarma, 2021). La pauvreté et l'exclusion sociale freinent la mise en œuvre de mesures préventives ou d'évacuation, exposant ces populations à des risques récurrents, souvent aggravés par des conditions de logement inadaptées (Hirabayashi et al., 2013). Ces habitats informels sont fréquemment localisés dans des zones à risque, avec des ressources limitées pour déployer des mesures d'adaptation à court terme (telles que se mettre en sécurité ou protéger les biens) ce qui diminue leur résilience face aux événements climatiques extrêmes (Rosenzweig et al., 2018 ; Hirabayashi et al., 2013). Par ailleurs, l'augmentation de l'urbanisation est marquée par la disparition des zones tampons naturelles, ce qui exacerbe les effets des inondations à cause de l'augmentation du ruissellement qui en est une des conséquences (Rosenzweig et al., 2018).

Dans le contexte des barangays étudiés à Cebu, l'interaction entre des précipitations de plus en plus intenses, les difficultés liées aux systèmes de drainage et à la gestion des déchets, une urbanisation non planifiée et des conditions socio-économiques fragiles créent un environnement vulnérable face aux inondations pluviales (Rajkhowa & Sarma, 2021 ; Rosenzweig et al., 2018).

6.2 Impacts combinés des évolutions climatiques et urbaines

L'analyse de l'évolution climatique passée, actuelle et projetée met en évidence l'interaction entre le changement climatique et l'urbanisation rapide dans l'amplification des risques d'inondations à Cebu City, en particulier dans les barangays étudiés. Selon le PAGASA, les projections climatiques anticipent une augmentation des précipitations annuelles, principalement liées à un renforcement des pluies au cours de la saison humide. Cette tendance suggère une pression sur les systèmes de drainage urbains, entraînant une intensification de la fréquence et de la sévérité des inondations. Les villes côtières comme Cebu City sont particulièrement exposées à ce phénomène, car elles cumulent l'impact de l'intensification des tempêtes avec une forte concentration démographique et infrastructurelle dans des zones à haut risque (Rosenzweig et al., 2018).

Les études sur les inondations urbaines soulignent l'existence de deux types principaux d'inondations aggravées par le changement climatique et l'urbanisation. D'une part, les inondations soudaines, provoquées par des pluies extrêmes sur des durées courtes, caractérisées par une montée rapide des eaux (Rajkhowa & Sarma, 2021; Hirabayashi et al., 2013). D'autre part, les inondations progressives, résultant de précipitations modérées mais prolongées sur plusieurs jours, provoquant la saturation des sols et le débordement des systèmes de drainage, engendrant une montée du niveau d'eau lente (Rajkhowa & Sarma, 2021; Hirabayashi et al., 2013).

Les analyses spécifiques à Cebu City entre 1981 et 2024 mettent en évidence les dynamiques climatiques à l'origine de l'augmentation des inondations. Elles révèlent une double tendance : une augmentation progressive et régulière de la fréquence des jours de pluie et une intensification modérée mais significative des épisodes extrêmes de précipitations. Cela traduit une modification notable du régime pluviométrique, où la hausse du nombre de jours de pluie contribue substantiellement au cumul annuel accru (données internes, 1981-2024).

Parallèlement, l'intensité des précipitations extrêmes a également connu une augmentation, avec un maximum historique de 168,3 mm en une journée en 2020, et une tendance à la hausse modérée des maxima annuels (0,38 à 0,62 mm/j/an selon la prise en compte des valeurs extrêmes). Le nombre de jours présentant des précipitations extrêmes (>50 mm/jour) a plus que doublé depuis les années 1980, passant de 4 en une décennie à une moyenne annuelle de 2,4 événements entre 2020 et 2024, avec une diversification des causes météorologiques (diminution de la proportion liée aux typhons).

Ainsi, l'augmentation globale des précipitations annuelles à Cebu City résulte d'une combinaison d'une hausse de la fréquence des jours de pluie et d'une intensification croissante des événements extrêmes. Cette double dynamique climatique s'accompagne d'enjeux majeurs liés à la gestion urbaine : l'urbanisation rapide, notamment dans les barangays centraux de Cebu, amplifie la vulnérabilité aux inondations par la réduction des surfaces perméables et la surcharge des infrastructures hydrauliques (Rosenzweig et al., 2018; Rajkhowa & Sarma, 2021).

Ainsi, l'hypothèse selon laquelle l'intensification des événements climatiques extrêmes liée au changement climatique, combinée à l'urbanisation rapide de Cebu City, contribue à l'aggravation de la fréquence et de la sévérité des inondations dans les barangays de Kalubihan, Pahina Central, Parian et Santo Nino, est étayée par les données climatiques récentes et la littérature scientifique. Néanmoins, l'augmentation de la fréquence des journées de pluie joue

également un rôle majeur dans cette dynamique. Les inondations ne résultent pas uniquement des épisodes extrêmes, mais aussi de l'accroissement général des précipitations, qui participe grandement à la vulnérabilité des barangays étudiés.

6.3 Dynamiques communautaires et adaptations informelles au risque d'inondation

La population des barangays étudiés est composée majoritairement d'adultes en âge actif, souvent installés depuis plusieurs années dans leur logement. Cette stabilité résidentielle favorise l'accumulation et la transmission d'une mémoire collective du risque, tout en consolidant des pratiques d'adaptation façonnées par l'expérience directe des inondations récurrentes. Ce constat rejoint l'analyse de Gotangco et al. (2016), qui souligne que l'expérience passée constitue un moteur essentiel dans l'adoption de mesures d'auto-protection. Dans les barangays étudiés, les mesures les plus fréquentes témoignent d'une résilience domestique centrée sur la protection immédiate des biens et des personnes, plutôt que sur de la prévention en amont.

Les perceptions de la hauteur et de la durée de stagnation des eaux sont hétérogènes, y compris au sein d'un même barangay. Cette variation peut être reflétée des micro-différences topographiques, des contrastes dans la qualité des infrastructures ou des interprétations influencées par des facteurs socio-démographiques, comme le genre ou la taille physique des répondants. Cette diversité de points de vue peut compliquer la mise en place de mesures uniformes à l'échelle locale (Ignacio et al 2015).

Les conséquences subies mettent en évidence des vulnérabilités différenciées selon une échelle verticale et donc le statut socio-économique. Les habitants du rez-de-chaussée, souvent issus de ménages à faibles revenus (Aldunce et al., 2015), sont davantage exposés à des pertes matérielles sévères et à des perturbations prolongées, alors que ceux vivant à des étages supérieurs (généralement dans des logements plus récents et coûteux) subissent plus souvent des dommages électriques. Cette distribution des impacts reflète le constat d'Allaire (2018) selon lequel les groupes à faibles revenus sont principalement touchés et prennent plus de temps à se relever après un événement, en raison de marges financières limitées et de contraintes sur la consommation, la santé ou l'éducation (Allaire et al, 2018).

Chez les commerçants de Colon Street, l'adaptation repose également sur des stratégies informelles et réactives, directement liées aux expériences passées. Les mesures privilégiées visent à limiter les pertes économiques immédiates. Les interruptions d'activité sont fréquentes mais de courte durée, ce qui favorise une reprise rapide, au détriment d'investissements préventifs plus durables. Cela suggère une sous-estimation des impacts non matériels (Allaire et al., 2018)

Les contraintes économiques jouent ici un rôle central : la relocalisation, bien que reconnue comme une option de réduction du risque, est rarement envisagée par les commerçants en raison de la fidélité de la clientèle, de la rareté des emplacements disponibles et de l'importance de l'ancrage local pour la survie économique. En revanche, la relocalisation des populations est plus souvent considérée, même si elle reste peu pratiquée principalement à causes de contraintes financières et d'attachement au lieu de vie. Elle se manifeste alors le plus souvent sous forme de déplacements provisoires parfois contraints lors des périodes d'inondations majeures, visant à réduire l'exposition aux risques immédiats. Ces choix reflètent des disparités liées aux conditions socio-économiques qui montrent que la capacité à adopter des mesures préventives dépend fortement du niveau de revenu, du type de logement et de l'accès à l'information (Ignacio et al. 2015).

La perception des causes des inondations est dominée par des facteurs naturels (fortes pluies) et techniques (obstruction ou manque d'infrastructures de drainage), tandis que l'urbanisation est rarement citée. Cela traduit une représentation partielle du risque. Le manque de prise en compte de ces facteurs révèle une sensibilisation limitée qui peut freiner l'acceptation et la mise en œuvre de stratégies intégrées de gestion des risques (Nuzir et al. 2014).

