

## **Travail de fin d'études: Analyse du risque d'inondations dans le milieu urbain: le cas du phénomène "El Niño" à Piura (Pérou)**

**Auteur :** p243299

**Promoteur(s) :** Teller, Jacques

**Faculté :** Faculté des Sciences

**Diplôme :** Master de spécialisation en gestion des risques et des catastrophes

**Année académique :** 2021-2022

**URI/URL :** <http://hdl.handle.net/2268.2/16070>

---

### *Avertissement à l'attention des usagers :*

*Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.*

*Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.*

---

**Faculté des Sciences**  
**Département des Sciences et Gestion de l'Environnement**  
**Année académique 2021-2022**

**ANALYSE DU RISQUE D'INONDATIONS DANS LE MILIEU URBAIN : LE  
CAS DU PHÉNOMÈNE « EL NIÑO » À PIURA (PÉROU)**



**Mémoire présenté par Blay Nathalie Clemente Jiménez**  
**en vue de l'obtention du diplôme de Master de Spécialisation en Gestion des**  
**Risques et des Catastrophes**

**Rédigé sous la direction de Jacques Teller**

**Comité de lecture : Archambeau, Pierre**

**Ozer, Pierre**

### **Copyright**

Toute reproduction du présent document, par quelque procédé que ce soit, ne peut être réalisée qu'avec l'autorisation de l'auteur et de l'autorité académique\* de l'Université de Liège et de l'Université Catholique de Louvain.

\*L'autorité académique est représentée par le(s) promoteur(s) membre(s) du personnel enseignant de l'Université de Liège et de l'Université Catholique de Louvain.

Le présent document n'engage que son auteur.

Auteur du présent document : CLEMENTE JIMENEZ BLAY NATHALIE

Email : nathalieclementej@gmail.com

## ABSTRACT

Floods are among the most frequent and serious disasters in the world. The climate change we are currently experiencing, and the growing urban occupation, are factors that affect the vulnerability of the inhabitants of the affected places. The phenomenon « El Niño » causes more and more serious damages ranging from the infrastructure, the psychological field, the loss of lives, among others. At Piura, the floods that occurred between 1982 and 2017 have affected the region both in infrastructure and in society. These dangerous events have caused a delay in the urban development of the city and a confusion in the population in front of future events.

Being prepared in situations of risk has become a necessity at both community and individual level. This memory analyses the representation of flood risk in the inhabitants of Piura against the events caused by the phenomenon « El Niño ».

The analysis is based on qualitative interviews with 13 people who lived in one of the affected areas during the floods of 2017. This study analyses the behavior and responsiveness of the population to the unforeseen event, as well as the perspective and awareness of the population against the risk of future floods. The analysis will be based on 7 key points: knowledge of the risk, the perception of the problem, the factors that increase vulnerability, the consequences of floods, the psychological impact, government involvement and future outlook and adaptation measures.

The results indicate that the inhabitants have poor risk conscience with respect to the real gravity of the phenomenon. This is mainly due to lack of knowledge of existing tools or improper preparation for catastrophic events.

As for the adaptation measures, the interviewees do not seem to assess the real impact of them to reduce vulnerability, indicating their uselessness compared to the 2017 event. Actions are needed to raise public awareness and develop a more comprehensive risk awareness. To do this, both community and individual work is necessary to be prepared for the crisis, both at the infrastructure level and at the mental level.

Keywords: Floods, vulnerability, adaptation, risk, resilience.

## RÉSUMÉ

Les inondations sont l'une des catastrophes les plus fréquentes et les plus graves dans le monde. Le changement climatique que nous vivons aujourd'hui et l'augmentation de l'occupation urbaine sont des facteurs qui affectent la vulnérabilité des habitants des zones touchées. Le phénomène « El Niño » cause des dommages de plus en plus graves qui vont de l'infrastructure, au domaine psychologique, les pertes de vies, entre autres. À Piura, les inondations qui se sont produites entre 1982 et 2017 ont affecté la région tant en infrastructure qu'en société. Ces événements dangereux ont causé un retard dans le développement urbain et une confusion dans la population face à des événements futurs. La préparation aux situations à risques est devenue une nécessité tant au niveau communautaire qu'au niveau individuel.

Ce mémoire analyse la représentation du risque d'inondations chez les habitants de Piura face aux événements provoqués par le phénomène « El Niño ».

L'analyse est basée sur des entretiens qualitatifs avec 13 personnes qui ont vécu dans l'une des zones touchées lors des inondations de 2017. Cette étude analyse les comportements et la capacité de réponses de la population face à l'imprévu, ainsi que la perspective et la sensibilisation de la population aux risques d'inondations futures. L'analyse développée sera basée sur 7 points clés : la connaissance du risque, la perception de la problématique, les facteurs qui augmentent la vulnérabilité, les conséquences des inondations, l'impact psychologique, la participation du gouvernement, les perspectives et les mesures d'adaptation.

Les résultats indiquent que les habitants ont une conscience du risque faible par rapport à la réelle gravité du phénomène. Ceci est principalement dû à la méconnaissance des outils existants ou à une préparation inappropriée aux événements catastrophiques.

En ce qui concerne les mesures d'adaptation, les personnes interrogées semblent ne pas évaluer leur impact réel sur la réduction de la vulnérabilité, indiquant leur inutilité face à l'événement de 2017. Des actions sont nécessaires pour sensibiliser la population et développer une conscience des risques plus complète. Pour ce faire, le travail à la fois communautaire et individuel est nécessaire pour se préparer à la crise tant au niveau des infrastructures qu'au niveau mental.

Mots clé : Inondations, vulnérabilité, adaptation, risque, résilience.

## REMERCIEMENTS

Je tiens tout particulièrement à remercier au professeur Pierre Ozer et à tous les enseignants de ce Master pour leurs connaissances enseignées au cours de cette année académique.

À mon promoteur Jacques Teller pour son guide dans la réalisation de ce travail de recherche.

Aux membres de mon jury pour le temps qu'ils consacreront à la lecture de ce mémoire.

À l'Alliance Française de Piura, et en particulier à mon professeur Serge Goulet, qui m'ont préparé à relever le défi de vivre et d'étudier dans un pays francophone.

À l'Académie de recherche et d'enseignement supérieur (ARES) et PACODEL pour m'avoir accordé cette bourse d'études

Et à toutes les personnes qui m'ont soutenu dans la recherche et la collecte d'information de ce mémoire, ainsi que pour la rédaction.

...

A mis padres, Blay y Alfredo, por acompañarme en cada paso de mi vida y apoyarme para cumplir mis sueños más ambiciosos.

A mis hermanos, Alfredo y Giacomo, por ser los mejores compañeros.

A mi familia y amigos, por sus buenos deseos hacia mí y su motivación constante.

En ustedes pienso todos y cada uno de los días de mi vida, a la distancia, ...esté en donde esté.

## **SOMMAIRE**

ABSTRACT

RÉSUMÉ

REMERCIEMENTS

SOMMAIRE

ABRÉVIATIONS

TABLE DES FIGURES

TABLE DES TABLEAUX

<b>I</b>	<b>INTRODUCTION</b>	<b>14</b>
	I.1 Contexte	14
	I.2 Objectifs de la recherche	15
	I.2.1 Objectif général	15
	I.2.2 Objectifs spécifiques	15
	I.3 Structure du travail	15
	I.4 Cadre conceptuel de la représentation de risque : perception, vécu et projection.	16
	I.4.1 Perception du risque et de l'espace à risque	16
	I.4.2 Vécu	17
	I.4.3 Projection	17
<b>II</b>	<b>ÉTAT DE L'ART</b>	<b>19</b>
	II.1 Généralités sur les inondations	19
	II.1.1 Le concept du risque d'inondation	19
	II.1.2 Types d'inondations et leurs causes	20
	II.1.3 Les conséquences des inondations	22
	II.2 Le Phénomène "El Niño"	22
	II.2.1 Étude de l'impact des événements extraordinaires du 1982 à 2017 et les mesures de prévention prises à niveau structural.	25
	a) L'évènement du FEN 1983	25
	b) L'évènement du FEN 1997	25
	c) L'évènement FEN 2017 : El Niño Costero	25
	- Dégâts enregistrés	27
	- Causes du débordement de la rivière	29
	- Mesures de prévention structurelles post-inondation	31
	- Mesures gouvernementales non-structurelles pendant et post-inondation	31

II.3	Le cadre légal et les outils mis en place pour la gestion des risques	32
II.3.1	Niveau d'urgence et capacité d'intervention	34
II.4	Questions de recherches	35
<b>III</b>	<b>MÉTHODOLOGIE</b>	<b>38</b>
III.1	Cas d'étude : La ville de Piura	38
III.1.1	Diagnostic territorial de la ville de Piura	38
III.1.2	Zonage du bassin de la rivière Piura	38
III.1.3	Relief de la zone d'étude	40
III.1.4	Infrastructure essentielle de la zone d'étude	41
III.1.5	Analyse des dangers dans la zone d'étude	41
III.1.6	Système de drainage de la zone d'étude	43
III.1.7	Démographie de la zone d'étude	44
III.1.8	Analyse de l'évolution urbaine de la zone d'étude	45
III.2	Délimitation et justification d'un périmètre d'étude	46
III.3	Méthode de recherche	47
III.3.1	Technique de collecte de données	48
III.4	L'étude qualitative : l'entretien	48
III.4.1	Intérêt de l'enquête	49
III.4.2	Diffusion de l'enquête	49
III.4.3	Réalisation des entretiens	50
III.4.4	Le type d'enquête et des questions	50
III.4.5	La structure des entretiens	51
III.4.6	Grille d'analyse des entretiens qualitatifs	51
III.5	Résumé de plan d'action	51
III.6	Schéma récapitulatif de la méthodologie	53
<b>IV</b>	<b>TRAITEMENT DES DONNÉES</b>	<b>55</b>
IV.1	L'entretien qualitatif	55
IV.1.1	Profil des répondants	55
IV.2	Les entretiens	56
IV.2.1	Transcription des données	56
IV.2.2	Structure de la grille comparative	56
IV.2.3	Analyses des réponses fournies	57
<b>V</b>	<b>RÉSULTATS</b>	<b>59</b>
V.1	Analyse des réponses au questionnaire	59



V.1.1	Caractéristiques de l'échantillon	59
V.1.2	Connaissance du risque	61
V.1.3	Perception de la problématique	62
V.1.4	Facteurs d'accroissement de la vulnérabilité	63
V.1.5	Conséquences des inondations	65
V.1.6	L'impact psychologique	66
V.1.7	La participation du gouvernement	66
V.1.8	Perspective à futur et les mesures d'adaptation	68
V.1.9	Schéma récapitulatif des résultats	71
<b>VI</b>	<b>DISCUSSIONS</b>	<b>73</b>
VI.1	Les habitants ont-ils conscience du risque ?	73
VI.2	Quels sont les outils disponibles pour faire face aux risques futures liés au FEN à l'échelle communautaire? Sont-ils connus et utilisés par la population ?	73
VI.3	Des mesures d'adaptation à l'échelle individuelles sont appliquées ?Quels sont les freins existantes pour les mettre en place ?	75
VI.4	Comment améliorer la résilience face au risque d'inondation ?	76
VI.5	Limites de la recherche	77
VI.6	Pistes d'amélioration de la recherche	77
VI.6.1	Taille et variété de l'échantillon	77
VI.6.2	Diffusion de l'enquête	78
VI.6.3	Type d'enquête	78
VI.6.4	Temps	78
VI.7	Perspectives futures	78
<b>VII</b>	<b>CONCLUSION</b>	<b>81</b>
<b>VIII</b>	<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>82</b>
<b>IX</b>	<b>ANNEXES</b>	<b>88</b>

## **ABRÉVIATIONS**

- ANA : Autorité Nationale de l'Eau
- COEN : Centre d'Opérations d'urgence nationale
- COER : Centre d'Opérations d'urgence régionale
- ENFEN : Étude nationale du Phénomène « El Niño »
- ESRI : Environment Systems Research Institute
- FEN : Phénomène « El Niño »
- FEWS : Famine Early Warning Systems Network
- GORE : Gouvernement Régional de Piura
- INADE: Institut Nationale du Développement (Pérou)
- INDECI : Institut Nationale de Défense Civile
- INEI : Institut National de Statistique et Informatique
- INGEMMET: Institut géologique, minière et métallurgique
- MAAP : Monitoring of the Andean Amazon Project
- MAMSL : Metres above mean sea level – Mètres au-dessus du niveau de la mer.
- MINAM : Ministère de l'Environnement
- PECHP : Projet Spécial Chira-Piura
- PEI : Plan stratégique institutionnel
- PEI : Plan stratégique institutionnelle
- RCC : Reconstrucción con cambios
- SENAMHI: Service Nationale de météorologie et hydrologie
- SINAGERD : Système national de gestion des risques de catastrophe
- SINPAD: Système d'Information nationale pour la réponse et réhabilitation
- UDEP : Université de Piura
- UNP : Université Nationale de Piura
- USGV : United States Geological Survey

## TABLE DE FIGURES

Figure 1: Centres d'inondations dans le monde entre 1985-2010. Source : Dartmouth Flood Observatory. Récupéré de <a href="http://floodobservatory.colorado.edu/Archives/index.html">http://floodobservatory.colorado.edu/Archives/index.html</a>	14
Figure 2: Composantes de la représentation du risque . Source : Élaboration personnelle	17
Figure 3: Schéma simplifiée du risque d'inondation. Source : Élaboration personnelle inspiré de « Les risques naturelles » Ozer,P (2018)	19
Figure 4: Représentation du risque acceptable et inacceptable en fonction de l'aléa et de la vulnérabilité .Source : Élaboration personnelle à partir du contenu de « Les risques naturels » (Ozer,P.,2018)	20
Figure 5: Différents types d'inondations selon ces causes. Source: Zurich Insurance <a href="https://www.zurich.com/en/knowledge/topics/flood-and-water-damage/three-common-types-of-flood">https://www.zurich.com/en/knowledge/topics/flood-and-water-damage/three-common-types-of-flood</a> .Consultée le 14/08/2022	21
Figure 6: Les anomalies de la température superficielle de la mer (°C) 1998-2010. Source : SENAMHI (2014)	23
Figure 7: Intensité des événements FEN au Pérou (1578-2017). Élaboration personnelle à partir d'information d'INDECI (2017)	23
Figure 8: Débits comparatifs pendant El Niño Côtier 2017 avec d'autres FEN. Source : (ENFEN, 2017)	26
Figure 9: Débordement de 13 rivières lors des événements de 2017. Source: MAAP/ESRI, INEI, MINAM	27
Figure 10: Population sans abri due au Niño Costero 2017, par ville. Source : SINPAD/COEN/INDECI . Élaboration personnelle	29
Figure 11: Absence de murs de soutènement sur la rive gauche de la rivière Piura, en amont du pont Cáceres. Source : Google Maps (2015)	30
Figure 12: Évolution historique simplifié du cadre légal de la gestion des risques et catastrophe au Pérou. Source : Élaboration personnelle basé sur: Isla, A. (2018). La gestión del riesgo de desastres en el Perú.	33
Figure 13: Processus techniques de la gestion des risques au Pérou. Source : Élaboration personnelle basé sur: Isla, A. (2018). La gestión del riesgo de desastres en el Perú.	34
Figure 14: Capacité de réponses et responsabilité du gouvernement selon le niveau d'urgence. Source : Récupéré du portail officiel d'INDECI. <a href="https://portal.indeci.gob.pe/respuesta/niveles-de-emergencia/">https://portal.indeci.gob.pe/respuesta/niveles-de-emergencia/</a>	35

- Figure 15 : Carte de localisation de la Ville de Piura. Élaboration personnelle avec le logiciel Qgis. 38
- Figure 16 : Carte de la province de Piura en relation à son bassin versant et la zone d'étude. Élaboration personnelle avec le logiciel Qgis. 39
- Figure 17 : L'embouchure actuelle de la rivière Piura. Source : Alvarado et Ettmer,2001 40
- Figure 18 : Carte du relief de la zone d'étude. Élaboration personnelle avec le logiciel Qgis. 41
- Figure 19 : Carte de l'infrastructure urbaine de la zone d'étude. Élaboration personnelle avec le logiciel Qgis. 41
- Figure 20 : Carte des dangers d'origine climatique. Élaboration personnelle avec le logiciel Qgis avec des informations d'INDECI (2009) 42
- Figure 21 : Carte du système de drainage de la zone d'étude. Élaboration personnelle avec le logiciel Qgis avec information d'INDECI 44
- Figure 22 : Carte de la démographie de la zone d'étude. Élaboration personnelle avec le logiciel Qgis avec information d'INEI (2017) et ANA (2017) 45
- Figure 23 : Schéma d'évolution urbaine de la ville de Piura. Élaboration personnelle avec le logiciel Qgis. 46
- Figure 24 : Périmètre de la zone d'étude. Élaboration personnelle avec le logiciel Qgis. 47
- Figure 25 : Extrait de publication sur Facebook afin de trouver des interviewés (Source : Capture d'écran Facebook) 50
- Figure 26 : Aperçu de la méthode adoptée dans l'étude. Élaboration personnelle. 52
- Figure 27 : Schéma récapitulatif de la méthodologie adoptée. Source : Élaboration personnelle 53
- Figure 28 : Profil des interviewés au niveau personnel. Source : Élaboration personnelle 55
- Figure 29 : Profil des logements des interviewés .Source : Élaboration personnelle 56
- Figure 30 : Localisation des répondants. Élaboration personnelle avec le logiciel Qgis. 60
- Figure 31 : Schéma récapitulatif des résultats des enquêtes. Élaboration personnelle. 71

## TABLE DE TABLEAUX

Tableau 1: Les conséquences des inondations. Source : Élaboration personnelle fait dans le cadre du cours « Les risques naturels », B, Dewals, ULiège, 2021	22
Tableau 2: Fourchettes de variation de l'indice ICEN (ENFEN, 2012).	24
Tableau 3: Intensité des FEN au cours des années (1578-2017). Source : INDECI, 2017.	24
Tableau 4: Dommages à la vie et la santé due au Niño Costero 2017, traité au 95.5% . Source : INDECI (2017)	28
Tableau 5: Résumé des familles installées dans les auberges due au FEN 2017. Source : INDECI , 2017.	29
Tableau 6 : Description des dangers par zone selon la carte des dangers d'origine climatique. Source : INDECI (2009)	43
Tableau 7 : Méthodes de collecte des données. Élaboration personnelle	48
Tableau 8 : Source des données pour l'étude de la problématique. Élaboration personnelle	48
Tableau 9 : Structure de la grille d'entretien. Source : Élaboration personnelle	57
Tableau 10 : Comparaison entre les données de notre échantillon et la population du district de Castilla . Élaboration personnelle avec les données récoltées et ceux d'INEI (2017)	59

**1.**

# INTRODUCTION

Contexte – Problématique - Inondations

## I INTRODUCTION

### I.1 Contexte

Le GIEC (le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) publie au cours des années 2021 et 2022 les différents volumes du sixième rapport d'évaluation à propos de la situation du changement climatique dans le monde. Ce rapport montre une situation préoccupante pour la planète en raison des conséquences du changement climatique, qui est aggravé par l'activité humaine. L'accroissement de l'activité humaine depuis 1950 a vraisemblablement augmenté le risque d'événements extrêmes, parmi, ils sont inclus les vagues de chaleurs, les sécheresses et les inondations (GIEC, 2021). Le déficit d'eau entraîne la vulnérabilité de la production, mais aussi l'excès d'eau peut être également dangereuse pour la production des cultures, les propriétés du sol de manière directe ou indirecte, comme un retard général dans les processus d'exploitation (GIEC, 2008). « 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 » (GIEC, 2008).