Dans ce contexte, le rôle des réseaux sociaux et communautaires apparaît déterminant. Les habitants comme les commerçants s'appuient principalement sur leurs proches, voisins et collègues pour obtenir un soutien matériel ou informationnel avant, pendant et après les inondations (Gotangco et al., 2016 ; Nuzir et al. 2014). Si certaines initiatives collectives existent, comme le nettoyage des rues après les inondations, elles restent ponctuelles et en réponse aux inondations. Cependant, un grand nombre d'habitants est prêt à s'engager dans des actions collectives, ce qui montre qu'il existe une volonté, même si les institutions ne proposent pas assez de cadres pour organiser cette mobilisation.

Enfin, la méfiance vis-à-vis des institutions se retrouve dans la perception des personnes enquêtées : le soutien post-inondation est jugé rare et essentiellement logistique. Les commerçants

sont très peu à recevoir des aides, qu'elles soient logistiques ou financières et tout comme la majorité des populations, ils attendent des améliorations d'infrastructures (systèmes de drainage, gestion des déchets). Cette combinaison d'attentes fortes et de perception d'inefficacité institutionnelle contribue à maintenir les stratégies dans un cadre localisé et informel, où la priorité est donnée à la protection à court terme plutôt qu'à la transformation structurelle des conditions d'exposition (Nuzir et al. 2014).

Ainsi, dans les barangays étudiés de Cebu City, les stratégies d'adaptation face aux inondations sont largement informelles, façonnées par l'expérience, contraintes par des ressources limitées et renforcées par l'appui aux réseaux communautaires plutôt qu'aux institutions. Les vulnérabilités économiques, la perception partielle des causes et le déficit d'intégration des initiatives locales dans la gestion formelle du risque contribuent à maintenir un modèle de résilience quotidienne, efficace pour amortir les chocs récurrents, mais insuffisant pour réduire durablement l'exposition au risque.

6.4 Limites et enjeux des dispositifs institutionnels pour la prévention et l'adaptation aux inondations

L'analyse des dispositifs institutionnels existants à Cebu City et dans les barangays étudiés révèle une efficacité globalement limitée.

6.4.1 Echelle de la ville

Depuis la fin des années 1990, la croissance urbaine rapide à Cebu a engendré une urbanisation dense, impliquant l'imperméabilisation des sols (et donc la perte de zone d'infiltrations), des habitats informels et des constructions dans des zones inondables. La ville ne cesse d'évoluer et de s'agrandir. Ainsi, les propositions de plans d'urbanisme ne peuvent évoluer aussi rapidement, lorsqu'ils deviennent applicables, la population a trop évolué et donc les enjeux ne sont plus les mêmes (Simarmata et al., 2019). Aujourd'hui, bien que la planification urbaine s'oriente vers une transition écologique ambitieuse à travers des projets de réhabilitation des rivières Parian et Guadalupe, la création de bassins de rétention ou encore la piétonnisation du quartier historique, ces initiatives ne sont toujours que des propositions puisque leur dépend d'approbations institutionnelles, de financements et d'un horizon temporel d'au moins dix ans. Ce

décalage entre ambition et réalisation freine une action efficace au niveau de la ville mais également des barangays étudiés. Est-ce que ce projet répondra aux attentes dans la ville d'ici là? De plus, ces projets sont multiples et nécessitent du temps pour être réalisés. Il serait préférable de se focaliser sur une zone sensible afin de limiter la fréquence et l'intensité des inondations à plus court terme, bien que des projets à long terme soient également nécessaires.

Le Gubat sa Baha constitue une initiative pertinente face à l'urgence que représente le risque d'inondation dans la ville, où une grande partie de la population est exposée et vulnérable. Cependant, faire de Cebu City une ville résiliente aux inondations requiert un engagement sur le long terme. Ainsi, la création d'une task force temporaire peut apparaître insuffisante, alors qu'une structure institutionnelle permanente serait sans doute plus adaptée pour assurer la continuité des actions (Nuzir et al., 2014). L'aspect multidimensionnel du Gubat sa Baha est néanmoins un point fort. En réunissant des comités spécialisés couvrant les dimensions technique, juridique et sociale, cette organisation facilite le croisement des informations et des expertises, ce qui est indispensable pour élaborer des solutions efficaces, durables et économiquement réalisables (Meerow et al., 2016). Cela favorise également un meilleur relais d'informations entre les acteurs, contribuant à une coordination renforcée, souvent identifiée comme une faiblesse des dispositifs institutionnels. Pour accroître son efficacité, le Gubat sa Baha devrait évoluer vers un bureau permanent capable de développer des stratégies intégrées à court et long terme. Une telle évolution permettrait d'assurer un suivi continu des mesures mises en œuvre, condition essentielle pour améliorer la résilience face aux inondations dans un contexte de changement climatique et d'urbanisation rapide (Allaire, 2018 ; Nuzir et al., 2014).

Sur le plan météorologique, le centre PAGASA de Mactan fournit des données précises et un système d'alerte rapide par SMS et réseaux sociaux, mais l'absence de partenariats formels avec les autorités locales limite la mise en place de stratégies intégrées adaptées aux réalités de Cebu City. Cela montre un déficit de coordination interinstitutionnelle qui affaiblit la gestion opérationnelle du risque au niveau local.

6.4.2 Echelle des barangays étudiés

L'évaluation des barangays étudiés illustre cette variabilité dans l'efficacité des dispositifs institutionnels. Les barangays Pahina Central et Santo Niño bénéficient d'une perception relativement positive, avec une majorité d'habitants estimant leur barangay modérément à très

réactif face aux inondations. En revanche, Kalubihan et Parian font apparaître une réactivité jugée insuffisante par une part significative des populations, traduisant des inégalités dans les capacités d'intervention, de communication et d'organisation interne.

Les barangays semblent manquer de fonds dédiés mais également d'absence de formation du personnel à cette problématique, et d'une faible implication communautaire (communication personnelle du chef de barangay de Parian), ce qui affecte leur résilience (Gotangco et al., 2016),.

L'analyse du cadre légal et institutionnel révèle par ailleurs un décalage notable entre les textes en vigueur (Philippine Climate Change Act 2009, Disaster Risk Reduction Management Act 2010, ordonnances locales) et leur application concrète (Nuzir et al., 2014). Le faible niveau de connaissance des lois par les citoyens et l'absence de coordination entre autorités locales illustrent un manque de connaissance institutionnelle (Nuzir et al., 2014). Cela crée un déséquilibre entre infrastructure et préparation communautaire, ce qui engendre une vulnérabilité persistante (Nuzir et al., 2014).

Enfin, l'absence d'une approche différenciée tenant compte des vulnérabilités sociales spécifiques limite l'efficacité des dispositifs. Ignacio et al. (2015) mettent en garde contre les politiques uniformes qui peuvent renforcer les inégalités post-désastre. À Cebu City, la tendance à appliquer des mesures standardisées ne répond pas aux besoins particuliers des groupes les plus à risque, notamment dans les barangays les plus vulnérables, ce qui laisse persister des inégalités d'exposition et d'accès à la prévention.

L'ensemble des éléments recueillis illustre que les dispositifs institutionnels à Cebu City, bien qu'en progression, doivent encore mieux intégrer les réalités locales, renforcer la coordination multi-acteurs et développer des approches inclusives tenant compte des vulnérabilités sociales et environnementales. Le potentiel de mobilisation communautaire identifié dans cette étude représente une opportunité stratégique pour améliorer la résilience collective, en dépassant le modèle réactif centré sur les conséquences des événements pour privilégier la prévention, la sensibilisation différenciée et la maintenance régulière des infrastructures.

6.5 Limites de l'étude

6.5.1 Échantillonnage non représentatif

Le nombre de répondants est insuffisant pour garantir la représentativité statistique des résultats, en particulier pour l'enquête menée auprès des commerces. Dans ce cas précis, l'étude s'est concentrée sur Colon Street, principale rue commerciale de la zone étudiée, régulièrement sujette aux inondations. L'analyse s'effectue ainsi à une échelle plus restreinte. Pour les enquêtes auprès des populations, 62 réponses ont été recueillies. Or, en se basant sur la population totale des quatre barangays étudiés en 2020 (8 141 habitants) et en appliquant un calcul statistique standard pour un niveau de confiance de 95 % et une marge d'erreur de 5 %, il aurait été nécessaire de disposer de 367 réponses pour obtenir un échantillon véritablement représentatif (Lakens, 2022). Bien que cette taille d'échantillon n'ait pas été atteinte, les données recueillies apportent un éclairage sur les perceptions des habitants dans quatre barangays particulièrement exposés aux inondations, avec une marge d'erreur de 12,4%.

La taille réduite de l'échantillon s'explique par le temps limité passé sur le terrain, le manque de ressources, ainsi que l'absence de réseau et de contacts locaux en raison d'une première expérience sur place. La diffusion des questionnaires par le biais de contacts et de réseaux sociaux n'a pas permis de cibler précisément certaines catégories de population, ce qui a pu entraîner un déséquilibre dans la répartition des répondants selon l'âge, le lieu de résidence ou le genre. Par ailleurs, les réponses en ligne peuvent avoir exclu une partie de la population ne disposant pas d'un accès à Internet.

6.5.2 Biais de réponse

Un biais de conformité sociale est également possible, les répondants pouvant avoir tendance à formuler des réponses perçues comme socialement acceptables ou à minimiser leurs difficultés. Malgré une introduction volontairement brève destinée à limiter cette influence, ces biais restent probables. De plus, des barrières linguistiques ou culturelles ont pu affecter l'interprétation et la compréhension de certaines questions.

6.5.3 Manque d'observations de terrain

L'analyse repose principalement sur les déclarations des habitants et des commerçants, sans validation directe par des observations systématiques ou des mesures physiques. Bien que la période de terrain ait duré près de trois mois et en fin de saison de mousson, aucune inondation n'a été observée à Cebu City. Les constats réalisés concernent donc essentiellement l'état des infrastructures de drainage et des habitations, sans observation directe des dommages ou du fonctionnement en période de crue.

6.5.4 Approche transversale

L'étude adopte une approche transversale, capturant une situation sur une période de quelques mois seulement, sans suivre l'évolution des perceptions ou de la résilience dans le temps. Or, l'évaluation de l'efficacité des mesures existantes et l'identification de solutions adaptées nécessitent un suivi longitudinal sur plusieurs années.

6.5.5 Manque d'entretiens avec des experts

Une analyse plus approfondie aurait nécessité un plus grand nombre d'entretiens avec des experts, notamment des chercheurs spécialisés dans la gestion des risques d'inondation, ainsi que des ONG intervenant auprès des populations vulnérables, que ce soit dans la préparation ou la réponse aux catastrophes. Cette limite découle d'un manque de temps et du faible taux de réponse des experts sollicités. Un séjour prolongé aurait permis davantage de rencontres en présentiel, notamment dans les bureaux des institutions concernées.

6.5.6 Conception perfectible des enquêtes

Si les questionnaires ont permis de collecter des données exploitables, certaines améliorations auraient pu être apportées afin d'enrichir l'analyse. Le questionnaire destiné aux commerçants reprenait en grande partie les questions adressées aux populations, ce qui rendait un certain nombre de données difficilement exploitables. Une meilleure approche aurait consisté à élaborer un questionnaire spécifiquement axé sur les impacts économiques pour les commerçants, tout en leur proposant également le questionnaire destiné aux habitants s'ils résidaient dans l'un

des quatre barangays étudiés. Bien que cette double enquête aurait nécessité plus de temps, elle aurait permis d'augmenter la taille de l'échantillon pour la population générale et d'obtenir des données plus ciblées pour les commerces.

Chapitre 7 : Conclusion et recommandations

7.1 Conclusion

L'exemple des barangays de Kalubihan, Pahina Central, Pari-an et Santo Niño à Cebu City illustre la complexité des dynamiques qui façonnent la vulnérabilité et la résilience urbaine face aux inondations dans un contexte de changement climatique. Si les cartes d'aléas fluviaux montrent un risque faible, la fréquence élevée des inondations observées résulte avant tout de précipitations intenses, de l'imperméabilisation croissante des sols et de systèmes de drainage sous-dimensionnés, mal entretenus et congestionnés par les déchets. Ces inondations pluviales sont amplifiées par une urbanisation rapide et non planifiée, qui supprime les espaces d'absorption naturelle et accroît le ruissellement, tout en concentrant des populations à faibles revenus dans des zones particulièrement exposées.

Les données climatiques récentes confirment une double tendance : l'augmentation de la fréquence des jours de pluie et l'intensification modérée mais significative des épisodes extrêmes. Cette évolution, combinée à la saturation des infrastructures hydrauliques, laisse penser à une aggravation du risque à moyen et long terme. Dans ce contexte, la vulnérabilité des populations n'est pas seulement liée à des facteurs physiques, mais aussi à des dimensions socio-économiques : précarité des conditions de logement, inégalités d'accès aux ressources, et ancrage économique ou social freinant les relocalisations.

Les stratégies d'adaptation observées dans les barangays étudiés sont majoritairement informelles, façonnées par l'expérience et centrées sur la protection immédiate des biens et des personnes. Si elles permettent d'amortir les chocs récurrents, elles ne réduisent pas structurellement l'exposition au risque. L'entraide communautaire, particulièrement forte, constitue un levier essentiel, mais reste peu intégrée aux dispositifs institutionnels. Les attentes envers les autorités portent principalement sur des améliorations d'infrastructures, notamment en matière de drainage et de gestion des déchets, alors que la sensibilisation aux causes structurelles des inondations demeure limitée.

Les dispositifs institutionnels, bien qu'en progression, restent contraints par un manque de coordination multi-acteurs, des ressources financières limitées et un décalage entre la planification et la mise en œuvre. Des initiatives comme le *Gubat sa Baha* montrent l'intérêt d'approches multidimensionnelles, mais gagneraient en efficacité si elles étaient dotées d'une structure

permanente et d'une meilleure articulation avec les communautés locales. L'absence d'une prise en compte différenciée des vulnérabilités sociales réduit également l'impact des mesures adoptées, particulièrement dans les zones les plus précaires.

7.2 Recommandations

Pour améliorer la résilience des barangays centraux face aux inondations, les stratégies doivent être envisagées à plusieurs échelles spatiales (locale, municipale, nationale, globale) et temporelles (court, moyen et long terme). Cette approche multiniveau permet de combiner des mesures immédiates de protection, des réformes structurelles durables et une anticipation des risques futurs dans un contexte de changement climatique, ce qui assurera à Cebu City d'être une ville plus résiliente face aux inondations (Brown, 2014).

7.2.1 Échelle locale (barangays)

À court terme, il est nécessaire de renforcer les dispositifs d'alerte et d'évacuation en ciblant prioritairement les populations les plus vulnérables, tout en prenant en compte les barrières socio-économiques susceptibles de limiter leur réactivité (Allaire, 2018). Cela suppose la mise en place de systèmes d'alerte multicanaux (SMS, haut-parleurs, radios communautaires) capables d'atteindre l'ensemble des habitants, y compris ceux disposant d'un accès limité aux technologies numériques. Des exercices d'évacuation réguliers et institutionnalisés, accompagnés d'une personnalisation des messages pour toucher les publics moins connectés, constituent également des leviers essentiels (Ignacio et al., 2015). Parallèlement, l'organisation d'activités communautaires de nettoyage des rues, afin de limiter l'obstruction des réseaux de drainage par les déchets (OECD, 2017), peut renforcer l'efficacité des infrastructures existantes. L'enquête menée montre que l'engagement communautaire est particulièrement marqué, une majorité de répondants ayant exprimé leur volonté de participer activement à ce type d'initiatives collectives.

À moyen terme, il est essentiel de consolider l'organisation communautaire et son rôle dans la réduction des risques. Cela passe par l'intégration de modules de formation afin que chaque barangay dispose de personnes formées et capables de coordonner la réponse en cas d'inondation (Nuzir et al., 2014). La création d'équipes locales spécialisées renforcerait l'efficacité de la gestion de crise. Elles devraient être capables d'intervenir rapidement et de relayer les consignes officielles

(Gotangco et al., 2016). La préservation et la transmission des savoirs locaux, notamment sur les zones historiquement inondables et les comportements à adopter, doivent être encouragées (Nuzir et al., 2014).

7.2.2 Échelle municipale

À court terme, la modernisation et l'entretien régulier des réseaux de drainage, combinés à la réduction de l'obstruction par les déchets solides, doivent être prioritaires (Lamond et al., 2012 ; Jha et al., 2013). La cartographie des zones de ruissellement et l'intégration de la vulnérabilité sociale dans la planification urbaine devraient être instaurés afin de guider des interventions ciblées (Ignacio et al., 2015 ; Rajkhowa & Sarma, 2021).