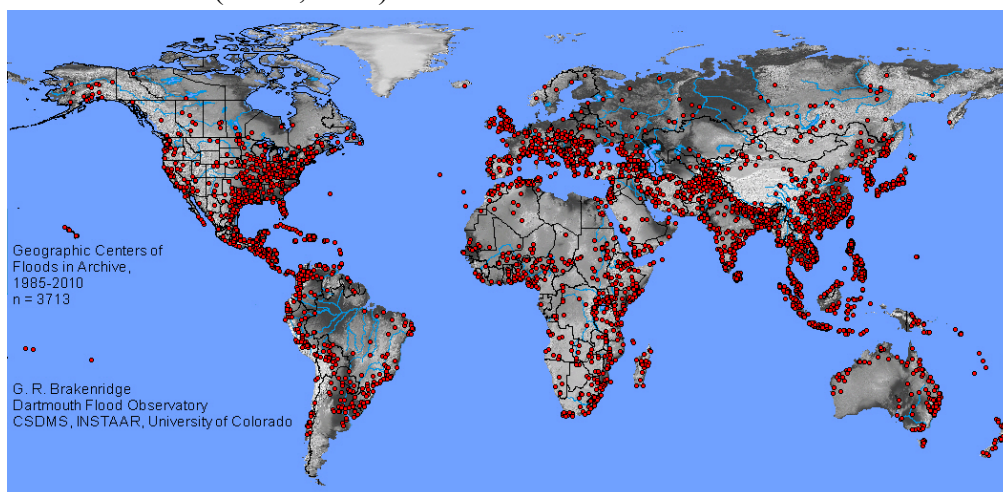


Figure 1: Centres d'inondation dans le monde entre 1985-2010. Source : Dartmouth Flood Observatory. Récupéré de <http://floodobservatory.colorado.edu/Archives/index.html>

L'impact de l'activité humaine affecte toutes les régions du monde, les zones côtières sont les plus touchées. De même, tant les pays développés que les pays en développement, le risque d'exposition des populations aux inondations est augmenté lors de la croissance démographique rapide dans les villes côtières (GIEC, 2008).

Les inondations provoquées par le phénomène « El Niño » (FEN) au Pérou ont été dévastatrices pour la région nord. Le dernier épisode FEN appelé « El Niño Costero » a occasionné plus de 162 morts et des milliers de logements ont été touchés. Cet événement n'est pas isolé, le Pérou est un des pays les plus vulnérables aux catastrophes comme des effondrements, des séismes, des tsunamis, des sécheresses et des incendies. (Soluciones Practicas, 2017).

Dans le cadre de ce travail de fin d'études, le sujet principal seraient les inondations, qui sont considérés comme le risque le plus récurrent et dévastateur sur les vies humaines (Khan et al., 2011).

Dans ce contexte, la notion de risque d'inondations prend place comme axe de la recherche. Voici quelques questions qui englobent la représentation du risque de la population : Les habitants sont-ils conscients du risque d'inondations ? Comment réagissent-ils aux événements dommageables ? Sont-ils prêts aux événements catastrophiques ? Comment perçoivent-ils la problématique ?

Tout d'abord, c'est essentiel de connaître la perception du risque chez les habitants, pour ensuite mieux comprendre les différentes stratégies d'adaptation et la perception future de la société suite aux changements climatiques. Par ailleurs, la notion de résilience est abordée comme une stratégie d'adaptation pour la population affectée, en vue d'apprendre à vivre dans la situation du risque.

## I.2 Objectifs de la recherche

### I.2.1 Objectif général

Analyser la représentation du risque d'inondations provoqué par le phénomène « El Niño » à Piura, Pérou

### I.2.2 Objectifs spécifiques

- Analyser les événements précédents provoqués par le FEN à Piura en mars 2017.
- Analyser la perception du risque d'inondations par la population d'une zone affectée pendant les derniers événements du mars 2017.
- Analyser les stratégies d'adaptation de la population face aux risques d'inondation

## I.3 Structure du travail

Le présent travail de recherche est divisé en 5 parties :

### INTRODUCTION :

L'introduction représente une approche générale à la problématique. Elle présente le contexte ainsi que les objectifs à atteindre dans le cadre du travail. La division de l'étude est également présentée pour définir clairement chaque partie développée par chapitre. Par ailleurs, le cadre conceptuel de la représentation de risques est présenté pour comprendre les notions basiques de perception, expérience et projection.

### L'ÉTAT DE L'ART :

L'état de l'art comprend la recherche de toutes les informations concernant les sujets abordés dans le cadre du travail de fin d'études. Les concepts des inondations, leurs



types et causes. Le phénomène « El Niño » et « El Niño Costero » seront également analysés ainsi que le cadre légal et les outils mis en place.

#### MÉTHODOLOGIE :

La méthodologie inclut le choix d'étude et le processus qui a été suivi dans la réalisation de l'étude. L'analyse de la zone d'étude est développée, ensuite, la délimitation d'un périmètre plus précis est abordé. Enfin une étude qualitative est détaillée. Les étapes de récoltes de données, ainsi que la réalisation des entretiens vers la population sont également définis.

#### TRAITEMENT DES DONNÉES :

Cette partie de l'étude comprend le traitement des données acquises lors des entretiens préalablement réalisés de la population. Les données acquises sont décomposées en suivant une grille d'analyses divisées par thématiques.

#### RÉSULTATS :

Les résultats du traitement des données acquises via les entretiens sont présentés par thématique pour ensuite déterminer une synthèse de l'information recueillie.

#### DISCUSSION :

Les résultats de l'étude qualitative sont confrontés aux questions énoncées initialement. Les analyses sont faites autour de chaque thématique de la grille d'analyse. La discussion est faite en focalisant les points forts et les points faibles de l'étude ainsi que les limites et perspectives futures.

#### CONCLUSION :

La partie finale comprend les conclusions du travail de recherches.

### I.4 Cadre conceptuel de la représentation de risque : perception, vécu et projection.

Harrison (1988) indique que la représentation du risque comprend la perception et le comportement des acteurs face aux risques. Le comportement des acteurs face aux risques prend en compte les actions de prévention individuelles ainsi que les actions de la société comme communauté pendant l'événement risqué. L'adaptation des individus au risque et les stratégies de protection font parties de la représentation sociale du risque. Pour comprendre la représentation complétée du risque, il faut individualiser l'analyse en trois parties : la perception du risque et de l'espace à risque, du vécu et de la projection (Amanejieu, 2019).

#### I.4.1 Perception du risque et de l'espace à risque

La perception du risque est définie par l'interprétation du risque de la communauté et de l'entourage où le risque se produit. La perception est une construction mentale qui comprend différents facteurs comme l'expérience d'avoir vécu le risque ultérieurement,

l'exposition au risque, les conditions de base au niveau économique, professionnel, social, etc. La perception est dès lors décalée par rapport à la réalité du risque (Omnès C, 2009). De plus, la construction de la perception du risque d'une personne est fortement liée à son contexte. Malheureusement, la perception de l'aléa diminue avec le temps (Ozer,P., 2018), ce qui peut entraîner des conséquences au niveau de la perception du risque en général.

#### I.4.2 Vécu

Le vécu est défini par Le Larousse comme « l'expérience réellement vécue, les faits, les événements de la vie réelle ». Étant donné que les événements catastrophiques se répètent chaque période de temps, les personnes qui ont vécu le risque et qui, en plus, ont développé une perception de la situation et de l'espace à risque, réagissent pour se protéger. D'un événement catastrophique vécu peuvent naître de nouvelles connaissances, ainsi que de nouveaux comportements de la société face aux crises (Yiou & Jézéquel, 2017).

#### I.4.3 Projection

La projection du risque représente la façon dont les personnes à risque envisagent la situation à long terme. « L'adaptation s'appuie sur des projections du risque dans le futur, puisqu'on veut se prémunir d'événements qui peuvent arriver » (Cooper et Pile,2014).

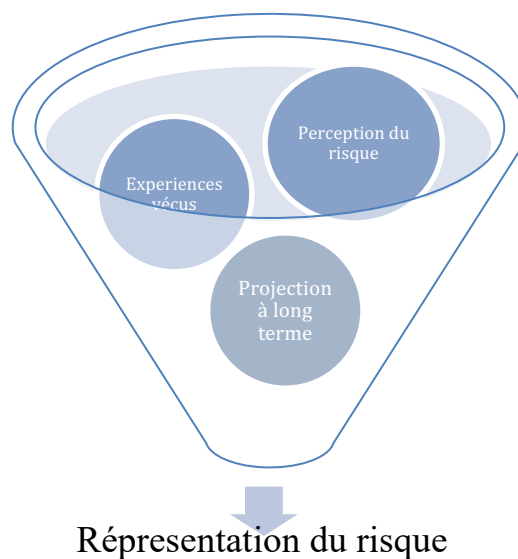


Figure 2: Composantes de la représentation du risque . Source : Élaboration personnelle



**2.**  
**ÉTAT DE L'ART**

Inondations – Phénomène « El Niño » et « Niño Costero » -  
Risques - Vulnérabilité

## II ÉTAT DE L'ART

### II.1 Généralités sur les inondations

#### II.1.1 Le concept du risque d'inondation

Le risque d'inondation est défini par l'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 24 septembre 2010 dans l'article 3 comme la combinaison de la probabilité qu'une inondation survienne et entraîne des conséquences négatives potentielles pour la santé humaine, l'environnement, le patrimoine culturel et l'activité économique associées à cette inondation<sup>1</sup>. Par ailleurs, le risque d'inondation est largement défini comme le produit d'un « aléa » par les « éléments à risque » et leurs « vulnérabilités ».

Pour mieux comprendre la relation, les concepts basiques seront définis ci-dessous<sup>2</sup> :

- *Aléa* : Défini aussi comme « hasard ». L'aléa est un événement imprévisible qui a une intensité, un emplacement et une fréquence d'apparition.
- *Vulnérabilité* : Le FEWS définit la vulnérabilité comme la mesure de la susceptibilité de groupes de personnes ou des régions à être touché par l'insécurité alimentaire. Il représente les conséquences prévisibles d'un événement dommageable. La vulnérabilité est en fonction de plusieurs facteurs : l'âge, le sexe, la situation socio-économique, l'endroit, etc
- *Les éléments à risque* : Ces sont les éléments qui peuvent être affectés par l'événement dommageable.
- *Risque* : Probabilité d'occurrence d'un événement qui entraîne des répercussions dommageables dans un endroit spécifique .



Figure 3. Schéma simplifiée du risque d'inondation. Source : *Élaboration personnelle inspiré de « Les risques naturelles » Ozer, P (2018)*

En outre, la relation entre l'aléa et la vulnérabilité entraîne un degré de risque différent en fonction de leur grade d'intensité. « Cette équation montre qu'un même

<sup>1</sup> Récupéré de [https://document.environnement.brussels/opac\\_css/elecfile/NOT\\_CartesRisqueInondation\\_2019\\_FR.pdf](https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/NOT_CartesRisqueInondation_2019_FR.pdf). Consulté le 06/08/2022

<sup>2</sup> Sujet vu dans le cours « Systèmes d'alerte précoce », B. Tychon. ULiège, 2021.

risque peut correspondre à un aléa fort et une vulnérabilité faible, un aléa moyen et une vulnérabilité moyenne, ou un aléa faible et une vulnérabilité forte » (Ozer,P., 2018)

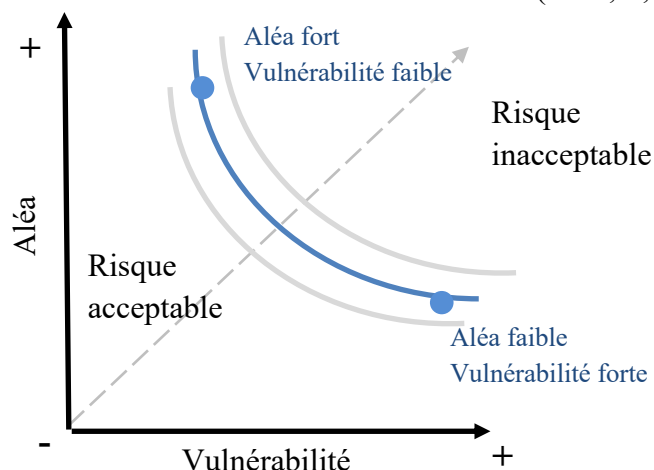


Figure 4: Représentation du risque acceptable et inacceptable en fonction de l'aléa et de la vulnérabilité. Source : Élaboration personnelle à partir du contenu de « Les risques naturels » (Ozer,P.,2018)

De cette manière, il est possible d'envisager l'importance de la notion de gestion des risques. Des outils sont mis en place par les décideurs (actions gouvernementales) ainsi que par la communauté (actions individuelles). Ceux-ci peuvent réduire la vulnérabilité en vue de maintenir un risque acceptable. La résilience est un concept très applicable dans ce cadre d'étude. La résilience est la capacité à surmonter une crise provoquée par un aléa. Ainsi, plus un système est apte à se rétablir après une catastrophe, moins il est vulnérable (Ozer,P.,2018). Après, elle représente un outil précieux pour la gestion des risques et la réduction de la vulnérabilité des enjeux.

## II.1.2 Types d'inondations et leurs causes

Dans son rapport spécial 1.5, le GIEC définit une inondation comme le “gonflement d'un cours d'eau ou d'une autre masse d'eau au-delà des limites normales ou accumulation d'eau dans des zones qui, en temps normal, ne sont pas submergées” (GIEC, 2018). Les inondations peuvent avoir différentes formes selon la nature de la dynamique. Elle peut se diviser en trois grands types (USGS, 2022)<sup>3</sup>:

-Inondation Pluvial (*Flash floods and surface water*) : Les inondations pluviales se produisent à cause du ruissellement dû aux précipitations excessives. Cette inondation est indépendante d'un plan d'eau débordant, dès lors, ils peuvent se produire dans des endroits avec ou sans cours d'eaux à proximité.

<sup>3</sup> Information récupéré du site officiel de USGS et complétée avec Zurich. Disponible via <https://www.usgs.gov/faqs/what-are-two-types-floods#:~:text=There%20are%20two%20basic%20types,cause%20greater%20loss%20of%20property>. Et <https://www.zurich.com/en/knowledge/topics/flood-and-water-damage/three-common-types-of-flood>. Consultée le 14/08/2022

Les trois types les plus fréquents sont les crues soudaines, les inondations pour eaux de surface et les inondations côtières.

Les crues soudaines sont produites par des torrents d'eau intense et à grande vitesse dues aux pluies torrentielles. Elles sont produites également par une libération d'eau excessive provoqué la rupture d'une digue ou un barrage. Elles sont très destructrices à cause de leur vitesse et de la force des eaux, mais aussi à cause des objets qui sont emportés par le courant. Les inondations pour eaux de surface se sont produites lors de collapse du système de drainage et entraine l'écoulement des eaux dans les rues. Cela ne constitue pas une menace immédiate car son évolution est graduelle et cela permet aux gens de se déplacer vers un endroit sécurisé. Par contre, les dommages économiques peuvent être très importants.

-Inondations Fluviales (*River floods*) : Les inondations fluviales d'un lac, du débordement d'une rivière ou d'un ruisseau sont provoqués par la montée des eaux. La montée des eaux est produite par des pluies intenses, mais aussi par la fonte des neiges. Les conséquences potentielles d'une inondation fluviale sont généralisées et peuvent entrainer la rupture d'infrastructures hydrauliques comme des digues ou barrages. La gravité d'une inondation est déterminée par le profil du terrain, la durée et le volume des précipitations dans le bassin versant la rivière. Les effets sont différents selon la zone affectée. Dans les zones plates, l'écoulement peut être difficile et causer la stagnation des eaux pendant plusieurs jours. Par contre, dans les zones de topographie en pente, les eaux peuvent s'écouler plus rapidement et occasionner d'autres types de dégâts (par exemple, pour les objets emportés lors d'écoulements).

-Inondation côtière (*Coastal flood*) : Les inondations côtières se produisent par l'intrusion d'eau de mer dans le territoire le long de la côte. Les causes courantes sont les tempêtes de vents intenses (suivis par des ouragans ou des typhons) et les tsunamis. Les facteurs qui interviennent selon la gravité d'une inondation côtière sont nombreux : la force, la taille, la vitesse et la direction de la tempête, mais aussi la topographie de la zone affectée.

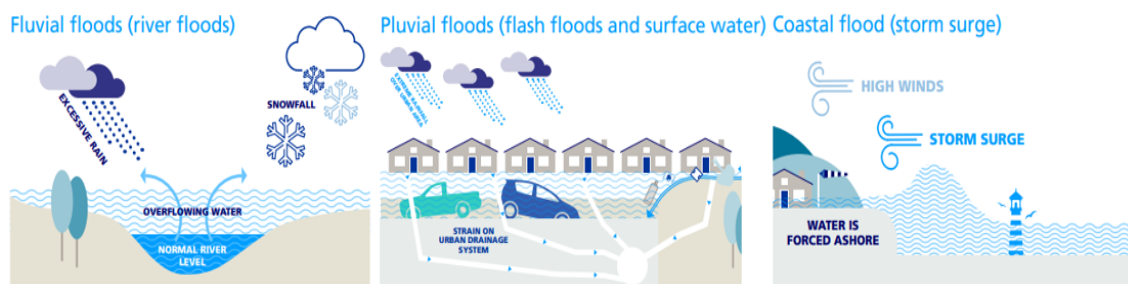


Figure 5: Différents types d'inondations selon ces causes. Source: Zurich Insurance <https://www.zurich.com/en/knowledge/topics/flood-and-water-damage/three-common-types-of-flood> . Consultée le 14/08/2022

### II.1.3 Les conséquences des inondations<sup>4</sup>

Les dommages générés pendant les inondations peuvent être classifiés en deux grandes catégories : Directes et indirectes. Cette classification dépend en général si les enjeux affectés ont été en contact direct avec de l'eau. Cette catégorie peut à la fois être subdivisée en type de dommage tangible ou intangible. Les dommages tangibles sont ceux qui peuvent être facilement traduites en termes économiques, comme les dégâts aux bâtiments et des biens matériels. Par contre, les dommages intangibles sont impossibles de représenter en termes monétaires parce qu'ils s'agissent par exemple des affections à la santé mentale, les pertes des vies humaines, etc.

<b>Conséquences</b>	<b>Directes</b> (en contact avec de l'eau)	<b>Indirectes</b> (pas de contact avec de l'eau)
<b>Tangible</b> (facile à traduire en termes monétaires)	Dégâts aux bâtiments et biens matériels	Pertes économiques, perturbation du réseau du transports, etc
<b>Intangible</b>	Stress, dégâts au patrimoine, pertes des vies humaines, etc	Méfiance, découragement vers le gouvernement, etc

*Tableau 1: Les conséquences des inondations. Source : Élaboration personnelle fait dans le cadre du cours « Les risques naturels », B, Dewals, ULiège, 2021*

## II.2 Le Phénomène “El Niño”

Le Phénomène “El Niño” est dû au réchauffement des eaux de surface affectant principalement la région de l'Asie du Sud-Est, Australie et Amérique du Sud. Il se caractérise par l'incorporation d'une masse d'eau superficielle chaude dans la mer, spécifiquement dans la zone nord. Cette incorporation anormale des masses d'eau chaude génère des changements climatiques anormaux, tels que l'augmentation de la température de la mer, présence de forte précipitations et également des sécheresses (Barturén, 2017).

La terminologie « El Niño » a été utilisée en premier par les pêcheurs de Paita pour décrire le changement de la température de la mer de l'Océan Pacifique. Ce changement est accompagné de la saison des pluies d'été (Carrillo, 1892). Ces anomalies climatiques sont liées à la fois au réchauffement de la mer sur la côte péruvienne et aux changements à l'échelle mondiale de l'atmosphère tropicale (Bjerknes, 1969). La phase chaude d'ENOS (El Niño Oscillation Sud) est connue comme El Niño tandis que la phase froide est connue comme La Niña. Les dernières recherches faites par le SENAMHI (2014) ont démontré que le réchauffement augmente avec le temps, cela est dû aux modifications des couches superficielles de l'Océan.

<sup>4</sup> Sujet vu dans le cours « Les risques naturelles », B. Dewals, ULiège, 2021.

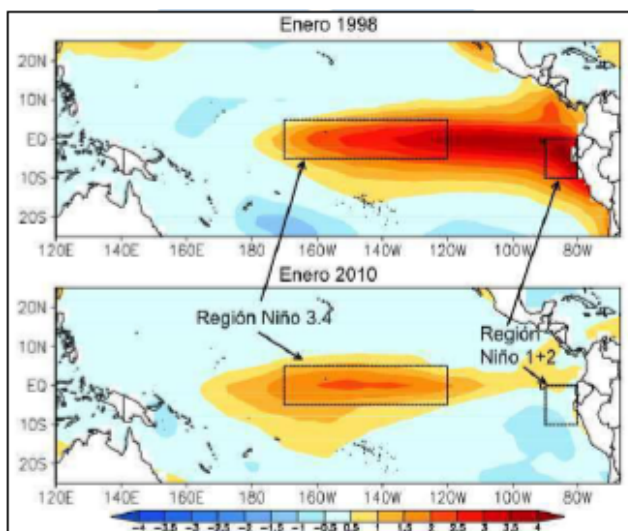


Figure 6: Les anomalies de la température superficielle de la mer (°C) 1998-2010. Source : SENAMHI (2014)

Au Pérou, le FEN s’est produit 44 fois dès 1578, dont 7 d’entre eux ont été d’une intensité extraordinaire, selon la classification de l’ingénieur Arturo Rocha Felices dans la publication « Fenómeno del Niño en el Perú en 1578 y el Pago de Impuestos ». (INDECI, 2017). Les départements les plus affectés ont été Lambayeque, La Libertad y Piura. Ces 44 événements produits au Pérou et ces intensités peuvent être résumés dans la figure suivante.

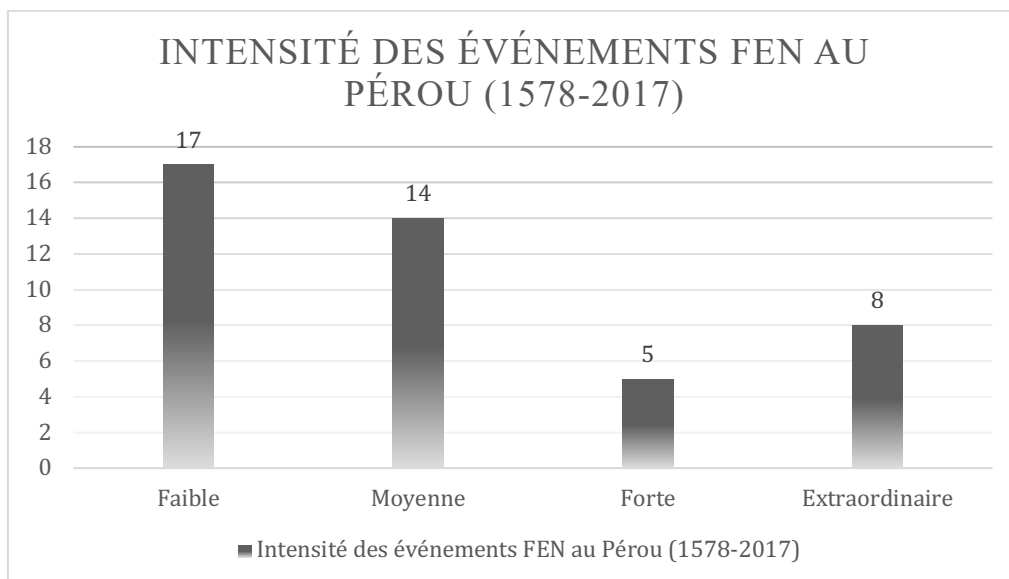


Figure 7: Intensité des événements FEN au Pérou (1578-2017). Élaboration personnelle à partir d’information d’INDECI (2017)

La classification des intensités est donnée par la valeur mensuel du ICEN (Indice Costero El Niño) . Cette valeur est calculée comme la moyenne de trois mois d’anomalie dans la température superficielle de la mer dans la région Niño (ENFEN,2012)

Catégorie	$\Delta T.$ Max	$\Delta T.$ Min
-----------	-----------------	-----------------



Faible	>0,4	≤ 1,0
Modérée	>1,0	≤ 1,7
Forte	>1,7	≤ 3,0
Extraordinaire	>3,0	

Tableau 2: Fourchettes de variation de l'indice ICEN (ENFEN, 2012).

Le tableau 3 montre que ces événements se produisent à différentes intensités, la majorité des FEN depuis 1578 sont considérés comme « Faibles ». Pourtant, une analyse plus précise de l'intensité de chaque événement FEN au cours des années met en évidence un patron de fréquences intéressants. Le cadre suivant (Extrait du INDECI, 2017) montre que chaque événement FEN d'intensité « extraordinaire » s'est produit après une répétition des événements d'intensité « faible ou modérée » au cours des cinq années précédentes. Plus précisément, dans le cadre d'étude de l'événement produit en 2017, les années précédentes, les intensités ont été considérées comme « faible ». Également, pour l'analyse de l'événement produit en 1997-1998, les années précédentes, les intensités ont été considérées comme « faible » à « modérée » (en augmentation chaque année). Par contre, le cadre ne montre pas un événement fort qui a été suivi l'année suivante par un événement « extraordinaire ». Cette classification fournit des informations précieuses pour comprendre le comportement du FEN au cours des années et de cette manière, augmenter la préparation aux futurs événements.

Faible	Modérée	Forte	Extraordinaire
<b>Totale des événements</b>			
<b>17</b>	<b>14</b>	<b>5</b>	<b>8</b>
1952	1932	1933	1578
1953	1939	1941	1720
1958	1943	1957	1878
1969	1951	1965	1891
1976	1994-1995	1972	1925
1977	1969		1982
1993	1986-1987		1997-1998
1994	1991-1992		2017 :Niño Costero
2002	1994-1995		
2003	2002-2003		
2004	2006-2007		
2008	2009-2010		
2009	2011		
2013	2012		
2014			
2015			
2016			

Tableau 3: Intensité des FEN au cours des années (1578-2017). Source : INDECI, 2017.

## II.2.1 Étude de l'impact des événements extraordinaires du 1982 à 2017 et les mesures de prévention prises à niveau structural.

Comme cité ultérieurement, le Phénomène « El Niño » s'est produit à différentes intensités au cours des années. Ceux qui ont été considérés comme « extraordinaire » par INDECI et ENFEN ont été les plus dommageables par les villes affectées. Pour mieux comprendre l'impact de chacun, les derniers événements sont analysés au niveau des dommages enregistrés et les mesures prises avant l'apparition du phénomène. Dans le cadre de ce mémoire, l'évènement de 2017 appelé « El Niño Costero » est étudié plus en profondeur, pour être le plus récent.

### a) L'évènement du FEN 1983

L'évènement de 1983 a commencé en décembre 1982 jusqu'en juin 1983. Il a provoqué l'effondrement du déversoir fixe du barrage « Los Ejidos », générant le débordement partiel du lit de la rivière. L'inondation a touché les berges de la rivière où se trouvaient des terres agricoles et des agglomérations urbaines. En outre, le débordement a provoqué la destruction de 15,2 km de digues au bord de la rivière. La cause principale du débordement a été la défaillance des digues d'acheminement due à l'affaiblissement du pied du talus, qui a entraîné l'élargissement du lit de la rivière. (Alvarado & Ettmer, 2007). En tant qu'actions futures, le débit a été étudié par les experts de l'UNP et de l'UDEP (UDEP-UNP,2001). En 1986, les digues ont été reconstruites en tenant compte du nouveau débit et de la protection supplémentaire au niveau structurel (Alvarado & Ettmer, 2007).

### b) L'évènement du FEN 1997

L'évènement de 1997 a commencé en décembre 1997 jusqu'en avril 1998. L'analyse proposée par les experts en 1986 a été dépassée pour les débits des zones urbaines et basses de la rivière Piura contre toute attente. Le lit de la rivière a généré de l'érosion dans la zone urbaine et des sédimentations dans la partie basse. De manière particulière, l'érosion a affecté les piliers du pont Cáceres et Sanchez Cerro en affaiblissant la structure. Le pont Bolognesi a été le plus touché, car ses piliers se sont effondrés complètement. Au niveau urbain, certaines zones comme les bassins Ignacio Merino, El Chilcan et le Japon ont été entièrement inondés. Face à cette nouvelle intensité, INADE et PECHP élaborent en 2001 une étude de reconstruction et de réhabilitation des défenses de la rivière. L'objectif de cette étude est d'améliorer la capacité hydraulique de la rivière grâce à un système de digues, afin de protéger les zones urbaines. (Azurín, 2010).

### c) L'évènement FEN 2017 : El Niño Costero

Le FEN 2017 a été appelé par ENFEN comme «Niño Costero» et il a affecté des différentes régions de la côte péruvienne. Lorsque cet évènement, il y a eu une présence

Analyse du risque d'inondations dans le milieu urbain : Le cas du phénomène « El Niño » à Piura (Pérou)

des valeurs de température superficielle de la mer supérieure à la moyenne d'une manière constante pendant plusieurs mois : la présence des fortes pluies avait commencé en décembre 2016 et s'est prolongé jusqu'au 31 mai 2017 (INDECI, 2017). Cette variabilité climatique est souvent accompagné des altérations de majeure magnitude dans la pression atmosphérique, les vents et les ondes océaniques dans le pacifique équatorial. Le "Niño Costero" a causé des dommages dans plusieurs régions de la côte péruvienne, raison pour laquelle le gouvernement avait déclaré le statut d'urgence de 13 des 24 départements.

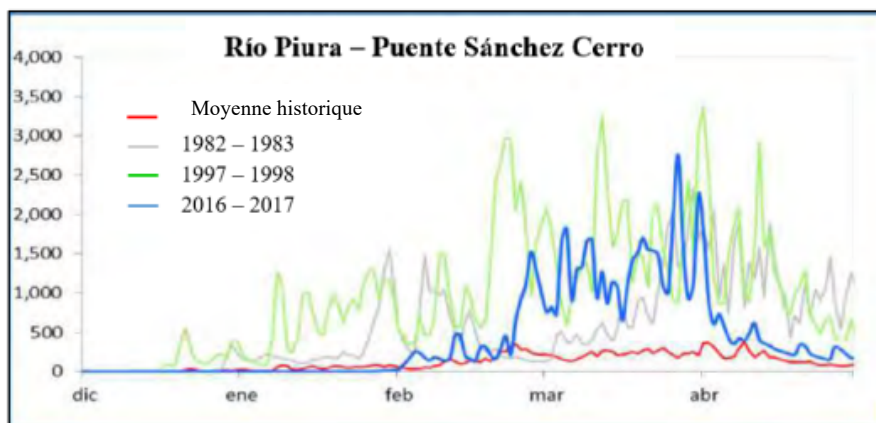


Figure 8: Débits comparatifs pendant El Niño Côtier 2017 avec d'autres FEN.  
Source : (ENFEN, 2017)

La Figure 8 montre la comparaison des débits au cours de El Niño Costero 2017 et ceux de 1983-1984 et 1997-1998 enregistrés à la station « Puente Sánchez Cerro ». Dans ce qui est mis en évidence que les débits maximaux qui ont supporté la rivière Piura ont eu au cours de la FEN de 1982-1983. Cet événement FEN a provoqué l'une des plus grandes catastrophes naturelles au Pérou (INEI, 2017). Les chiffres incluent plus de 100 000 victimes, 75 morts, 10 000 maisons effondrées et un demi-million de personnes touchées, selon le rapport d'INEI en 2017.



Figure 9: Débordement de 13 rivières lors des événements de 2017. Source: MAAP/ESRI, INEI, MINAM

#### - Dégâts enregistrés

Selon les médias de la région, c'était le 17 février le jour de début de la pluie. Le journal « El Tiempo » avait enregistré des pluies intenses accompagnées des vents forts, des tonnerres et des éclairs. La saison des pluies a continué tout le mois de février, cela a provoqué plusieurs inondations dans la ville de Piura et par conséquent, des dommages structurels, des effondrements du système de drainage et des préjudices dans les zones de culture de la région.

Le Centre d'Opérations des émergences régionaux COER-Piura a annoncé que les zones les plus endommagées pour les précipitations ont été Castilla, La Unión, La Arena, Talara, Morropón et Chulucanas (Neyra et Olivares, 2019).

Ces pluies intenses ont continué pendant le mois de mars. Les pluies de la saison de cette année en particulière ont eu une durée d'environ 10 heures, ce qui a causé des différents dommages à l'infrastructure urbaine de la ville. En raison des différents risques liés aux fortes pluies de la saison, les activités des écoles publiques et privées ont été paralysées et des mesures de protection ont été prises en raison de l'augmentation du niveau du débit de la rivière Piura.

Les mesures de protection ont été focalisées sur la fermeture de certains ponts, ce qui a isolé plusieurs communautés voisines. Les inondations provoquées par le FEN en 2017 ont provoqué d'énormes retenues d'eau de type lagon dans les districts de Castilla, el Bajo Piura y Catacaos. Pour se protéger du danger, les villageois ont dû quitter la zone inondée ou se réfugier sur les toits de leur logement en attendant d'être secourus

(SENAMHI ,2017). En plus des dommages directs due à la catastrophe : inondations, huaycos, éboulements, glissements de terrain, tempêtes ... il faut ajouter la crise sanitaire due à la propagation de la dengue, une maladie transmise par le moustique *Ae. Aegypti*, ce qui s'était accrue pendant la saison des pluies. INDECI (2017) qualifie le FEN de cette année comme extraordinaire aux vues des sérieux dommages dans plusieurs départements de la côte péruvienne.

Ville	Dommages à la vie et la santé				
	Sans abri	Affectés	Morts	Blessés	Disparus
Ancash	34,313	116,848	27	126	1
Arequipa	2,110	48,914	17	40	5
Ayacucho	1,264	6,890	9	6	-
Cajamarca	1,655	11,468	8	6	2
Huancavelica	6,227	30,770	6	4	-
Ica	4,611	106,703	-	60	-
Junín	1,153	897	3	25	-
La Libertad	79,623	386,521	24	70	4
Lambayeque	44,619	138,336	9	5	2
Lima	18,775	40,176	16	76	1
Loreto	67	117,506	1	1	-
Piura	89,798	375,265	18	40	3
Tumbes	1,327	73,757	-	-	-
TOTAL	285,453	1,454,051	138	459	18

Tableau 4: Dommages à la vie et la santé due au Niño Costero 2017, traité au 95.5% . Source : INDECI (2017)

Selon les données montrés sur le cadre précédant, la ville la plus affectée au niveau des personnes sans abri a été Piura. La majorité de la population évacuée des zones à risque a été emmené aux camps de personnes déplacées entre Piura et Chiclayo.