À moyen terme, l'installation d'infrastructures vertes et bleues (bassins de rétention, zones humides urbaines, parcs multifonctionnels) doit être faite dans un but de désimperméabilisation des sols (Surtiari et al., 2022 ; Muis et al., 2015). Une gestion intégrée des eaux pluviales à l'échelle des bassins versants, associée à des outils de modélisation et de suivi, permettra d'améliorer la prise de décision (Aldunce et al., 2015 ; Jha et al., 2013).

À long terme, il est recommandé de planifier l'urbanisation en fonction non seulement des besoins actuels, mais également des besoins futurs anticipés grâce aux projections démographiques de la ville (Delfa et al., 2024). Il est essentiel d'empêcher l'urbanisation des hauteurs, car celle-ci accroîtrait les volumes de ruissellement provenant des régions montagneuses, aggravant ainsi les inondations dans les zones basses (Verma et al., 2024). Une alternative à l'étalement urbain consiste à repenser la densification verticale et la réhabilitation des espaces sous-utilisés, afin de limiter l'imperméabilisation de nouvelles surfaces (Jha et al., 2013). Enfin, la gouvernance urbaine doit évoluer vers une approche participative, où habitants, associations et acteurs économiques co-construisent les plans de réduction de risques, assurant leur pertinence et leur appropriation (Nuzir et al., 2014).

7.2.3 Échelle nationale

À court terme, les politiques publiques doivent intégrer non seulement les dommages matériels, mais aussi les pertes indirectes et intangibles (santé, revenus, éducation) dans la gestion post-inondation (Allaire, 2018). La mise en place de mécanismes de soutien financier et social

(assurances, aides ciblées, transferts monétaires d'urgence) est indispensable pour limiter l'appauvrissement durable des ménages sinistrés. Il convient également de revoir les programmes scolaires afin d'inclure une sensibilisation dès l'école au changement climatique et à l'adaptation face aux risques, puisque les Philippines sont particulièrement exposées à de nombreux aléas naturels et nécessitent des populations préparées pour limiter les dégâts.

À moyen terme, le renforcement des capacités techniques et institutionnelles pour la gestion environnementale et la modélisation des inondations est une priorité (Chimnonyerem et al., 2016). Les réglementations nationales doivent favoriser les solutions fondées sur la nature, les matériaux perméables et l'intégration du risque d'inondation dans l'urbanisme (Delfa et al., 2024). Des politiques incitatives et réglementaires doivent également limiter la production de déchets plastiques, par exemple en imposant la vaisselle réutilisable dans les cafés et fast-foods, et en restreignant la distribution de sacs plastiques à usage unique dans les commerces.

À long terme, l'anticipation des événements extrêmes rares, mais potentiellement dévastateurs, nécessite de fonder les stratégies d'adaptation sur des scénarios futurs, en intégrant le principe de précaution et en s'inspirant des expériences internationales (Yiou & Jézéquel, 2017).

7.2.4 Échelle globale

Les inondations pluviales étant amplifiées par les dynamiques climatiques globales, les solutions locales doivent s'inscrire dans les cadres internationaux de lutte contre le changement climatique et de gestion intégrée des risques. La coopération scientifique internationale, le partage de données et l'échange d'expériences en matière d'adaptation urbaine doivent être des leviers pour renforcer la résilience globale (Muis et al., 2015). De plus, des cadres internationaux pour la réduction des déchets devraient être mis en place, incluant par exemple des systèmes de consigne pour les bouteilles, afin de limiter l'obstruction des réseaux de drainage.

En appliquant de manière cohérente ces recommandations, la ville de Cebu (et plus particulièrement les barangays étudiés) pourra progressivement accroître sa résilience face aux inondations. La combinaison de mesures techniques, institutionnelles et communautaires offre un cadre complet pour réduire l'exposition et la vulnérabilité, limiter les dommages et favoriser une adaptation durable face aux risques climatiques.

Références

- Aldunce, P., Beilin, R., Howden, M., & Handmer, J. (2015). Resilience for disaster risk management in a changing climate : Practitioners' frames and practices. *Global Environmental Change*, 30, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.10.010>
- Allaire, M. (2018). Socio-economic impacts of flooding : A review of the empirical literature. *Water Security*, 3, 18-26. <https://doi.org/10.1016/j.wasec.2018.09.002>
- Almaden, A., & Veloso, J. A. (2017). Social and Economic Impact of the Colon Night Market to Small Scale Vendors. *JPAIR Multidisciplinary Research*, 28(1), 59-71. <https://doi.org/10.7719/jpair.v28i1.501>
- Arku, G., & Marais, L. (2021). Global South Urbanisms and Urban Sustainability - Challenges and the Way Forward. *Frontiers in Sustainable Cities*, 3, 692799. <https://doi.org/10.3389/frsc.2021.692799>
- Baguio, I. A., Gunitaran, R. B., Brecasio, R. D., Flo A. Oraya, A., Cavero, D. B. M., Colina, A., & Yee, J. M. (2024). To assess the Present Flood Mitigation Practices of Barangay Basak Lapu-Lapu City Drainage System, Cebu Province, Philippines. *2024 3rd International Conference on Computational Modelling, Simulation and Optimization (ICCMO)*, 198-203. <https://doi.org/10.1109/ICCMO61761.2024.00049>
- Bañados, J. H., & Quijano, I. P. (2022). RAINWATER RETENTION SITE ASSESSMENT FOR URBAN FLOOD RISK REDUCTION AND FLOOD DEFENCE IN MANDAUE CITY, PHILIPPINES. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, X-3/W1-2022, 1-7. <https://doi.org/10.5194/isprs-annals-X-3-W1-2022-1-2022>
- Bankoff, G. (2003). Constructing Vulnerability : The Historical, Natural and Social Generation of Flooding in Metropolitan Manila. *Disasters*, 27(3), 224-238. <https://doi.org/10.1111/1467-7717.00230>
- Basconcillo, J., Kimberli Anne Aquino, Malabanan, L. M., Bagulbagul, V. A., Bangquiao, N., Ison, C. M., Baldomero, M., Miranda, N. J., Au, P., Badrina, R., Rusy Abastillas, Shalou-Lea Maratas, Villasica, K. A. V. M., & Van Therese Sabellano. (2024). *2023 PAGASA Annual Climate Bulletin*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.27167.57768>
- Bates, B. C., Z. W. Kundzewicz, S. Wu et J. P. Palutikof, éd., 2008: *Le changement climatique et l'eau*, document technique publié par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Secrétariat du GIEC, Genève, 236 p. ISBN: 978-92-9169-223-1. Consulté le 10 mai 2025, <https://archive.ipcc.ch/pdf/technical-papers/ccw/climate-change-water-fr.pdf>
- Batterton, K. A., & Hale, K. N. (2017). The Likert Scale What It Is and How To Use It. *Phalanx*, 50(2), 32–39. Consulté le 02 octobre 2024, <http://www.jstor.org/stable/26296382>

Bignami, D. F., Rosso, R., & Sanfilippo, U. (2019). *Flood Proofing in Urban Areas*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-05934-7>

Brown, K. (2014). Global environmental change I: A social turn for resilience? *Progress in Human Geography*, 38(1), 107-117. <https://doi.org/10.1177/0309132513498837>

Calvin, K., Dasgupta, D., Krinner, G., Mukherji, A., Thorne, P. W., Trisos, C., Romero, J., Aldunce, P., Barrett, K., Blanco, G., Cheung, W. W., Connors, S., Denton, F., Diongue-Niang, A., Dodman, D., Garschagen, M., Geden, O., Hayward, B., Jones, C., . . . Ha, M. (2023). *IPCC, 2023 : Climate Change 2023 : Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]*. IPCC, Geneva, Switzerland. <https://doi.org/10.59327/ipcc/ar6-9789291691647>

Capistrano, R. (2022, July 11). *Barangays in Cebu City: Flood control projects first*. *The Freeman*. Consulté le 13 août 2025, <https://www.philstar.com/the-freeman/cebu-news/2022/07/11/2194637/barangays-cebu-city-flood-control-projects-first>

Cebu City (2005). Frequently Severely Flooded Catchment Areas (FSFCA) Prioritization program report. Flood mitigation and drainage study for Cebu City. Version papier. Consulté le 21 novembre

Centre de crise National. (2024). *Belgian National Risk Assessment (BNRA) 2023-2026: Anticiper pour mieux gérer*. Bruxelles: Centre de crise National. Consulté le 28 juin, <https://centredecrise.be/sites/default/files/documents/files/Belgian%20National%20Risk%20Assessment%202023-2026%20FR.pdf>