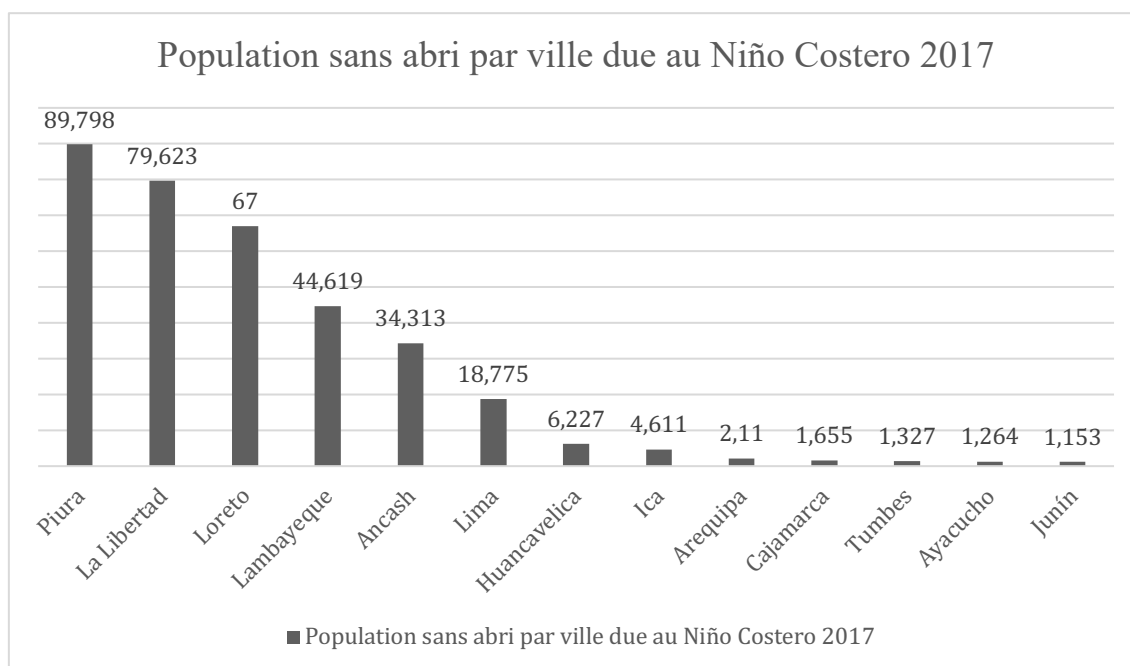


Figure 10: Population sans abri due au Niño Costero 2017, par ville. Source : SINPAD/COEN/INDECI. Élaboration personnelle

A cause de l'augmentation des personnes sans abri, le gouvernement et l'aide internationale ont dû installer des auberges temporaires pour héberger les sinistrés. C'est dans la région de Piura qu'il y a eu la plus grande quantité de personnes sans abri et par conséquence la majeure migration temporaire pendant la catastrophe.

Département	Distribution				Familles	Personnes
	Auberges	Tentes	Lits	Matelas		
<b>Total</b>	<b>85</b>	<b>3,675</b>	<b>13,278</b>	<b>13,295</b>	<b>4,607</b>	<b>16,926</b>
Piura	32	2,397	10,850	10,850	3,152	11,398
Lambayeque	7	158	475	475	160	652
La Libertad	14	330	779	779	307	1,074
Lima Provinces	7	81	261	278	96	267
Lima-Callao	25	709	913	913	892	3,535

Tableau 5: Résumé des familles installées dans les auberges due au FEN 2017. Source : INDECI, 2017.

#### - Causes du débordement de la rivière

Maza (2019) soutient que pendant la saison de pluie du mois de mars 2017, c'est le 26 mars (avec une durée de 15 heures et qui a continué jusqu'au 27 mars) que le débordement a été provoqué. Le débit de la rivière a été de 3 016 m<sup>3</sup>/s. Des inondations sont donc survenues en Piura et Castilla. Aussi, le débit maximal enregistré dans la station los Ejidos a été de 3 468 m<sup>3</sup>/s. Pourtant, selon l'historique des débits de la rivière Piura lorsqu'il y a FEN, le débit maximale enregistrée dans les FEN 1983-1984 et 1997-1998 ont été 3 200 m<sup>3</sup>/s et 4 424 m<sup>3</sup>/s respectivement. Toutefois, la raison principale du

débordement a été la faille dans les digues d'acheminement. Des différents points de rupture ont été enregistrés dans le district de Catacaos et Cura Mori.

Les zones inondées de la ville ont été surtout celles proches de la rivière avec l'absence de murs de soutènement sur la rive gauche de la rivière Piura, en amont du pont Cáceres.



*Figure 11: Absence de murs de soutènement sur la rive gauche de la rivière Piura, en amont du pont Cáceres. Source : Google Maps (2015)*

Le FEN Niño Costero est caractérisé par des pluies d'intensité élevée pendant des courtes périodes de temps. C'est pour cette raison-là, que lors des événements de 2017, la rivière ne s'est pas comportée d'une manière habituelle en régulant son débit par érosion. Les niveaux de sédimentation en Bajo Piura ont généré des obstructions qui ont augmenté le niveau de l'eau, par rapport aux FEN précédentes.

Ce comportement anormal a été largement étudié. Maza (2019) indique que le débordement de la rivière lors des événements du Niño Costero 2017 sont dus aux causes suivantes :

- Le changement de la pente de la rivière Piura dû à la sédimentation et le coefficient de rugosité qui a été modifié depuis l'année 1998. En 1998, la cote de fond était de 16,52 MAMSL (mètres au-dessus du niveau de la mer) et la hauteur superficielle de l'eau de 28,20 MAMSL tandis qu'en 2017 la cote de fond était de 20,82 MAMSL et la hauteur de l'eau de 31,60 MAMSL.
- La sédimentation, la rivière a perdu de sa capacité hydraulique. En plus, la végétation a été densifiée dans le débit principal et les plaines inondables.
- La diminution de la vitesse et du transport de la matière solide.
- Les mauvais travaux de prévention.

- La protection près du pont San Miguel avait empêché la rivière d'éroder complètement le lit en amont et en aval.
- Le manque d'entretien du système de protection contre inondations dans les points faibles spécifiques.
- Mesures de prévention structurelles post-inondation

Les mesures de prévention structurelles face à une nouvelle catastrophe ont été de réhabiliter les digues de défense du lit de la rivière.

Les travaux de réhabilitation des digues de la rivière comprennent l'élimination de la végétation dans les talus, la reconstruction de la digue avec un matériau imperméable, la reconstitution du matériau érodé et le réapprovisionnement de la couronne de la digue sans modification de sa hauteur. En plus de cela, différents points spécifiques considérés comme de haute vulnérabilité ont été analysés. Le pont Independencia a été élargi à 362 mètres pour faciliter le cours de l'eau. En outre, les travaux d'enlèvement du matériau sédimenté ont été conçus dans plusieurs sections urbaines de la rivière (Maza,2019).

- Mesures gouvernementales non-structurelles pendant et post-inondation

Durant la période d'urgence dans tous les territoires affectés par le phénomène, les gouvernements nationaux et régionaux ont pris différentes mesures pour résoudre la situation. Le gouvernement national a émis plusieurs arrêtés pour concéder des facilitations pour la prise en charge immédiate des populations affectées. Pendant les événements de 2017, la capacité de SINAGERD pour répondre aux besoins a été surpassée. C'est pour cette raison que le gouvernement national via le Ministère de la Défense a donné du soutien aux gouvernements régionaux pour s'occuper de la situation d'urgence. Il faut préciser que ce changement au dernier moment avait créé des confusions au niveau de la hiérarchie pour la prise des décisions. (INDECI, 2018)

Les zones affectées ont été déclarées comme en « situation d'urgence ». Cette condition permet au gouvernement de réaliser des procédures administratives et gérer le budget d'une manière plus souple et plus rapide pour répondre aux urgences. Parmi les actions du gouvernement, se trouvent l'autorisation de financement supplémentaire pour les gouvernements régionaux, l'établissement des mesures pour renforcer la planification et opération du SINAGERD, la transmission des responsabilités du gouvernement national au gouvernement régional, l'approbation d'une stratégie multisectorielle de supports entre les gouvernements locaux pour administrer les auberges temporaires, etc.

En général, au niveau du gouvernement central, les fonctions principales ont été le financement, la gestion et la logistique sur les territoires affectés. Entre-temps, les autorités locales se sont concentrées sur l'intervention immédiate, l'enregistrement des données à propos des dégâts et l'assistance humanitaire sur place. Les actions de préparation ont été presque nulles, mais les actions de réponse ont été lentes par rapport à l'intensité de la catastrophe. (INDECI, 2018)



### II.3 Le cadre légal et les outils mis en place pour la gestion des risques

INDECI est l'organisation responsable de la coordination, de la facilitation et du suivi de la formulation et de la mise en œuvre de la Politique nationale et du Plan national de gestion des risques de catastrophe dans les processus de préparation, d'intervention et de réhabilitation<sup>5</sup>.

Le début du cadre légal de la gestion des risques remonte à 2005, lors de la conférence mondiale sur la prévention des catastrophes à Kobe, Hyogo, Japon (Isla, A., 2018). En plus de la réglementation de base, des lois et arrêtés ont été ajoutées au cours des années afin d'améliorer la gestion actuelle. En 2011, à travers de la Loi 29664, le SINAGERD a été créé dans le but d'identifier et de pallier aux risques associés aux dangers ou de réduire ces conséquences (CENEPRED,2017). Le CENEPRED est le Centre national d'évaluation, de prévention et de réduction des risques de catastrophe qui fait partie du SINAGERD. Il contribue aux objectifs de la réduction du risque dans le territoire. Le document officiel qui résume la gestion des risques en tant qu'action est le PLANAGERD. Les autorités compétentes actualisent ces plans d'action tous les 7 ans environ.

---

<sup>5</sup> Définition officielle du portail officiel du gouvernement du Pérou. <https://www.gob.pe/institucion/indeci/institucional>. Consultée le 14/08/2022

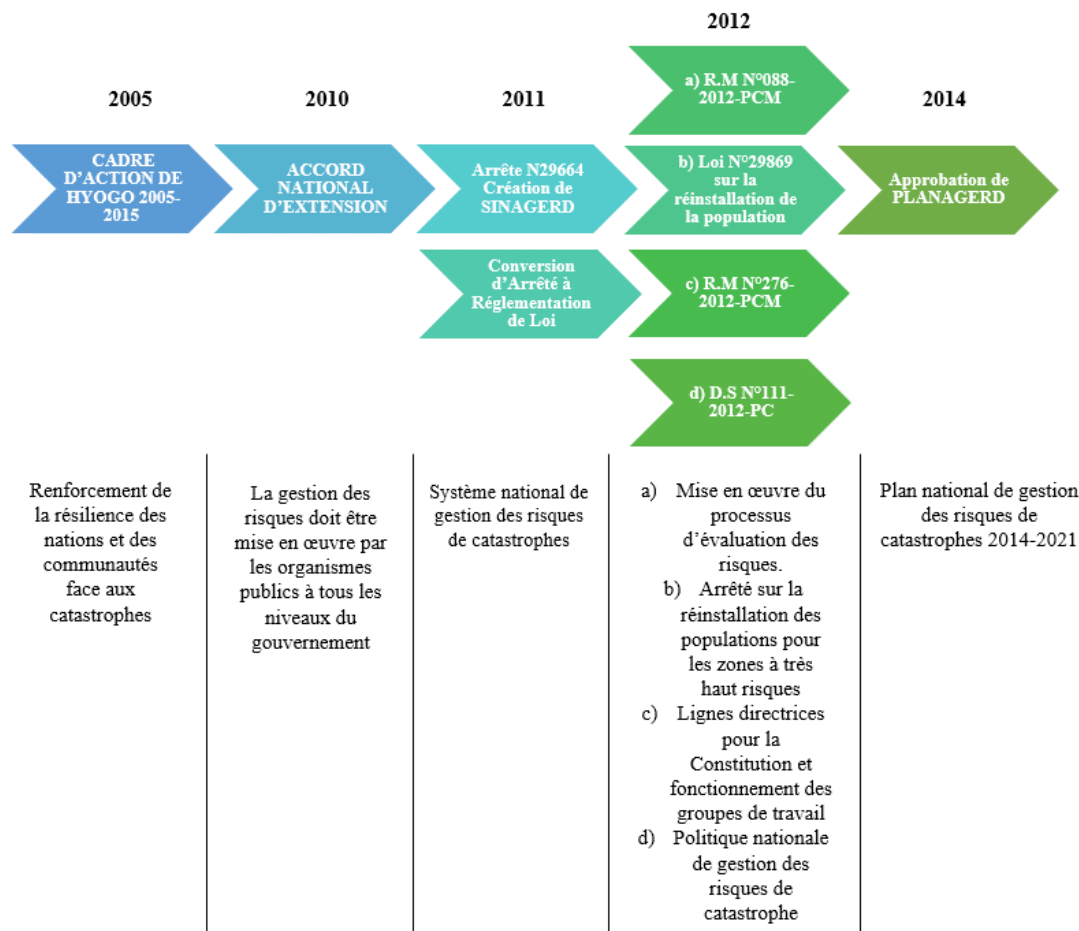


Figure 12: Évolution historique simplifiée du cadre légal de la gestion des risques et catastrophe au Pérou. Source : Élaboration personnelle basé sur: Isla, A. (2018). *La gestión del riesgo de desastres en el Perú*.

Le PLANAGERD précédemment mentionné est le document qui résume toutes les actions stratégiques pour contribuer à la gestion du risque au Pérou. Ce plan sert à contribuer à atteindre l'obtention d'une société en sécurité et résiliente face aux risques liés aux catastrophes. Parmi les objectifs de ce document, se trouvent : l'implémentation d'une politique de gestion des risques, établir la gestion des risques comme une action indispensable pour le développement durable du pays, promouvoir la culture de la préemption, intégrer les mécanismes générés dans le contexte international, entre autres. (SINAGERD, 2014).

Pour renforcer le Plan national de gestion des risques de catastrophe, les organismes publics dans tous les gouvernements formulent, approuvent et mettent en œuvre, entre autres, les plans suivants (Isla, A., 2018):

- Plans de prévention et de réduction des risques de catastrophe.
- Plans de préparation.
- Plans d'opérations d'urgence.
- Plans d'éducation communautaire.
- Plans de réhabilitation.
- Les plans d'urgence.

Dans ces plans, ils sont renforcés les sept processus techniques de la gestion des risques aux différentes échelles de coordination : soit nationale, régionale ou locale.

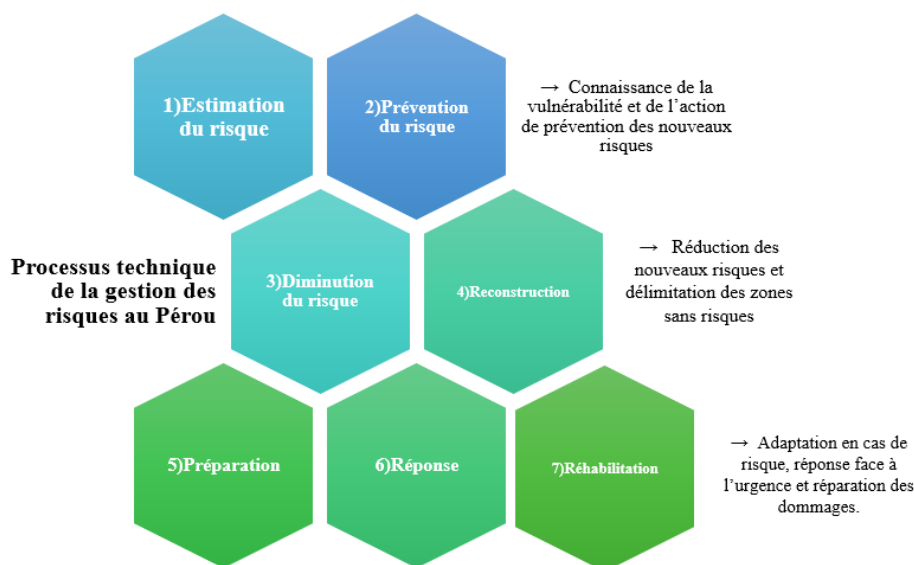


Figure 13: Processus techniques de la gestion des risques au Pérou. Source : *Élaboration personnelle basé sur: Isla, A. (2018). La gestión del riesgo de desastres en el Perú.*

Comme mentionné précédemment, le PLANAGERD s'associe avec d'autres outils à différentes échelles. Au niveau régional, le Plan stratégique institutionnel 2018-2022 (PEI) est un outil de gestion important dans le fonctionnement du gouvernement régional de Piura. Un de ces objectifs stratégiques territoriales inclus dernièrement après la catastrophe du 2017 a été « la réduction de la vulnérabilité face au risque lié aux catastrophes dans un contexte du changement climatique de la population et le territoire ». Dans l'échelle locale, ce document inclut des actions d'assistance technique et capacitation, identification de la problématique sur place et des estimations des risques liés à la catastrophe. (GORE, 2018).

### II.3.1 Niveau d'urgence et capacité d'intervention

Comprendre la capacité de réponse au niveau gouvernemental est essentiel pour comprendre le fonctionnement de la gestion des risques.

Selon le niveau d'urgence, il y a une différenciation des rôles de responsabilité pour l'intervention. Ce schéma est défini par la Loi de SINAGERD. Les niveaux d'urgence 1,2 et 3 correspondent au gouvernement local, provincial ou régional pour l'intervention. De même, les ressources disponibles seront utilisées pour cette intervention. À partir du niveau d'urgence 4, c'est le gouvernement national qui assume la responsabilité, aussi, il doit se déclarer en situation d'urgence pour accélérer le processus de réponse. Le niveau d'urgence 5 se déclare quand la catastrophe a surmonté

la compétence nationale et il se fait appeler « aide internationale ». À ce niveau, c'est INDECI qui assume le rôle de coordination et des opérations de réponse et réhabilitation.<sup>6</sup>

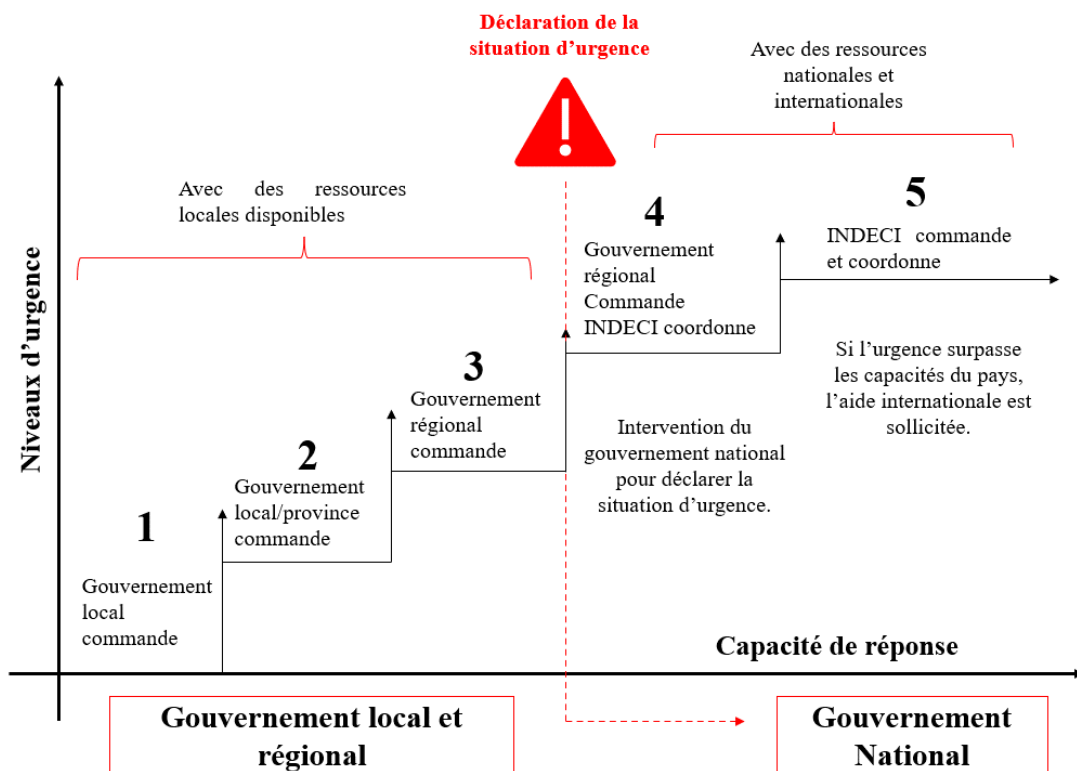


Figure 14: Capacité de réponses et responsabilité du gouvernement selon le niveau d'urgence. Source : Récupéré du portail officiel d'INDECI.

<https://portal.indeci.gob.pe/respuesta/niveles-de-emergencia/>

## II.4 Questions de recherches

Une fois que le cadre conceptuel a été bien défini, l'interrogation à propos du sujet est plus envisageable. Comme dit précédemment dans les objectifs, le but de la recherche est d'approfondir la perception du risque des habitants et sa façon d'agir face à la catastrophe. À cette fin, plusieurs questions de recherche ont été établies. Chaque question aborde une sub-thématique en particulier, que ce soit la conscience du risque, la perception du futur, les obstacles, etc. Cette démarche permet d'aborder les objectifs de manière plus précise.

- Les habitants ont-ils conscience du risque ?
- Quels sont les outils disponibles pour faire face aux risques futurs liés au FEN à l'échelle communautaire ? Sont-ils connus et utilisés par la population ?
- Des mesures d'adaptation à l'échelle individuelle sont-elles appliquées ? Quels sont les freins existants pour les mettre en place ?

<sup>6</sup> Définition officiel du portail officiel du gouvernement du Pérou. <https://www.gob.pe/institucion/indeci/noticias/576084-principales-competencias-del-indeci>. Consultée le 14/08/2022

Analyse du risque d'inondations dans le milieu urbain : Le cas du phénomène « El Niño » à Piura (Pérou)

- Comment améliorer la résilience face au risque d'inondation ?

Pour répondre à ces différentes questions de recherche, le cas d'étude du district de Castilla à Piura sera analysé.



# 3. MÉTHODOLOGIE

Analyse territoriale – Étude qualitative – Entretiens

### III MÉTHODOLOGIE

#### III.1 Cas d'étude : La ville de Piura

##### III.1.1 Diagnostique territorial de la ville de Piura

Le département de Piura est un département côtier au nord du Pérou. Piura est une des régions les plus peuplées du Pérou, avec une densité de population de 57 hab/km<sup>2</sup>. La ville est limitée au nord par la région Tumbes, au sud par la région de Lambayeque, à l'ouest par l'océan pacifique et à l'est par la région Cajamarca. Piura a une superficie approximative de 35 657,5 km<sup>2</sup>

La capitale de la région de Piura est la ville du même nom. La ville de Piura se divise en 8 provinces, elles-mêmes subdivisées en 65 districts. Dans le cadre de l'étude, la ville de Piura dans la province de Piura sera analysée avec un diagnostique territorial, pour après redessiner une zone d'étude plus précise.

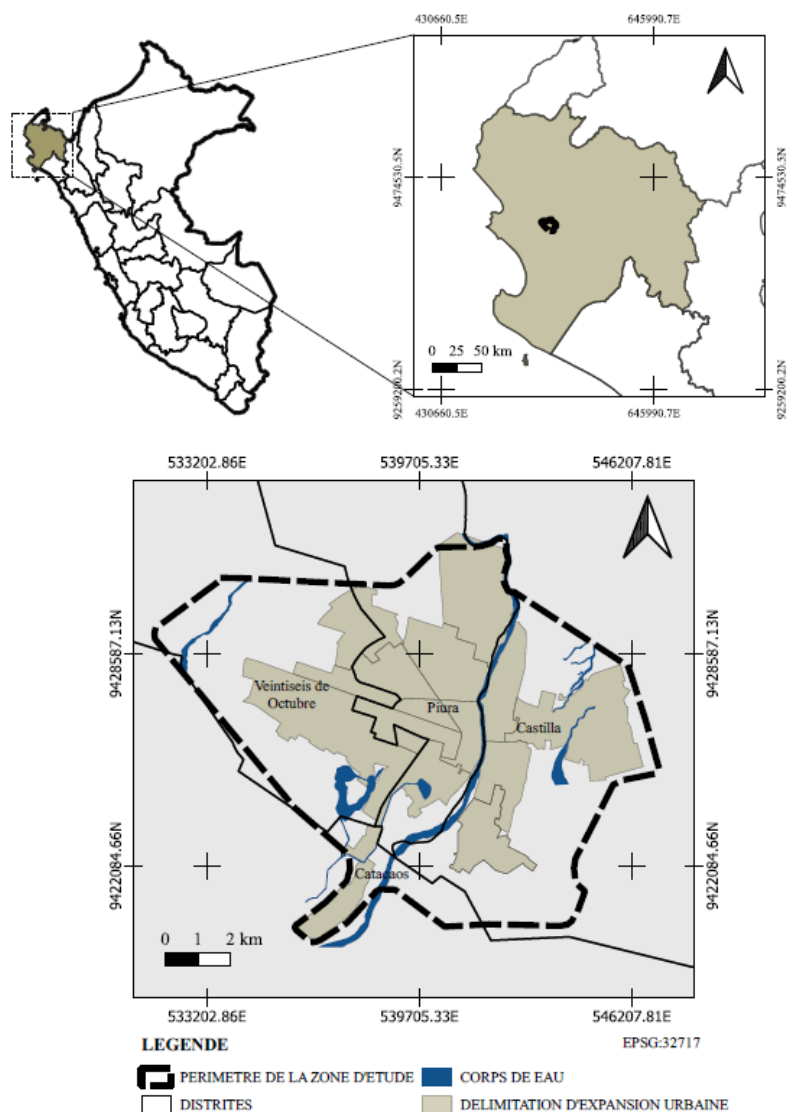


Figure 15 : Carte de localisation de la Ville de Piura. Élaboration personnelle avec le logiciel Qgis.

##### III.1.2 Zonage du bassin de la rivière Piura

Le bassin versant de la rivière Piura est déterminé par deux zones physiographiques : la zone du Medio y Bajo Piura, qui a une pente douce et comprend de petites causes erratiques et des ravins secs. La seconde est la zone de l'Alto Piura, qui possède des vallées inter andines avec une topographie accidentée (INGEMMET,1994). En ce qui concerne les ressources en eau de la région, le bassin hydrographique est divisé comme suit :

- a) Zone Basse : de l'estuaire de la mer à 50 m. Elle a un climat chaud et de faibles précipitations. Le relief est relativement plat et la végétation est typique de la forêt sèche.
- b) Zone Moyenne : Comprend la zone comprise entre 50 et 350 mètres. Le relief dans cette zone est ondulé et les précipitations sont plus élevées que dans la zone basse (entre 100 et 500 mm par an)
- c) Zone Haute : Le territoire correspond entre 350 et 3 650 m. Le relief dans la zone est très abrupt. Les précipitations varient entre 500 et 1200 mm par an.

La Figure 16 montre le département de Piura par rapport au bassin versant de la rivière Piura et le réseau hydrographique qui traverse la région. La ville de Piura est également localisée sur la carte pour mettre en évidence la relation de la rivière et de l'empreinte urbaine.

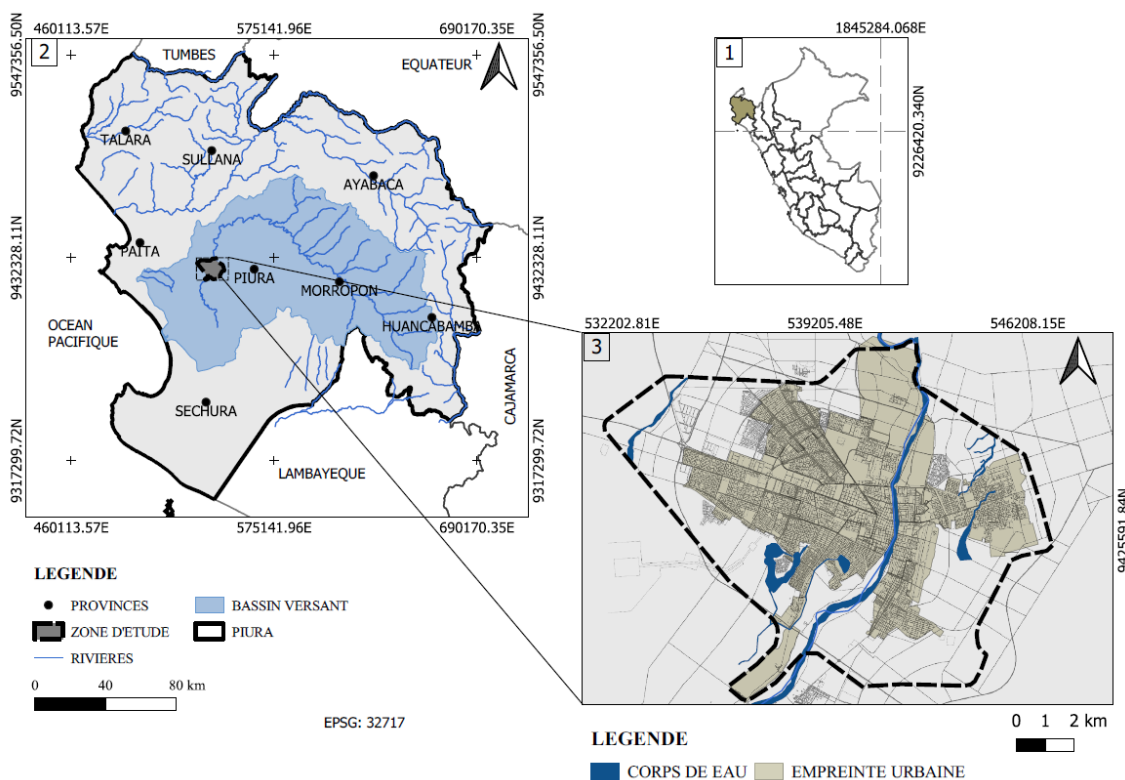


Figure 16 : Carte de la province de Piura en relation à son bassin versant et la zone d'étude. Élaboration personnelle avec le logiciel Qgis.

Le comportement de la rivière et du bassin versant est particulier dans la zone d'étude. Dans la carte 2 de la figure 16, il est possible de distinguer le parcours de la



rivière Piura qui ne se termine pas directement dans la côte de l'Océan Pacifique. Par contre, le parcours de la rivière Piura commence par la zone d'Alto Piura et forme les Lagones Ramón, Napique et La Niña dans la zone la plus basse du bassin versant jusqu'à l'estuaire de Virrila comme partie de son ancien parcours à travers la ville de Sechura, ce qui fait actuellement partie du système de drainage (Maza, 2019). La figure 17 est une photo satellite où le parcours de la rivière a été représenté comme une ligne verte et la zone urbaine de la ville comme un polygone rouge.



Figure 17 : :L'embouchure actuelle de la rivière Piura. Source : Alvarado et Ettmer, 2001

### III.1.3 Relief de la zone d'étude

La ville de Piura étant localisée dans la zone appelée comme Bajo y Medio Piura, les niveaux topographiques de la zone d'étude présentent une altitude majoritairement inférieure aux 50 MAMSL. Le relief de la zone d'étude a été analysé avec des images satellitaires de résolution 30 m x 30 m obtenus de EarthExplorer. Les zones de relief les plus basses sont celles autour de la rivière Piura et au sud du périmètre d'étude. Il est également possible de distinguer les zones à l'intérieur de l'empreinte urbaine qui ont une altitude maximale de 42 MAMSL.

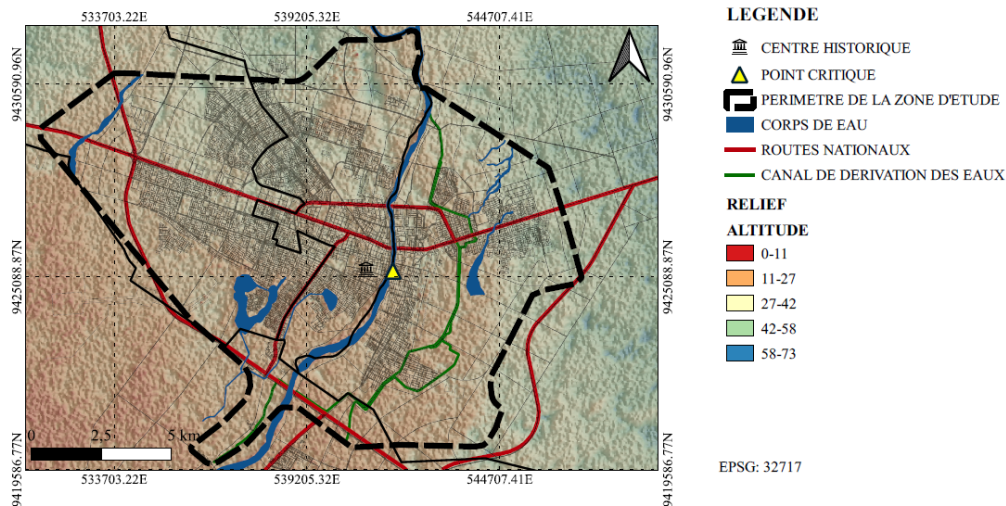


Figure 18 : Carte du relief de la zone d'étude. Élaboration personnelle avec le logiciel Qgis.

### III.1.4 Infrastructure essentielle de la zone d'étude

Dans le but de comprendre l'organisation urbaine de la ville de Piura, la figure 19 montre la carte de l'infrastructure essentielle de la zone d'étude. La zone d'usage commerciale et historique se trouve dans le centre du périmètre, tandis que les zones résidentielles s'étendent en s'éloignant du centre. En ce qui concerne l'infrastructure des services de base à Piura, la carte montre la localisation des principaux hôpitaux, églises, centres commerciaux, universités, etc.

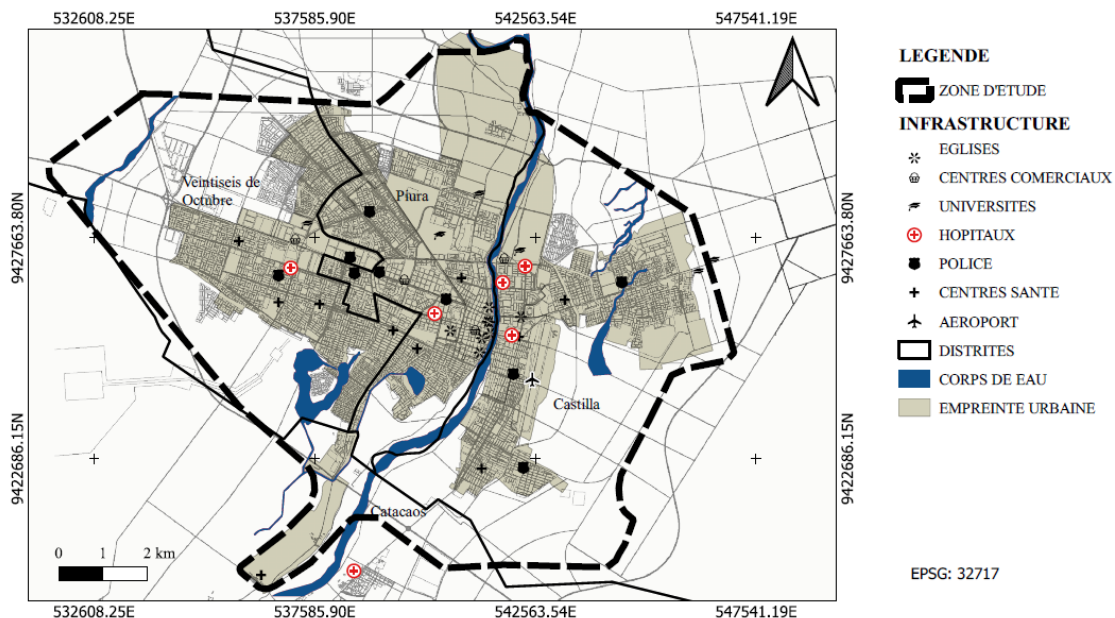


Figure 19 : Carte de l'infrastructure urbaine de la zone d'étude. Élaboration personnelle avec le logiciel Qgis.

### III.1.5 Analyse des dangers dans la zone d'étude

La localisation des principaux services d'infrastructures de base a été analysée en comparaison avec la carte des dangers d'origine climatique faite par INDECI (2009). Selon la légende de la carte des dangers d'origine climatique, la majorité de l'empreinte urbaine de la ville de Piura se trouve dans un danger « moyen » à « très élevé ». Étant donné que certains services essentiels se localisent dans la zone de danger élevée, cela augmente le risque d'accroître l'état de vulnérabilité de la ville face à une catastrophe naturelle, notamment les inondations.

La concentration des services d'infrastructures de base dans le centre de la ville répondent à une croissance de la ville centraliste et une pauvre planification urbaine. Par contre, la zone verte dans la carte qui correspond au niveau « faible » de danger fait partie de l'expansion urbaine de la ville de Piura où se trouvent des nouvelles zones résidentielles. Cependant, les zones classifiées comme en danger « très élevé » correspondent aux lits de la rivière et au système de drainage exposé, aussi bien qu'aux lagunes existantes. Ailleurs, certaines zones isolées à l'intérieur des zones de danger faible et éloigné du lit de la rivière présentent un danger « moyen » à « élevé » en raison des dépressions topographiques.