CGIAR-CSI. (2025). *SRTM 90m Digital Elevation Database v4.1*. CGIAR Consortium for Spatial Information. Consulté le 10 juin 2025, <https://srtm.csi.cgiar.org/srtmdata/>

Chan, S. W., Abid, S. K., Sulaiman, N., Nazir, U., & Azam, K. (2022). A systematic review of the flood vulnerability using geographic information system. *Heliyon*, 8(3), e09075. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09075>

Chimnonyerem, N. U., Ndukwe, C. E., & Adannaya, N. U. (2016). Exploring the Inadequacy of Pertinent Capacities for Urban Flood Risk Management in the Developing Countries. *Journal of Social Sciences*, 12(3), 136-151. <https://doi.org/10.3844/jssp.2016.136.151>

De Satgé, R., & Watson, V. (2018). *Urban Planning in the Global South*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-69496-2>

Delfa G. Castilla, Mary Jullienne M. Naquines, Julius Vincent S. Pable, & Ella Kim V. Paglinawan. (2024). Assessment of flood incidents, damages, and mitigation efforts in Danglag, Consolacion, Cebu, Philippines. *International Journal of Science and Research Archive*, 12(1), 2069-2080. <https://doi.org/10.30574/ijsra.2024.12.1.0978>

Di Baldassarre, G., Kreibich, H., Vorogushyn, S., Aerts, J., Arnbjerg-Nielsen, K., Barendrecht, M., Bates, P., Borga, M., Botzen, W., Bubeck, P., De Marchi, B., Llasat, C., Mazzoleni, M., Molinari, D., Mondino, E., Mård, J., Petrucci, O., Scolobig, A., Viglione, A., & Ward, P. J. (2018). Hess Opinions : An interdisciplinary research agenda to explore the unintended consequences of structural flood protection. *Hydrology And Earth System Sciences*, 22(11), 5629-5637. <https://doi.org/10.5194/hess-22-5629-2018>

Dulawan, J. M. T., Imamura, Y., & Amaguchi, H. (2024). Integrating social vulnerability to flood risk assessment in Metro Manila. *River*, 3(4), 373-388. <https://doi.org/10.1002/rvr2.108>

Eckstein, D., Künzel, V., & Schäfer, L. (2021). *Global Climate Risk Index 2021*. Bonn: Germanwatch. Consulté le 08 juin 2025. https://www.germanwatch.org/sites/default/files/Global%20Climate%20Risk%20Index%202021_2.pdf

Ejares, J. A., Violanda, R. R., Diola, A. G., Dy, D. T., Otadoy, J. B., & Otadoy, R. E. S. (2016). TREE CANOPY COVER MAPPING USING LiDAR IN URBAN BARANGAYS OF CEBU CITY, CENTRAL PHILIPPINES. *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLI-B8, 611-615. <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XLI-B8-611-2016>

Elvidge, A. D., & Renfrew, I. A. (2015). The Causes of Foehn Warming in the Lee of Mountains. *Bulletin Of The American Meteorological Society*, 97(3), 455-466. <https://doi.org/10.1175/bams-d-14-00194.1>

Esteban, M., Valdez, J., Tan, N., Rica, A., Vasquez, G., Jamero, L., Valenzuela, P., Sumalinog, B., Ruiz, R., Geera, W., Chadwick, C., Spatarau, C., & Shibayama, T. (2023). Field Survey of 2021 Typhoon Rai –Odette- in the Philippines. *Journal of Coastal and Riverine Flood Risk*. <https://doi.org/10.48438/JCRFR.2023.0001>

European Environment Agency & European Climate and Health Observatory. (2021). *Inondations* [Climate-ADAPT: Observatoire européen de l'adaptation au changement climatique]. Consulté le 12 juin 2025, <https://climate-adapt.eea.europa.eu/fr/observatory/evidence/health-effects/flooding/flooding>

European Space Agency (ESA). (2025). *ESA WorldCover Viewer*. Consulté le 15 juin 2025. https://viewer.esa-worldcover.org/worldcover/?language=en&bbox=-134.82421875,-77.8418477505252,134.82421875,77.84184775052518&overlay=false&bgLayer=OSM&date=2025-08-14&layer=WORLDCOVER_2021_MAP

Gemenne, F., Zickgraf, C., Hut, E., & Betancourt, T. C. (2021). *Forced displacement related to the impacts of climate change and disasters*. Consulté le 19 mai 2025. https://www.unhcr.org/people-forced-to-flee-book/wp-content/uploads/sites/137/2021/10/Franc%CC%A7ois-Gemenne-et-al_Forc-displacement-related-to-the-impacts-of-climate-change-and-disasters.pdf

Geofabrik. (2025). *Philippines – OpenStreetMap data extract*. Geofabrik. Consulté le 22 juin 2025, <http://download.geofabrik.de/asia/philippines.html>

GIEC, 2021 : Résumé à l'intention des décideurs. In: *Changement climatique 2021: les bases scientifiques physiques*. Contribution du Groupe de travail I au sixième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [publié sous la direction de Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, et B. Zhou]. Cambridge University Press. Consulté le 3 juin 2025, https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WG1_SPM_French.pdf

Ginzarly, M., Joshi, M. Y., & Teller, J. (2024). A multidimensional framework for assessing cultural heritage vulnerability to flood hazards. *International Journal of Heritage Studies*, 30(10), 1173-1192. <https://doi.org/10.1080/13527258.2024.2378438>

Gotangco, C. K., See, J., Dalupang, J. P., Ortiz, M., Porio, E., Narisma, G., Yulo-Loyzaga, A., & Dator-Bercilla, J. (2016). Quantifying resilience to flooding among households and local government units using system dynamics : A case study in Metro Manila. *Journal of Flood Risk Management*, 9(3), 196-207. <https://doi.org/10.1111/jfr3.12222>

Hirabayashi, Y., Mahendran, R., Koirala, S., Konoshima, L., Yamazaki, D., Watanabe, S., Kim, H., & Kanae, S. (2013). Global flood risk under climate change. *Nature Climate Change*, 3(9), 816-821. <https://doi.org/10.1038/nclimate1911>

Ignacio, J. A. F., Cruz, G. T., Nardi, F., & Henry, S. (2016). Assessing the effectiveness of a social vulnerability index in predicting heterogeneity in the impacts of natural hazards : Case study of the Tropical Storm Washi flood in the Philippines. *Vienna Yearbook of Population Research*, 91-129. <https://doi.org/10.1553/populationyearbook2015s091>

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2022). *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. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>

Jha, A. K., Miner, T. W., & Stanton-Geddes, Z. (2013c). Building urban resilience. Dans *The World Bank eBooks*. <https://doi.org/10.1596/978-0-8213-8865-5>

Kharin, V. V., Zwiers, F. W., Zhang, X., & Hegerl, G. C. (2007). Changes in Temperature and Precipitation Extremes in the IPCC Ensemble of Global Coupled Model Simulations. *Journal Of Climate*, 20(8), 1419-1444. <https://doi.org/10.1175/jcli4066.1>

Kouame, F. C. (2023). *ANALYSE DU RISQUE D'INONDATION FLUVIALE PAR APPROCHE HIERARCHIQUE MULTICRITERE DANS LE BASSIN AMENAGE DU FLEUVE SASSANDRA A SOUBRE (COTE D'IVOIRE)*. *Revue de géographie du laboratoire Leïdi : Dynamique des*

territoires et développement, N°. 30. Hal-04494729. Consulté le 04 août 2025, <https://hal.science/hal-04494729/document>

Kripalani, R. H., & Kulkarni, A. (1997). Climatic impact of El Niño/La Niña on the Indian monsoon : A new perspective. *Weather*, 52(2), 39-46. <https://doi.org/10.1002/j.1477-8696.1997.tb06267.x>

La Rosa, D., & Pappalardo, V. (2019). Planning for spatial equity - A performance based approach for sustainable urban drainage systems. *Sustainable Cities And Society*, 53, 101885. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101885>

Lakens, D. (2022). Sample Size Justification. *Collabra: Psychology*, 8(1), 33267. <https://doi.org/10.1525/collabra.33267>

Lamond, J., Bhattacharya, N., & Bloch, R. (2012). *The role of solid waste management as a response to urban flood risk in developing countries, a case study analysis*. 193-204. <https://doi.org/10.2495/FRIAR120161>

Lebourgeois, N., & Piedallu, N. (2005). Appréhender le niveau de sécheresse dans le cadre des études stationnelles et de la gestion forestière à partir d'indices bioclimatiques. *Revue Forestière Française*, 4, 331. <https://doi.org/10.4267/2042/5055>

Lloren, G. (2015). Cebu City's Colon Street: Curating Frames of Antinomies, From a Cultural Heritage to the Culture of Indifference. Consulté le 13 août 2025, https://www.researchgate.net/publication/299578391_Cebu_City's_Colon_Street_Curating_Frames_of_Antinomies_From_a_Cultural_Heritage_to_the_Culture_of_Indifference

Meerow, S., Newell, J. P., & Stults, M. (2016). Defining urban resilience : A review. *Landscape and Urban Planning*, 147, 38-49. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.11.011>

Muis, S., Güneralp, B., Jongman, B., Aerts, J. C. J. H., & Ward, P. J. (2015). Flood risk and adaptation strategies under climate change and urban expansion : A probabilistic analysis using global data. *Science of The Total Environment*, 538, 445-457. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.08.068>

Mustafa, A., Wei Zhang, X., Aliaga, D. G., Bruwier, M., Nishida, G., Dewals, B., Erpicum, S., Archambeau, P., Piroton, M., & Teller, J. (2020). Procedural generation of flood-sensitive urban layouts. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 47(5), 889-911. <https://doi.org/10.1177/2399808318812458>

National Aeronautics and Space Administration (NASA). (2025). *NASA POWER Data Access Viewer*. NASA Langley Research Center. Consulté le 10 juin 2025, <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

- Nkwunonwo, U. C., Whitworth, M., & Baily, B. (2020). A review of the current status of flood modelling for urban flood risk management in the developing countries. *Scientific African*, 7, e00269. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00269>
- Nuzir, F. A., Premakumara, D. G. J., & Dewancker, B. J. (2014). *Planning Resilient City in Cebu : Lessons Learned and Practical Application*. Consulté le 02 octobre 2024, https://www.researchgate.net/publication/260427235_Planning_Resilient_City_in_Cebu_Lessons_Learned_and_Practical_Application
- OECD. (2017). *Green Growth in Cebu, Philippines*. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264277991-en>
- OCHA Philippines. (2025, 13 janvier). *Philippines - Subnational Administrative Boundaries (COD-AB)*. Humanitarian Data Exchange. Consulté le 20 juin 2025, <https://data.humdata.org/dataset/cod-ab-phl>
- Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. (s.d.). *La foresterie urbaine dans les pays en développement*. Consulté le 20 juin 2025, <https://www.fao.org/4/i0152f/i0152f03.pdf>
- Organisation météorologique mondiale. (2019). *Alertes précoces aux inondations côtières*. Magazine Article. Consulté le 12 juin 2025, <https://wmo.int/fr/media/magazine-article/alertes-precoces-aux-inondations-cotieres>
- Ortega, A. (2012). Spatialities of population change, mega-urbanization and neoliberal urbanism: The case of Metro Cebu. *Philippine Population Review*, 11(1), 41-71. Consulté le 06 août 2025, https://www.researchgate.net/publication/276242249_Spatialities_of_population_change_mega-urbanization_and_neoliberal_urbanism_the_case_of_Metro_Cebu
- Ozer, P. (2012). Articuler risques, planification d'urgence et gestion de crise. Dans *De Boeck Supérieur eBooks* (p. 77-99). <https://doi.org/10.3917/dbu.brune.2012.01.0077>
- PhilAtlas. (n.d.). *Cebu Profile*. PhilAtlas. Consulté le 10 juin 2025, <https://www.philatlas.com/visayas/r07/cebu.html>
- Poussard, C., Dewals, B., Archambeau, P., & Teller, J. (2021). Environmental Inequalities in Flood Exposure : A Matter of Scale. *Frontiers In Water*, 3. <https://doi.org/10.3389/frwa.2021.633046>
- Rajkhowa, S., & Sarma, J. (2021). Climate change and flood risk, global climate change. In *Global Climate Change* (p. 321-339). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822928-6.00012-5>
- Rentschler, J., Avner, P., Marconcini, M., Su, R., Strano, E., Vousedoukas, M., & Hallegatte, S. (2023). Global evidence of rapid urban growth in flood zones since 1985. *Nature*, 622(7981), 87-92. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06468-9>

Rosenzweig, C., Solecki, W., Romero-Lankao, P., Mehrotra, S., Dhakal, S., Bowman, T., & Ibrahim, S. A. (2018). Climate Change and Cities : Second Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network: Summary for City Leaders. In C. Rosenzweig, W. D. Solecki, P. Romero-Lankao, S. Mehrotra, S. Dhakal, & S. Ali Ibrahim (Éds.), *Climate Change and Cities* (1^{re} éd., p. xvii-xlii). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316563878.007>

Sevilla, R. (2023). *Neoliberal urbanization in a secondary city: The case of Cebu City*. Consulté le 6 juin 2025, https://www.researchgate.net/publication/373106593_Neoliberal_Urbanization_in_a_Secondary_City_The_Case_of_Cebu_City?enrichId=rgreq-9d307d5354fedf1b280860197eb81a02-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdIOzM3MzEwNjU5MztBUzoxMTQzMTE4MTE4MTIyOTIzNkAxNjIxOTkwNzk0Nzgw&el=1_x_3

Shaffie, S., Mozaffari, G., & Khosravi, Y. (2019). Determination of extreme precipitation threshold and analysis of its effective patterns (case study : West of Iran). *Natural Hazards*, 99(2), 857-878. <https://doi.org/10.1007/s11069-019-03779-x>

Simarmata, H. A., Hornidge, A.-K., & Antweiler, C. (2019). Assessing Flood-Related Vulnerability of the Urban Poor. In B. Zhang, N. Sami, R. Parthasarathy, P. Rabé, & G. Bracken (Éds.), *Future Challenges of Cities in Asia* (1^{re} éd., p. 183-208). Amsterdam University Press. <https://doi.org/10.1017/9789048544912.008>

Simplemaps. (2025). *Free GIS maps of Philippines – Admin Areas (level 1)*. Simplemaps. Consulté le 13 novembre 2024, <https://simplemaps.com/gis/country/ph#admin1>

Surtiari, G. A. K., Garschagen, M., Mendes, J. M., & Budiyo, Y. (2022). Investing in flood adaptation in Jakarta, Indonesia. In *Investing in Disaster Risk Reduction for Resilience* (p. 257-275). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818639-8.00006-5>

Tanaka, M., & Baba, K. (Éds.). (2020). *Resilient Policies in Asian Cities : Adaptation to Climate Change and Natural Disasters*. Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-8600-8>

Trask, T. (2023). Analyzing the Capabilities of Nature-inspired Feature Selection Algorithms in Predicting Student Performance. *arXiv (Cornell University)*. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2308.08574>

United Nations Office for Disaster Risk Reduction (2023). *GAR Special Report: Measuring Resilience for the Sustainable Development Goals*. Geneva. ISBN PDF: 9789210028301. Consulté le 22 mai 2025, [https://www.undrr.org/gar#:~:text=Global%20Assessment%20Report%20on%20Disaster%20Risk%20Reduction%202022%20\(GAR\),cascade%20across%20geographies%20and%20sectors.](https://www.undrr.org/gar#:~:text=Global%20Assessment%20Report%20on%20Disaster%20Risk%20Reduction%202022%20(GAR),cascade%20across%20geographies%20and%20sectors.)

United Nations Office for Disaster Risk Reduction (2022). *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2022: Our World at Risk: Transforming Governance for a Resilient Future*. Geneva. ISBN: 9789212320281. Consulté le 22 mai 2025,

[https://www.undrr.org/gar#:~:text=Global%20Assessment%20Report%20on%20Disaster%20Risk%20Reduction%202022%20\(GAR\),cascade%20across%20geographies%20and%20sectors.](https://www.undrr.org/gar#:~:text=Global%20Assessment%20Report%20on%20Disaster%20Risk%20Reduction%202022%20(GAR),cascade%20across%20geographies%20and%20sectors.)