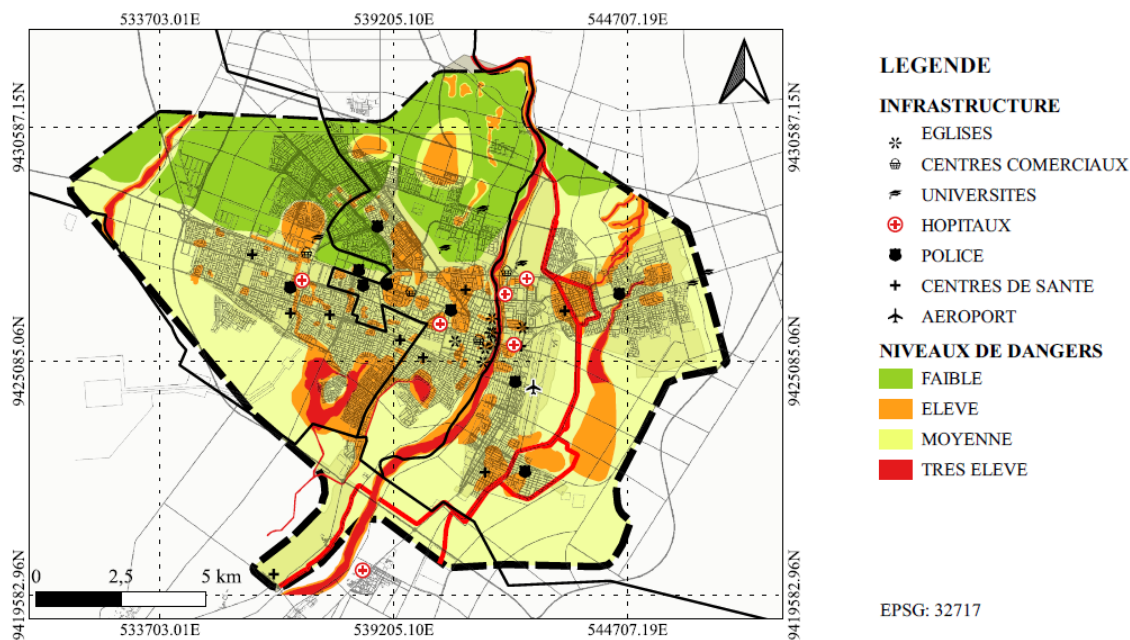


Figure 20 : Carte des dangers d'origine climatique. Élaboration personnelle avec le logiciel Qgis avec des informations d'INDECI (2009)

Couleur	Niveau de danger	Description
	Faible	Les zones les plus hautes de la ville sur un relief plat et éloigné des cours d'eau. Des inondations superficielles se produisent lors de pluies extraordinaires avec un drainage modéré à facile
	Moyenne	Zones de relief plat ondulé où les inondations de surface se produisent dans les pluies ordinaires et extraordinaires, avec un drainage modéré. La profondeur des inondations atteint 60 cm.

	Élevé	Zones de dépressions géographiques où les inondations profondes sont fréquentes pendant les pluies ordinaires et extraordinaires, avec un drainage difficile et très lent. La profondeur des inondations atteint de 0.60 m à 2.00 m ou plus.
	Très élevé	Lit principal de la rivière Piura, canaux de ruisseaux et canaux d'irrigation et des drainages exposés à des inondations fréquentes.

Tableau 6 : Description des dangers par zone selon la carte des dangers d'origine climatique. Source : INDECI (2009)

### III.1.6 Système de drainage de la zone d'étude

La Figure 21 montre la carte du système de canalisation des eaux qui traverse l'empreinte urbaine de la ville de Piura. Lorsqu'un événement de précipitation survient dans la ville de Piura, les flux des écoulements générés par ceux-ci sont évacués par un système de drainage distribué par toute l'extension de la ville. La figure ci-dessous montre le réseau des canaux avec son parcours du début à la fin ainsi que la direction de l'écoulement. Néanmoins, certaines zones présentent des obstructions dues à l'accumulation de végétations et de déchets, ce qui empêche l'écoulement normal des eaux. D'un autre côté, la topographie en dépression de certaines parties générées des « cuencas ciegas » rend le drainage normal impossible par gravité. L'utilisation d'un système de pompage est dès lors indispensable (Hernandez-Jiménez M, 2018).

Les eaux pluviales sont collectées par des drainages secondaires autour de la ville, celles-ci peuvent être ouvertes (comme dans le cas de l'avenue Guardia Civil) ou semi-exposées (comme dans la rue Ramon Castilla). Comme partie du Projet PECHP (Proyecto Especial Chira Piura) il existe aussi un canal principal (Canal Biaggio Arbulu) qui circule derrière l'aéroport, avec une infrastructure hydraulique plus adaptée pour canaliser une grande quantité des eaux pluviales. Cette infrastructure est plus efficace que le reste du système de drainage.

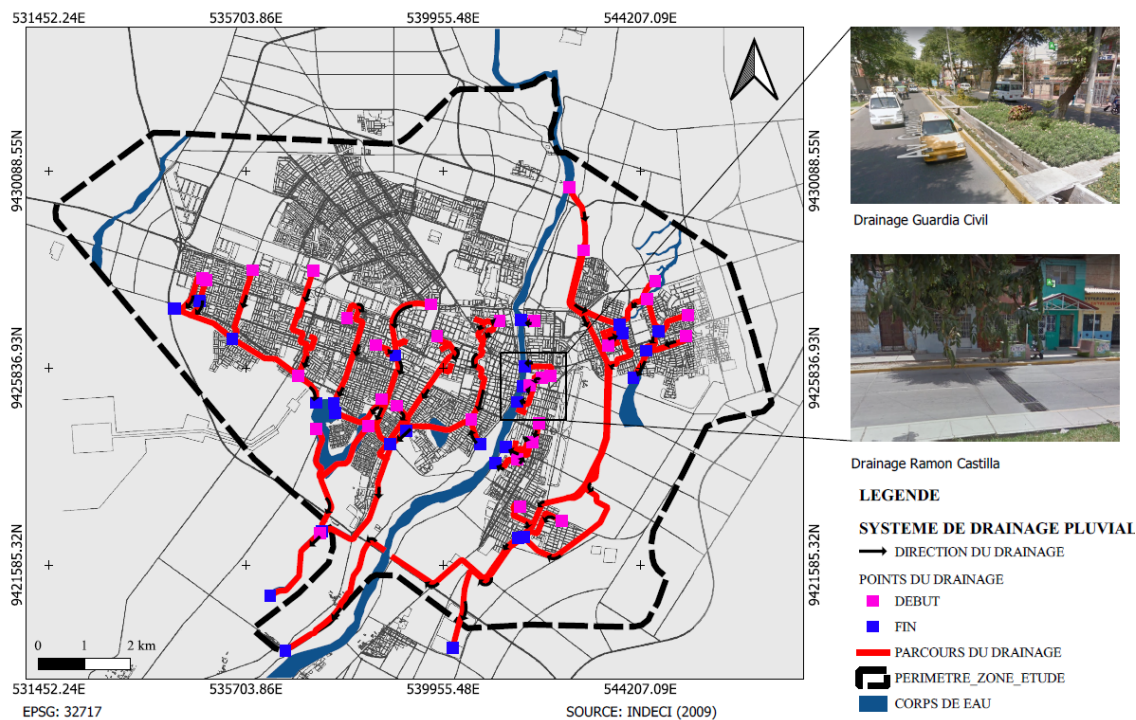


Figure 21 : Carte du système de drainage de la zone d'étude. Élaboration personnelle avec le logiciel Qgis avec information d'INDECI

### III.1.7 Démographie de la zone d'étude

Piura possède des régions agricoles, de pêche, minière et pétrolière. La ville s'est fortement développée, au cours des 10 dernières années, elle est devenue une région en plein essor commercial et de grande importance pour l'économie du pays.

Le département de Piura est le deuxième le plus peuplé du Pérou. Selon INEI, dans le dernier recensement de la population en 2017, Piura avait 1 856 809 habitants. Cela représente une augmentation de 248 222 personnes par rapport au dernier recensement en 2007. La tendance de l'augmentation de la population au niveau urbain a une tasse de 1,9. Par contre, il y a une tasse négative de croisement au niveau rural, ce qui indique -1.6. Cela implique que les nouvelles occupations du sol dans la région se concentrent de plus en plus dans la zone urbaine, probablement à cause du centralisme des services dans la région. À propos de la concentration de la population par districts, les plus peuplés selon INEI sont : Piura, Castilla, Veintiseis de Octubre et Catacaos. Ces districts sont précisément ceux qui se trouvent autour de la rivière Piura.

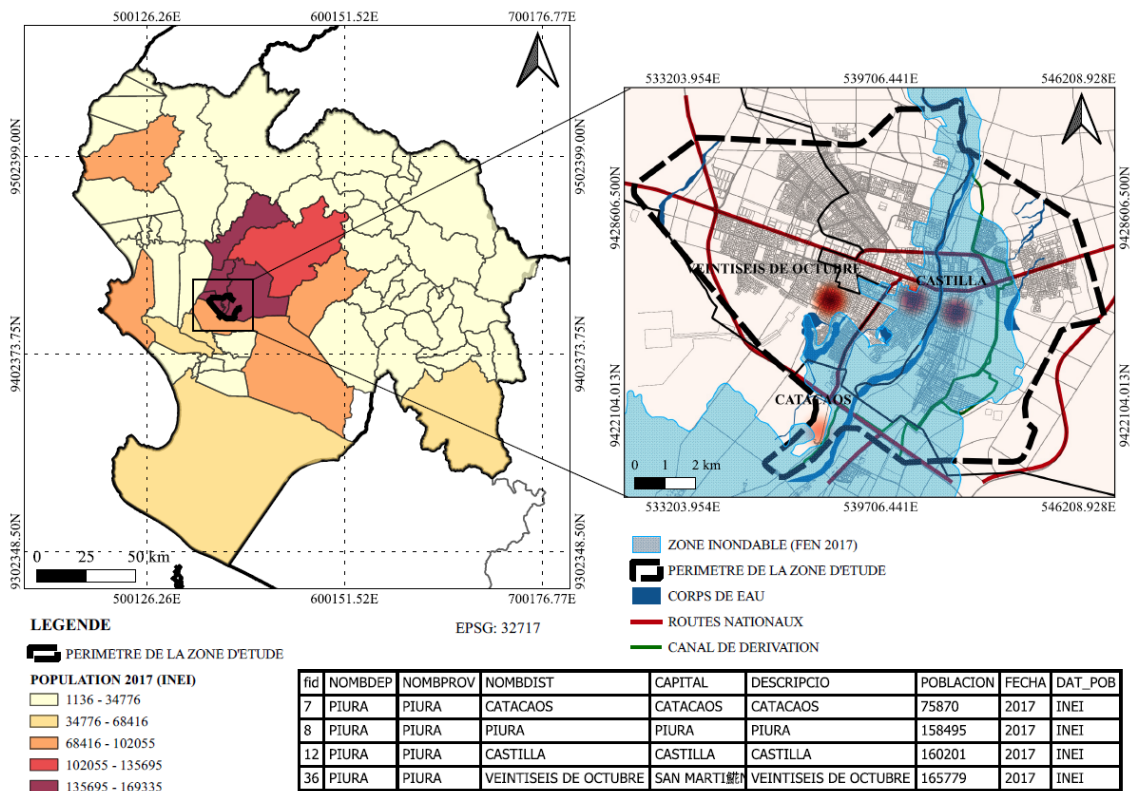


Figure 22 : Carte de la démographie de la zone d'étude. Élaboration personnelle avec le logiciel Qgis avec information d'INEI (2017) et ANA (2017)

### III.1.8 Analyse de l'évolution urbaine de la zone d'étude

Une analyse de l'évolution urbaine de la ville de Piura a été faite afin de connaître la tendance de la croissance urbaine au fil des années. Des données satellitaires obtenues de Google Earth et EarthExplorer (NASA) ont été utilisées pour dessiner le périmètre de l'empreinte urbaine. Les images satellitaires qui ont été analysées représentent la ville dans les années 1990, 2000 et 2021. En plus, une image finale avec une superposition des périmètres au fil des années pour mettre en évidence la tendance de l'emplacement de la population a été effectuée. Cette information est essentielle parce qu'elle permet de déterminer l'augmentation des constructions dans les zones inondables et par conséquent l'augmentation de la population à risque des phénomènes d'inondations.

La Figure 23 montre une croissance urbaine longitudinale autour de la rivière en direction nord-sud, dans la zone de risque « élevée » due à la proximité du lit de la rivière. Toutefois, certains groupes humains se sont éloignés du centre (ce qui est plus remarquable dans le périmètre du 2021) pour des raisons économiques. Ces zones représentent un risque « faible » des inondations en général, mais certaines parties qui ont une dépression géographique provoquent des accumulations des eaux en saison des pluies. Une concentration spécifique de la population dans la direction Est pourrait s'exposer au risque. La cause principale provient du système de canalisation qui traverse la zone (Canal Biaggio Arbulu). Un débordement de celui-ci est possible ce qui provoquerait des inondations entre 60 cm et 200 cm de hauteur.

Le type d'occupation, en général, de l'expansion urbaine au Pérou est principalement informelle. Piura a surtout du lotissement informel. (Espinoza & Fort, 2017). Cela représente un facteur important d'accroissement du risque des inondations dû à l'état de ces occupations informelles plutôt sans service d'infrastructure basique (système d'eau, drainage, électricité, etc).

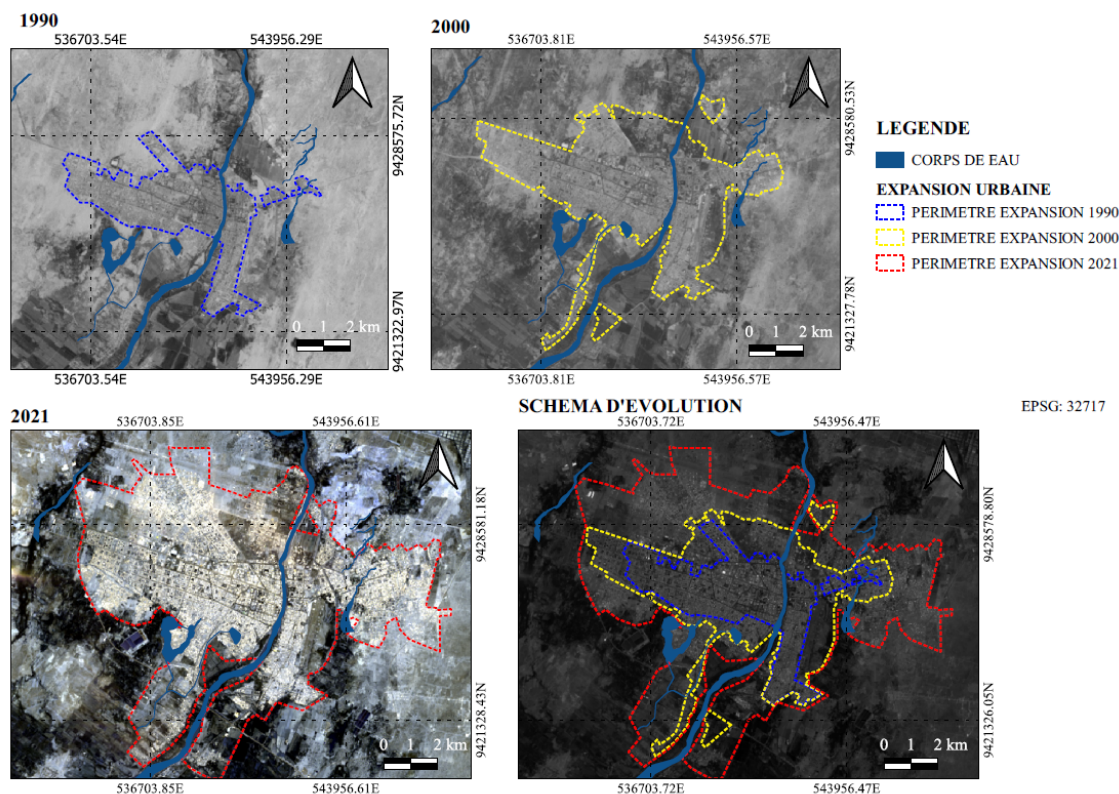


Figure 23 : Schéma d'évolution urbaine de la ville de Piura. Élaboration personnelle avec le logiciel Qgis.

### III.2 Délimitation et justification d'un périmètre d'étude

La délimitation du périmètre d'étude pour la réalisation des entretiens de type qualitatif s'est fait pour limiter l'échantillon auprès des familles à propos de leur expérience lors des événements de « Niño Costero » en 2017. La zone a été choisie après l'analyse de la démographie, du niveau de danger selon la carte d'INDECI, de la proximité du cours de la rivière, de l'existence d'infrastructure essentielle, etc.

Le résultat de cette analyse indique le district de Castilla comme le plus pertinent pour poursuivre l'analyse. Les facteurs décisifs pour la prise de décision, sont la quantité de population ainsi que l'infrastructure essentielle qui se trouve dans la zone : le seul aéroport de la ville de Piura et l'hôpital le plus grand de la région. Le point critique du débordement pendant les événements du 2017 a été pris en compte également pour la délimitation du périmètre.

Un périmètre d'étude d'environ 7,5 km<sup>2</sup> a été délimité afin de poursuivre avec la réalisation des entretiens aux principaux affectés.

La zone proposée a été isolée en répondant à la concentration des facteurs suivants:

- Le district de Castilla concentre une population d'approximativement 160 201 personnes (INEI, 2017). C'est le deuxième district le plus peuplé de la région après Veintiseis de Octubre.
- La localisation de Castilla est à l'Est de la rivière Piura, ce qui le positionne dans une zone de danger (INDECI, 2018) élevé en comparaison aux autres districts plus peuplés.
- Selon l'autorité nationale de l'eau (ANA,2017) , un des points critiques du départ du débordement de la rivière lors des événements du 2017 se trouve à l'intérieur du périmètre (représenté sur la carte par un triangle jaune). Ce point faible était dû à la rupture de l'infrastructure de défense de la rivière de ce côté.
- Le périmètre a été dessiné entre le lit de la rivière Piura et le canal principal du système de drainage pluvial (Canal Biaggio Arbulú), deux des points stratégiques en matière d'inondations.
- L'infrastructure urbaine à l'intérieur de la zone d'étude concentre des bâtiments essentiels de la région comme des hôpitaux, des universités, l'aéroport, etc.