Université des Philippines. (s.d.). *Connaître vos risques : Inondation*. Projet NOAH. Consulté le 12 octobre 2024. <https://noah.up.edu.ph/know-your-hazards/flood>

Verma, A., & Das, P. (2024). Urbanization in the Global South : Perspectives and Challenges. *Vikalpa: The Journal for Decision Makers*, 49(1), 110-112. <https://doi.org/10.1177/02560909241234200>

Véron, J. (2018). Les défis de l'urbanisation dans les pays du Sud: *Revue internationale et stratégique*, N° 112(4), 119-127. <https://doi.org/10.3917/ris.112.0119>

Winsemius, H. C., Jongman, B., Veldkamp, T. I. E., Hallegatte, S., Bangalore, M., & Ward, P. J. (2018). Disaster risk, climate change, and poverty : Assessing the global exposure of poor people to floods and droughts. *Environment and Development Economics*, 23(3), 328-348. <https://doi.org/10.1017/S1355770X17000444>

World Meteorological Organization (WMO) (2023). Guidelines for the WMO Evaluation of Records of Weather and Climate Extremes. *WMO*, N°. 1317. Consulté le 21 juillet 2025, <https://library.wmo.int/records/item/68658-guidelines-for-the-wmo-evaluation-of-records-of-weather-and-climate-extremes>

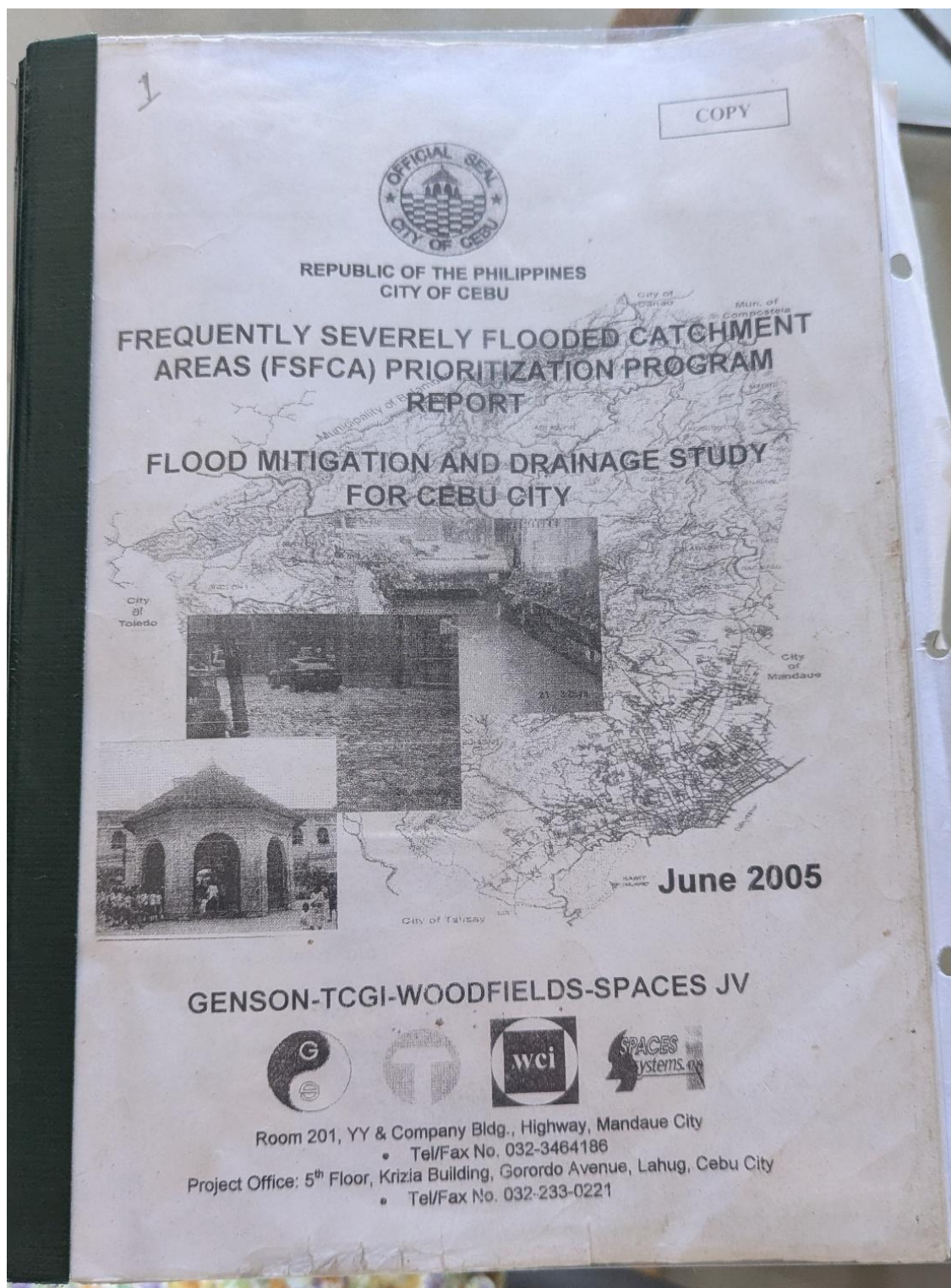
World Meteorological Organization (WMO) (2017). WMO Guidelines for Calculating Climate Normals. *WMO*, N°. 1203. Consulté le 20 juillet 2025, https://library.wmo.int/viewer/54922/download?file=1203_fr.pdf&type=pdf&navigator=1

Yiou, P., Jézéquel, A. (2017). Crise, catastrophe, risque et adaptation. L'adaptation au changement climatique. *Une question de sociétés*. Hal-01621512. Consulté le 06 juin 2025, <https://hal.science/hal-01621512/document>

Zischg, A. P. (2022). *Flood risk change: A complexity perspective*. Consulté le 30 mai 2025, https://www.researchgate.net/publication/363255691_Flood_Risk_Change_A_Complexity_Perspective

Annexes

Annexe 1 : Rapport fournit par le Gubat Sa Baha



Annexe 2 : Questionnaire destiné aux Populations

Perception of Flooding in Cebu City

Thank you for taking part in this survey, which is part of a research project focusing on flood risks in Cebu City. The aim of this questionnaire is to better understand how individuals and communities perceive and experience flooding, how they respond to it, and how they view its possible links to climate change.

Your participation is entirely voluntary, and all the information you provide will remain confidential and used exclusively for academic purposes. The survey will take approximately 5-10 minutes to complete.

By sharing your experiences and opinions, you are contributing to valuable research that seeks to improve flood management and resilience strategies in vulnerable areas.

If you have any questions or need further information, please feel free to contact me at

pauline.labe@student.uliege.be

** Indicates required question*

I. Personal Information

1. Age *

Mark only one oval.

☐ Under 18 ☐ 18-25 ☐ 26-40 ☐ 41-60 ☐ Over 60

2. Gender *

Mark only one oval.

☐ Male ☐ Female ☐ Prefer not to say

3. Address (Please provide your street name. If you prefer not to give detailed information, you can mention only the barangay.)*

4. Floor you live on *

Check all that apply.

☐ Ground floor ☐ 1st floor ☐ 2nd floor or higher

5. How long have you lived in this residence? *

Mark only one oval.

☐ Less than one year ☐ 1-5 years ☐ Over 5 years

6. Number of people living in your household (Include yourself in the total)*

II. Risk Perception

7. How many times does your area flood per year? *

Mark only one oval.

☐ Less than 5 times ☐ 6 to 10 times ☐ 11 to 15 times ☐ More than 15 times

8. What is the average water height during floods? *

Mark only one oval.

☐ Ankle-high ☐ Knee-high ☐ Waist-high
☐ Shoulder-high ☐ Above shoulder level

9. What was the highest water level you experienced during a flood? *

Mark only one oval.

☐ Ankle-high ☐ Knee-high ☐ Waist-high
☐ Shoulder-high ☐ Above shoulder level

10. When did you experience the highest water level? (Specify the approximate date or year)*

11. How long does it usually take for floodwaters to recede? *

Mark only one oval.

☐ Less than 3 hours ☐ 3 to 6 hours ☐ 6 to 12 hours
☐ 12 to 24 hours ☐ More than 24 hours

III. Preparedness and Community Engagement

12. What actions do you take when facing a flood? (3 maximum) *

Check all that apply.

- ☐ Gather emergency supplies (food, water, money, etc.)
- ☐ Move valuables and furniture to higher levels
- ☐ Unplug electrical appliances
- ☐ Relocate to a safe area before being trapped by rising water
- ☐ Monitor your local radio for warnings and advice
- ☐ Prepare for the well-being of pets

☐ Other: _____

13. What types of damage have you experienced due to floods? *

Check all that apply.

- ☐ Loss of belongings
- ☐ Structural damage to your home
- ☐ Lost documents
- ☐ Electrical damage
- ☐ Other: _____

14. In your opinion, what are the three main causes of flooding in your area? *

Check all that apply.