La carte suivante montre la délimitation du périmètre d'étude mentionnée précédemment en relation avec la rivière de Piura et l'infrastructure essentielle contenue.

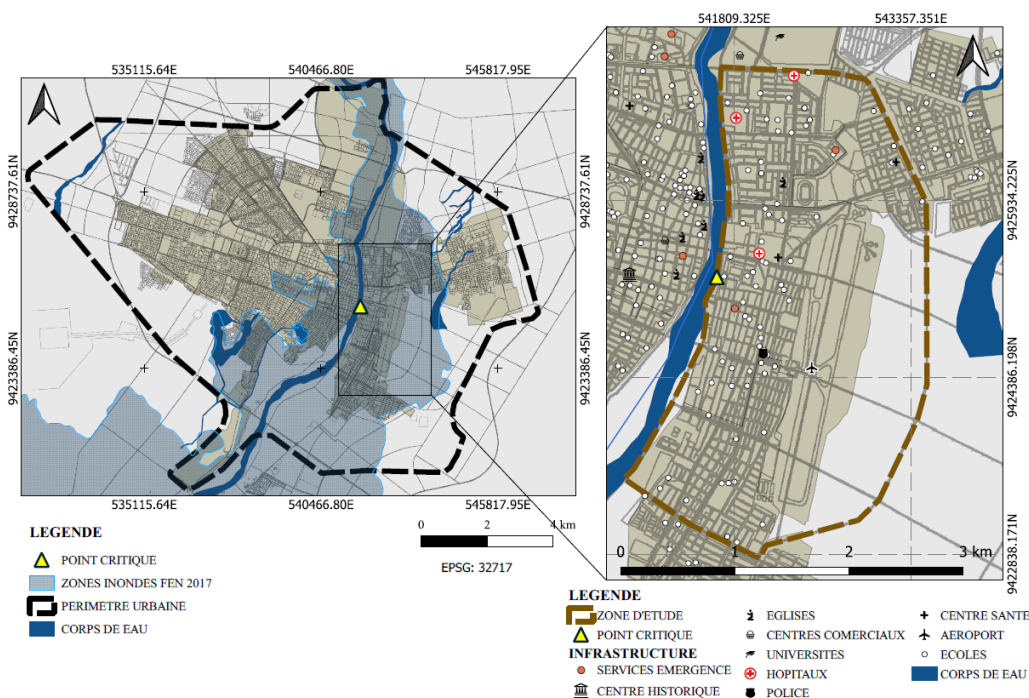


Figure 24 : Périmètre de la zone d'étude. Élaboration personnelle avec le logiciel Qgis.

### III.3 Méthode de recherche



La présente étude se base sur une méthode de recherche qualitative d'étude de cas. Tout d'abord, la collecte des données pour l'étude de la problématique est réalisée via les archives nationales et des articles pertinents concernant les événements précédents de FEN comme SENAMHI (Service national de météorologie et d'hydrologie, Pérou), INEI (Institut national de statistique et d'informatique, Pérou) et MINAM (Ministère de l'Environnement). Il sera possible d'une part, de comprendre les phénomènes d'inondations et d'autre part, d'évaluer les stratégies des gouvernements locaux face à la catastrophe. Pour la partie de l'étude qualitative, des entretiens vers la population d'une zone affectée seront effectués pour analyser différents aspects de la représentation du risque.

Concernant l'événement FEN, il existe de nombreuses données statistiques, en particulier dans ses années d'apparition avec une plus grande ampleur : 1982-1983, 1997-1998 et 2017-2018.

### III.3.1 Technique de collecte de données

Les principales méthodes de collecte seront les suivantes :

MÉDIA	OBJETIF PRINCIPAL
Évaluation des comportements	Comprendre les comportements des habitants de la ville de Piura avant, pendant et après la catastrophe.
Enregistrements vocaux	Etude approfondie des activités et des interactions en contexte
Archives de journaux et des sites internet	Extraction des informations officielles des événements
Entretiens	Extraction des informations contenues dans la mémoire collective.

*Tableau 7 : Méthodes de collecte des données. Élaboration personnelle*

Type de donnée	Date	Source
Occupation de sol	2016	GORE
Topographique	2016	GORE
Zones inondables	2018	GORE, PECHP, ANA
Système de canalisation	2018	GORE, PECHP
Démographique	2019	INEI
Images satellitaires	2016-2017	Google Earth, USGV.

*Tableau 8 : Source des données pour l'étude de la problématique. Élaboration personnelle*

### III.4 L'étude qualitative : l'entretien

Suite aux nouvelles mesures sanitaires toujours changeantes et à la possibilité de réaliser des enquêtes à distance grâce aux outils technologiques, l'entretien a été réalisé

par téléphone. Ce n'était pas souhaité car ceci permet une analyse exclusivement basée sur les dires des interviewées et non sur leurs comportements et leurs réactions dans le cadre de cette étude. Cependant, la méthode téléphonique reste la plus accessible pour tous les interviewés de la zone d'étude.

#### III.4.1 Intérêt de l'enquête

L'enquête a été établie afin de connaître l'expérience des personnes les plus affectées dans la zone d'étude et de comprendre la perspective qu'ils ont du risque d'inondation. De plus, des questions à propos de l'avenir ont été posées, comme la perspective du futur pour les prochaines possibles FEN, et les mesures mises en place après une inondation. Le but sera d'évaluer le développement de la capacité de résilience de la population affectée et sa conscience du risque d'inondation.

#### III.4.2 Diffusion de l'enquête

Pour la diffusion de l'enquête, plusieurs outils technologiques ont été utilisés.

Le principal outil de la diffusion du questionnaire a été la communication communale, dont la diffusion est directe parmi le voisinage. Cette stratégie semblait être la meilleure pour atteindre ceux qui n'utilisent pas les réseaux sociaux, mais aussi pour trouver des répondants qui soient vraiment intéressés pour collaborer et participer à l'étude d'une manière volontaire. Ce sont précisément les personnes volontaires pour témoigner qui donnent le plus de détails. Berrigan, F.(1981) précise que la communication communautaire s'agit des moyens d'expression « de la communauté » plutôt que « pour la communauté ». Cela représente un échange de points de vues et d'informations riches et pas simplement un processus de transmission de l'information.

Par ailleurs, l'utilisation des réseaux sociaux pour partager la diffusion de l'enquête a été également utilisé. Les groupes Facebook et des contacts personnels ont été choisis pour la diffusion de la collaboration pour la recherche. Cette méthode a permis d'obtenir un échantillonnage assez varié. De plus, il a attiré des personnes intéressées et motivées dans le partage de leur expérience dans le but de développer la recherche scientifique et sans but lucratif.



Figure 25 : Extrait de publication sur Facebook afin de trouver des interviewés  
(Source : Capture d'écran Facebook)

### III.4.3 Réalisation des entretiens

L'entretien est un outil pour la collecte des données et des informations utiles pour le chercheur. Dans le cas de l'étude, l'entretien a été posé en vue de connaître l'expérience des personnes affectées du Niño Costero 2017. L'information cherchait à comprendre différents aspects :

- La façon d'agir (ou pas) face à la catastrophe
- Les actions de prévention avant la catastrophe
- La participation du gouvernement avant, pendant et après les événements
- La conscience et la perception du risque
- Les sentiments
- La perspective du futur et la capacité de résilience.

Le but de la réalisation de l'entretien répond au besoin de comprendre le comportement de la population affectée aussi bien que de connaître sa perspective du futur après avoir vécu l'événement catastrophique. Grâce à cela, il est considéré comme une méthode qualitative. Par la suite, les informations fournies par les interviewés seront analysées de façon interprétative et subjective.

### III.4.4 Le type d'enquête et des questions

Pour réaliser le questionnaire, nous nous sommes basés sur l'enquête et ses méthodes : L'entretien de Blanchet et Gotman (2010). « Seulement grâce à l'entretien, l'énoncé des articulations qui relient les différents éléments, pratiques et contextuels, ainsi

que la place de ces éléments dans les contextes sociaux dans lesquels ils sont produits. » (Blanchet & Gotman, 2010).

Corbetta (2007) indique qu'il existe trois types d'entretien : structuré, semi-structuré et non structuré. Dans l'entretien structuré, toutes les questions seront posées aux interviewés sans modification et dans le même ordre, en suivant une grille stricte dans le parcours de l'entretien. L'entretien semi-structuré et non structuré ont plus de liberté pour chaque entretien et chaque interviewé, même si ils suivent une grille de questions, le but principal de ce type d'entretien est de « laisser parler » l'interviewé.

Le type d'entretien choisi est l'entretien semi structuré, en suivant une certaine grille de questions, mais en laissant la possibilité aux interviewés de s'exprimer comme ils le souhaitent. Ce type d'entretien a été choisi pour capturer la plus grande quantité des détails qui peuvent être intéressants au niveau social dans le parcours de son expérience pendant les événements catastrophiques.

Le détail du questionnaire et des formulations est à retrouver en Annexe 1

#### III.4.5 La structure des entretiens

Afin de dynamiser l'entretien, une grille de questions (sans ordre préalablement forcé) a été posée. Les types des questions sont des questions descriptives, évaluatives, subjectives, etc. Le but est de permettre à l'interviewé de s'exprimer comme il le souhaite sur les différents thèmes proposés.

#### III.4.6 Grille d'analyse des entretiens qualitatifs

Le processus d'analyse des réponses des entretiens est composé de catégories et de sub-catégories. Cet outil permet de diviser l'information plus facilement pour la decodification. Le détail de la grille d'analyse est à retrouver en Annexe 2.

### III.5 Résumé de plan d'action

Le début du plan d'action dans le cadre de l'étude serait d'analyser au niveau territorial la ville de Piura, et en même temps, analyser aussi l'évolution urbanistique (les zones bâties) pour bien comprendre la tendance d'emplacement de la population.

Par ailleurs, le dernier événement du FEN en 2017 serait analysé au niveau des dégâts de l'infrastructure, de la population affectée et des actions de la population. Les événements du 1983 et 1977 seront également révisés plus brièvement. Les outils GIS s'utilisent pour faire un croisement d'information cartographique pour visualiser l'ampleur de la catastrophe et obtenir une approche de la zone urbaine affectée. De plus, l'utilisation de cet outil nous permettra de délimiter un périmètre d'étude pour poursuivre l'étude qualitative.

La recherche continuerait après à une zone plus spécifique (délimitation d'un cas d'étude) pour réaliser des entretiens vers la population qui y habite et analyser sa perception du risque face à la catastrophe. Plusieurs questions seront réalisées dans le but d'obtenir des réponses aux différentes questions de recherche énoncées au début.

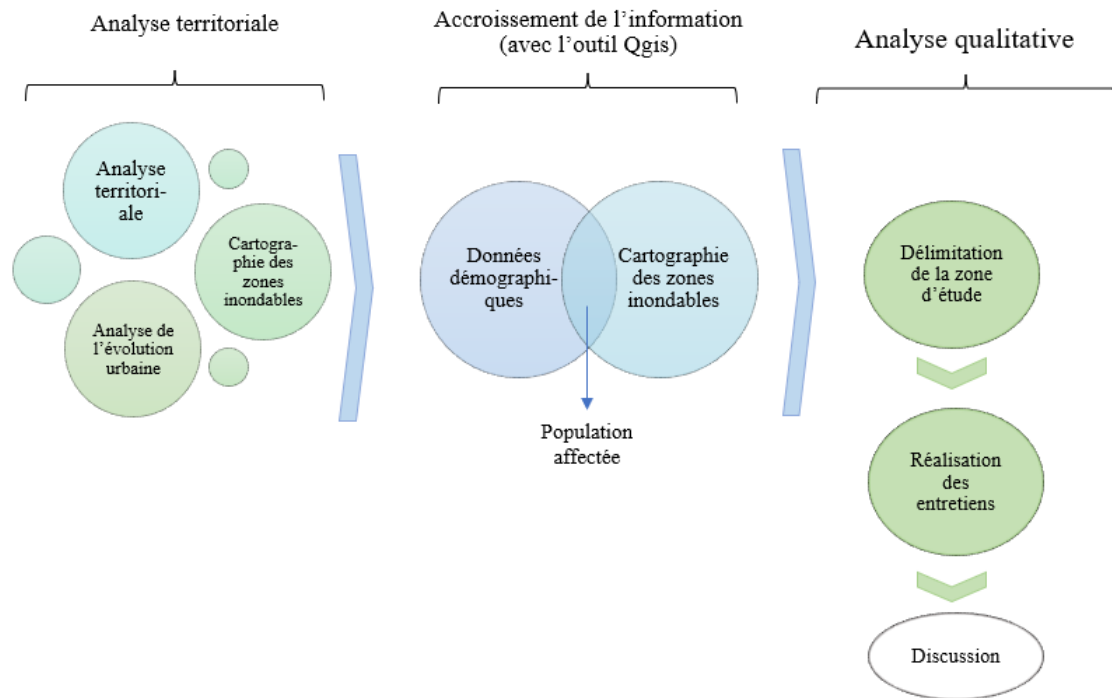


Figure 26 : Aperçu de la méthode adoptée dans l'étude. *Élaboration personnelle.*

### III.6 Schéma récapitulatif de la méthodologie

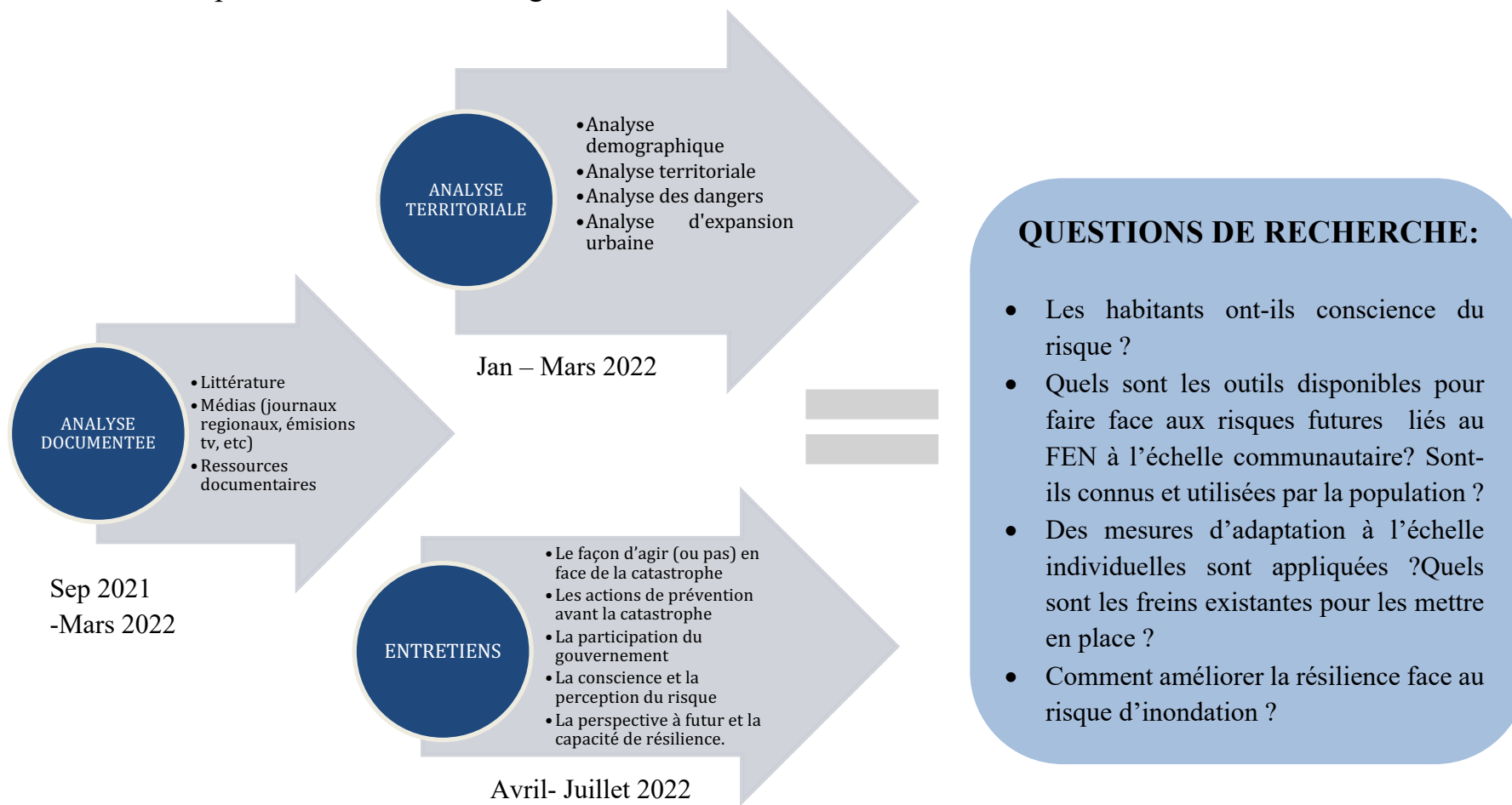


Figure 27 : Schéma récapitulatif de la méthodologie adoptée. Source : Élaboration personnelle



# 4. TRAITEMENT DES DONNÉES

Entretiens – Grille comparative – Analyses

## IV TRAITEMENT DES DONNÉES

### IV.1 L'entretien qualitatif

#### IV.1.1 Profil des répondants

Il est nécessaire de déterminer si l'échantillon pris par les enquêtes est représentatif de la population visée. Pour faire l'analyse, le profil des répondants a été évalué en fonction de leur sexe, leur âge, leur catégorie socioprofessionnelle et socioéconomique, etc.

Dans le cadre de cette étude, une des caractéristiques principales a été de prendre des interviewés de plus de 18 ans et prioritairement les chefs de famille (celui qui est chargé de la prise des décisions au niveau familial, soit la mère ou père de famille). Pour la population âgée de 18 ans ou plus, selon INEI, cela représente 68% de la population de la totalité du district de Castilla (la population totale de Castilla en 2019 était de 160,201 habitants dont 109,621 étant âgés de plus de 18 ans). Ensuite, il a fallu comparer les données de l'échantillon récolté (13 interviewés) avec celui de l'échantillon source. De plus, le logiciel Qgis a été utilisé pour géolocaliser les logements des interviewés sur la zone d'étude et faire un croisement d'informations sur la carte avec la zone inondée pendant les événements du 2017.