- ☐ Heavy rainfall
- ☐ Improper disposal of waste and garbage
- ☐ Urbanization
- ☐ Clogged drainage systems
- ☐ Lack of drainage infrastructure
- ☐ River overflow
- ☐ Poor maintenance of drainage systems
- ☐ Other: _____

15. How would you rate the responsiveness of your barangay during floods? *

Mark only one oval.

- ☐ Not responsive at all ☐ Slightly responsive ☐ Moderately responsive
☐ Very responsive ☐ Extremely responsive

16. Do you ever clean the streets in your area? *

Mark only one oval.

- ☐ Never ☐ Only after floods ☐ Occasionally ☐ Regularly ☐ Always

17. Would you be willing to participate in barangay-organized cleaning activities? *

Mark only one oval.

- ☐ Yes ☐ No

IV. Displacement and Relocation

18. Have you ever been forced to relocate due to flooding? *

Mark only one oval.

- ☐ Yes ☐ No

19. If yes, was the relocation short-term or long-term?

Mark only one oval.

☐ Short-term (a few days or weeks) ☐ Long-term (months or permanent relocation)

20. Do you know anyone who had to relocate because of flooding? *

Mark only one oval.

☐ Yes ☐ No

21. Have you ever thought about relocating? *

Mark only one oval.

☐ Yes ☐ No

22. If yes, what prevents you from relocating?

Check all that apply.

- ☐ Financial constraints ☐ Attachment to the area/community
☐ Lack of alternative housing ☐ Employment or livelihood reasons
☐ Other: _____

V. Climate Change Awareness

23. How familiar are you with the concept of climate change? *

Mark only one oval.

☐ Not familiar at all ☐ Slightly familiar ☐ Moderately familiar
☐ Very familiar ☐ Extremely familiar

24. Do you believe that climate change is happening?

Mark only one oval.

☐ Yes ☐ No ☐ Not sure

25. In your opinion, does climate change affect the frequency or severity of floods in Cebu? *

Mark only one oval.

☐ Yes, significantly ☐ Yes, slightly ☐ No, not at all ☐ Not sure

26. What aspects of climate change do you think might be linked to flooding? *

Check all that apply.

- ☐ Increased heavy rainfall events
☐ Rising sea levels
☐ Stronger storms or typhoons
☐ Changes in land use or urbanization
☐ Other: _____

Thank you

Thank you for taking the time to complete this survey. Your insights and experiences are invaluable in helping us better understand the challenges posed by flooding in Cebu City. Your participation contributes to research that aims to identify solutions and improve resilience in vulnerable communities.

If you have any questions or if you would like to receive the results of this study once it is completed, please feel free to contact me at pauline.labe@student.uliege.be

Perception of Flooding in Cebu City

Thank you for taking part in this survey, which is part of a research project focusing on flood risks in Cebu City. The aim of this questionnaire is to better understand how individuals and communities perceive and experience flooding, how they respond to it, and how they view its possible links to climate change.

Your participation is entirely voluntary, and all the information you provide will remain confidential and used exclusively for academic purposes. The survey will take approximately 5-10 minutes to complete.

By sharing your experiences and opinions, you are contributing to valuable research that seeks to improve flood management and resilience strategies in vulnerable areas.

If you have any questions or need further information, please feel free to contact me at

pauline.labe@student.uliege.be

** Indicates required question*

I. Business Information

1. Business name *

2. Business adress *

3. Type of commercial activity *

4. Size of the business *

Check all that apply.

☐ Small (<50 m²) ☐ Medium (50–200 m²) ☐ Large (>200 m²)

5. How long has the business been established at this location? *

Mark only one oval.

☐ Less than one year ☐ 1-5 years ☐ Over 5 years

6. Number of people working in this business (Include yourself in the total) *

7. Do you live in your Business? *

Mark only one oval.

☐ Yes ☐ No

II. Risk Perception

8. How many times does your area flood per year? *

Mark only one oval.

☐ Less than 5 times ☐ 6 to 10 times ☐ 11 to 15 times ☐ More than 15 times

9. What is the average water height during floods? *

Mark only one oval.

☐ Ankle-high ☐ Knee-high ☐ Waist-high
☐ Shoulder-high ☐ Above shoulder level

10. What was the highest water level you experienced during a flood? *

Mark only one oval.

☐ Ankle-high ☐ Knee-high ☐ Waist-high
☐ Shoulder-high ☐ Above shoulder level

11. When did you experience the highest water level? (Specify the approximate date or year)*

12. How long does it usually take for floodwaters to recede? *

Mark only one oval.

☐ Less than 3 hours ☐ 3 to 6 hours ☐ 6 to 12 hours
☐ 12 to 24 hours ☐ More than 24 hours

13. Do floods affect your opening hours or ability to operate? *

Mark only one oval.

☐ Yes, frequently ☐ Yes, occasionally ☐ No

14. How long does it usually take to clean and restart operations after a flood? *

III. Preparedness and Community Engagement

15. What actions do you take when facing a flood? (3 maximum) *

Check all that apply.

- ☐ Moving stock or equipment to higher levels
- ☐ Installing barriers or flood protections
- ☐ Disconnecting electrical equipment and protecting sensitive machinery
- ☐ Preparing an evacuation plan for employees and customers
- ☐ Other: _____

16. What types of damage have you experienced due to floods? *

Check all that apply.

- ☐ Stock loss
- ☐ Damage to equipment or machinery
- ☐ Interruption of business operations (loss of revenue)
- ☐ Electrical damage
- ☐ Structural damage to the building
- ☐ Other: _____

17. In your opinion, what are the three main causes of flooding in your area? *

Check all that apply.

- ☐ Heavy rainfall
- ☐ Improper disposal of waste and garbage
- ☐ Urbanization
- ☐ Clogged drainage systems
- ☐ Lack of drainage infrastructure
- ☐ River overflow
- ☐ Poor maintenance of drainage systems
- ☐ Other: _____

18. How would you rate the responsiveness of your barangay during floods? *

Mark only one oval.

- ☐ Not responsive at all ☐ Slightly responsive ☐ Moderately responsive
☐ Very responsive ☐ Extremely responsive

19. Do you ever clean the streets in your area? *

Mark only one oval.

☐ Never ☐ Only after floods ☐ Occasionally ☐ Regularly ☐ Always

20. Would you be willing to participate in barangay-organized cleaning activities? *

Mark only one oval.

☐ Yes ☐ No

IV. Displacement and Relocation

21. Have you ever had to temporarily or permanently close your business because of flooding?*

Mark only one oval.

☐ Yes ☐ No

22. If yes, for how long?

23. Have you considered relocating your business to a less flood-prone area? *

Mark only one oval.

☐ Yes ☐ No

24. If no, what are the reasons?

Check all that apply.

- ☐ High relocation cost
- ☐ Loyal customer base in the current area
- ☐ Difficulty finding an alternative location
- ☐ Employment or livelihood reasons
- ☐ Other: _____

V. Assistance and Support

25. Have you received any help or support (public or private) to recover from floods? *

Mark only one oval.

☐ Yes ☐ No

26. If yes, what type?

Mark only one oval.

☐ Financial aid ☐ Logistical Support ☐ Other : _____

27. What resources or measures would you find helpful to protect your business from flooding?*

VI. Climate Change Awareness

28. How familiar are you with the concept of climate change? *

Mark only one oval.

☐ Not familiar at all ☐ Slightly familiar ☐ Moderately familiar
☐ Very familiar ☐ Extremely familiar

29. Do you believe that climate change is happening?

Mark only one oval.

☐ Yes ☐ No ☐ Not sure

30. In your opinion, does climate change affect the frequency or severity of floods in Cebu? *

Mark only one oval.

☐ Yes, significantly ☐ Yes, slightly ☐ No, not at all ☐ Not sure

31. What aspects of climate change do you think might be linked to flooding? *

Check all that apply.

- ☐ Increased heavy rainfall events
- ☐ Rising sea levels
- ☐ Stronger storms or typhoons
- ☐ Changes in land use or urbanization
- ☐ Other: _____

Thank you

Thank you for taking the time to complete this survey. Your insights and experiences are invaluable in helping us better understand the challenges posed by flooding in Cebu City. Your participation contributes to research that aims to identify solutions and improve resilience in vulnerable communities.

If you have any questions or if you would like to receive the results of this study once it is completed, please feel free to contact me at pauline.labe@student.uliege.be