Parmi les répondants, les caractéristiques peuvent être résumées via le diagramme suivant :

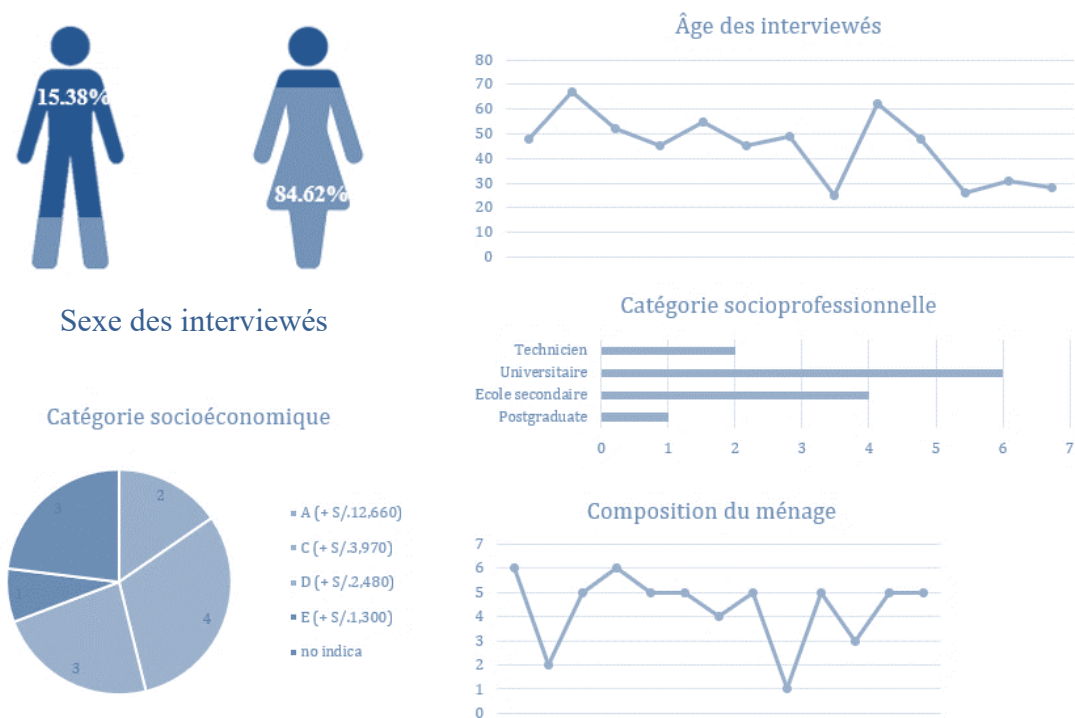


Figure 28 : Profil des interviewés au niveau personnel. Source : Élaboration personnelle



Aussi, le profil des logements des interviewés a été analysé, les résultats résumés sont les suivantes :

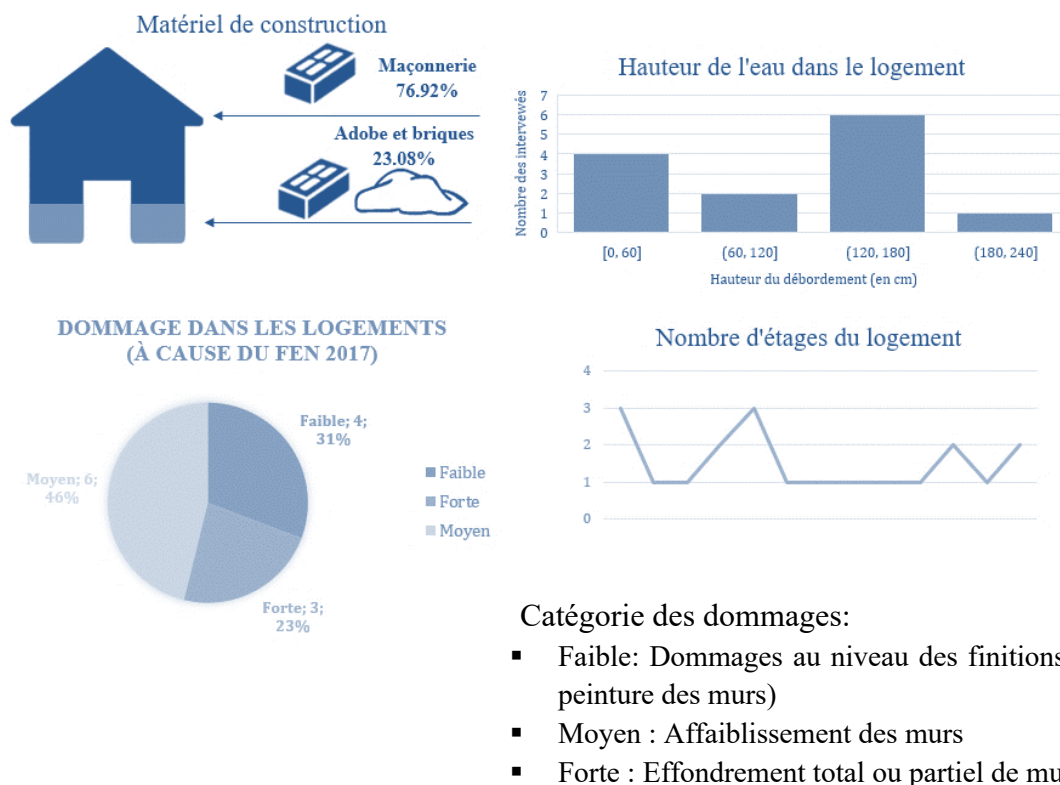


Figure 29 : Profil des logements des interviewés .Source : Élaboration personnelle

## IV.2 Les entretiens

Les données récoltées pendant les entretiens ont été retranscrites de manière littérale pour faire l'analyse en profondeur. L'ensemble des entretiens effectués précédemment ainsi que l'analyse qui suit le processus (retranscription littérale des enregistrements, codification, décomposition dans une grille d'analyse, etc.) ont été réalisés dans la langue locale (espagnol). Pourtant, les résultats et certaines phrases citées sélectionnées seront traduits en français dans son intégralité dans le cadre de la recherche.

### IV.2.1 Transcription des données

L'ensemble des entretiens a été enregistré vocalement dans le but d'avoir les informations constamment disponibles. La transcription s'est réalisée le plus fidèlement possible afin de conserver chaque détail de la discussion. Les discussions transcrites ainsi que les enregistrements vocaux nous ont permis de réaliser plusieurs lectures et écoutes si nécessaire lors de l'analyse.

### IV.2.2 Structure de la grille comparative

Comme dit auparavant, l'entretien s'est réalisé d'une manière semi-structurée. Dans le but de faciliter le traitement des données, les thèmes abordés sont décomposés en plusieurs sous-thématiques. Cette grille thématique d'analyse s'effectue depuis la composition des questions de l'entretien, pourtant pendant l'analyse cela a subi des modifications grâce à des informations additionnelles apportées par les interviewés.

<b>THÈME ABORDÉ</b>	<b>SOUS-THÉMATIQUE</b>
Histoire centrale de la catastrophe (événements vécus / description)	Description précédente de la catastrophe
	Description du moment de la catastrophe
	Description post-catastrophe
	Présentation des événements FEN précédents
Actions de prévention	Singles
	Collectif
Participation du gouvernement, de l'État ou du secteur privé	Participation du gouvernement régional
	Participation de l'État et d'autres personnes (police, pompiers, armée, médias, etc.)
	Participation de tiers/privé
Sensibilisation / perception du risque	Sensibilisation au danger
	Perception du problème
Sentiments	Sentiments au moment de la catastrophe
Perspectives d'avenir / résilience	Mesures préventives à l'avenir
	Perspectives de l'avenir

*Tableau 9 : Structure de la grille d'entretien. Source : Élaboration personnelle*

L'ensemble des transcriptions a été analysé en suivant la grille précédente. Des mots clés et des observations générales de l'enquêteur ont été recueillies par thématique pour chaque interviewé. Après, toutes les observations d'analyse par interviewé ont été regroupées par sous-thématiques, pour avoir une approche générale des réponses de l'échantillon.

### IV.2.3 Analyses des réponses fournies

Les réponses réunies peuvent être confrontées entre elles afin de trouver les similitudes ainsi que les particularités de chaque interviewé. Les résultats de ce traitement des données sont présentés dans la partie suivante.



## 5. RÉSULTATS

Connaissance des risques – Perceptions – Vulnérabilité

## V RÉSULTATS

### V.1 Analyse des réponses au questionnaire

#### V.1.1 Caractéristiques de l'échantillon

Le tableau suivant reprend les principales catégories pour évaluer l'échantillon, soit le type de ménage, le sexe, la catégorie socioprofessionnelle, la tranche d'âge ainsi que les données qui se réfèrent à l'infrastructure du logement : les matériaux de construction et la propriété du logement. Les catégories les plus importantes pour comparer notre échantillon sont les données du type de ménage, sexe et la tranche d'âge, car la catégorie socioprofessionnelle est celle de l'interviewé et non forcément du chef de ménage dans tous les cas.

Les informations additionnelles récoltées à propos du logement ont été utilisées pour faire une prochaine évaluation des dommages au niveau de l'infrastructure et de la vulnérabilité par rapport aux matériaux de la construction du logement.

		Personnes échantillon	% échantillon	Population Castilla	% Population Castilla	écart
		Légende Ecart très important Chiffre cohérent				
Type de ménage	Total Type de ménage	13	100%	154196	100%	
	Une personne	1	8%	40618	26%	19%
	Couple	1	8%	22420	15%	7%
	Couple ou pas avec des enfants	6	46%	62633	41%	6%
	Autre (Famille élargie, collocation, etc)	5	38%	28525	18%	20%
Sexe	Total Sexe (+18 ans)	13	100%	109621	100%	
	Homme	2	15%	53665	49%	34%
	Femme	11	85%	55956	51%	34%
Catégorie Socioprofessionnelle	Total	13	100%	151952	100%	
	Supérieur en cours/incomplète	1	8%	10586	7%	1%
	Supérieur complète	7	54%	15138	10%	44%
	Master ou Doctorat	1	8%	1800	1%	7%
	Sécondaire complète	4	31%	53893	35%	5%
Autre	0	0%	70535	46%	46%	
Tranche d'âge	Total plus de 25 ans	13	100%	88304	100%	
	25-29	3	23%	13657	15%	8%
	30-34	1	8%	12535	14%	7%
	35-39	0	0%	12054	14%	14%
	40-44	0	0%	10330	12%	12%
	45-49	5	38%	9319	11%	28%
	50-54	1	8%	8023	9%	1%
	55-59	1	8%	6707	8%	0%
60-64	1	8%	5048	6%	2%	
plus de 65	1	8%	10631	12%	4%	
Type de logement	Total Type de logement	13	100%	38185	100%	
	Indépendante	10	77%	36274	95%	18%
	Collective ou autre	3	23%	1911	5%	18%
Type de matériel de construction	Briques ou bloc de ciment	10	77%	27293	71%	5%
	Adobe	3	23%	2590	7%	16%
	Autre	0	0%	8302	22%	22%

Tableau 10 : Comparaison entre les données de notre échantillon et la population du district de Castilla . Élaboration personnelle avec les données récoltées et ceux d'INEI (2017)

Par rapport à la population du district de Castilla, il n'y a pas un écart très important dans les catégories de sexe ou tranche d'âge. En fait, la tranche d'âge des interviewés représente des chiffres cohérents par rapport à l'échantillon. En termes de sexe, les femmes sont légèrement surreprésentées, peut-être parce qu'elles ont eu en général une aptitude plus participative pour la réalisation de l'entretien. Dans la catégorie socioprofessionnelle, comme dit précédemment, il y a certaines variations dans l'écart, surtout dans la catégorie d'éducation supérieure complète et d'autre. Cela est probablement dû au fait que les statistiques d'éducation d'INEI prennent en compte aussi des mineurs de 18 ans, ceux qui ne font pas partie de notre échantillon. Néanmoins, même si l'écart est représentatif en comparaison aux autres catégories, celui-ci ne dépasse jamais le 50%. Après cette analyse, nous avons fait le choix de conserver ces données sans réaliser le redressement de l'échantillon.

Concernant les répondants dans la zone d'étude, la réalisation de l'entretien a attiré particulièrement d'intérêt de ceux qui habitent la zone proche au point critique du débordement de la rivière (représenté par un triangle jaune) pendant les événements des inondations en mars 2017.

Dans la Figure 30 nous pouvons distinguer une prédominance des interviewés dans la zone proche du lit de la rivière, notamment la zone en relief selon la topographie satellitaire. Par ailleurs, cette zone de concentration des répondants contient une infrastructure essentielle qui a été endommagée considérablement, comme le marché du district de Castilla et l'école Don Bosco, où l'eau est restée stagnante pendant plus de 7 jours en mars 2017.

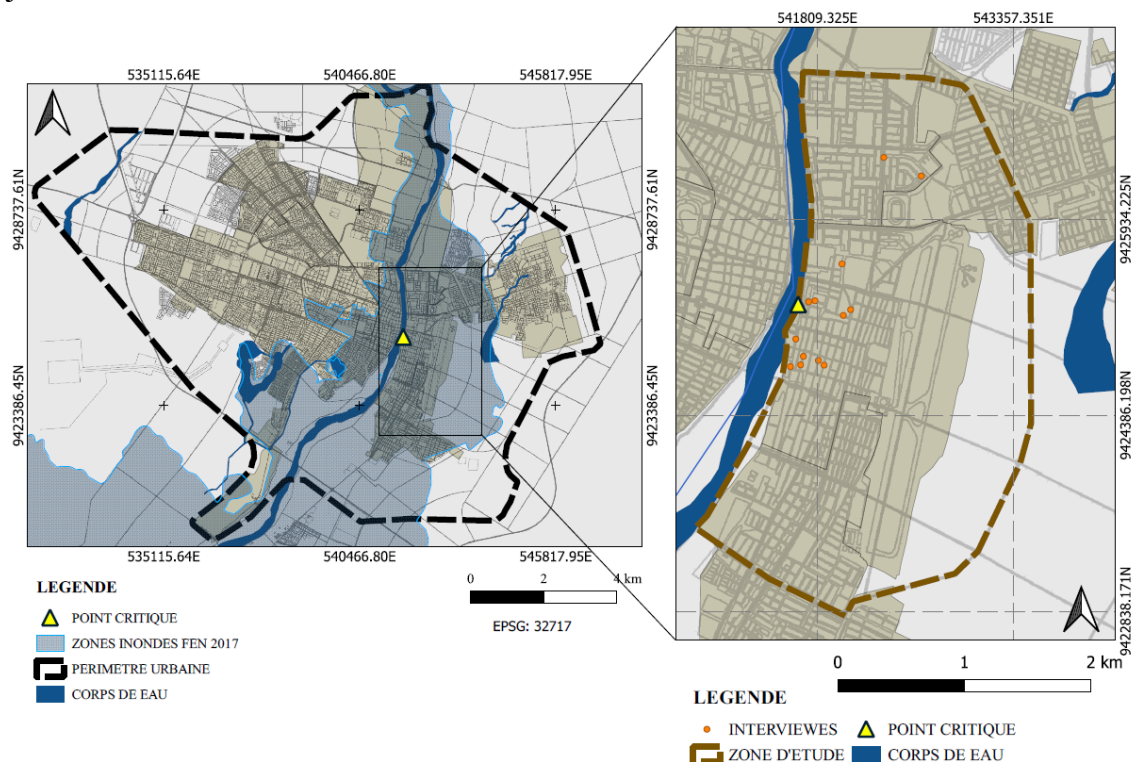


Figure 30 : Localisation des répondants. Élaboration personnelle avec le logiciel Qgis.

Les répondants ont suivi des dommages faibles, moyens ou forts pendant les événements du mars 2017. Mais quelle est la connaissance du risque d'inondations de la population du district de Castilla ?

### V.1.2 Connaissance du risque

Pour évaluer la connaissance du risque d'inondation, nous avons posé différentes questions à propos de différents aspects : la mémoire collective, les alertes du gouvernement, ainsi que la connaissance de l'aléa du phénomène de Niño. Pour commencer l'entretien, l'interviewé a été invité à nous commenter son expérience pendant les inondations du mars 2017, pour obtenir une approche à ses raisonnements et sa façon d'agir durant la catastrophe. Le fait qu'ils aient ou pas pris des mesures de prévention avant la catastrophe indique aussi une certaine conscience du risque.

Ensuite, la question de « Saviez-vous que vous habitez dans une zone à risque ? » a été posée pour déterminer plus directement la conscience du risque dans l'endroit d'habitat. En dépit du fait que tous les interviewés habitent dans une zone considérée par INDECI comme de risque moyen à élevé, certains d'entre eux ont répondu qu'ils ne savaient pas qu'ils habitaient dans une zone de risque d'inondation. Néanmoins, la majorité des réponses démontre qu'ils avaient conscience que la zone est en risque d'inondation, mais pas de l'ampleur d'une possible catastrophe.

*Cite original: “nosotros sabemos, éramos conscientes, pero no de la magnitud que fue ese día. Éramos conscientes de que sí se podía meter el río”*

*Traduction en français : « nous savions, nous étions conscients, mais pas de l'ampleur de ce jour-là. Nous savions que la rivière pouvait se mettre (dans les logements) »*

Ce raisonnement est possiblement dû au fait que depuis les événements du FEN en 1983, la ville de Piura n'avait suivi aucun autre débordement de sa rivière jusqu'à 2017. Quand nous avons demandé aux interviewés : « Aviez-vous déjà connu une inondation semblable à celle qui s'était produite en 2017 dans votre quartier ? » et précisément à propos de ces expériences pendant les événements du FEN 1983 ou 1998, il y a eu un facteur de mémoire collective en commun. Étant donné que durant les événements du FEN 1998 (le plus récent avant celui du 2017), le pont Bolognesi est tombé, c'est cet antécédent qui reste dans la mémoire des habitants et pas des autres facteurs comme le débordement de certaines zones ou l'augmentation de la pluie.

*Cite original: “el 98 ,97<sup>7</sup> claro yo no viví en esta zona, yo viví un poco más allá, yo vivía en la Progreso y bueno la lluvia cayó lluvia , pero no escuché esa inundación, que se salió el río, no, lo que sí escuché claro es que se cayó el puente Bolognesi”*

---

<sup>7</sup> L'interviewé fait référence aux événements du FEN 1998.

*Traduction en français : « le 98 97 bien sûr, je n'ai pas vécu dans cette zone, j'ai vécu un peu plus loin, je vivais dans la rue Progreso et bien, la pluie est tombée mais je n'ai pas entendu cette inondation et que la rivière soit débordée, ce que j'ai entendu clairement est le tombé du pont Bolognesi »*

Cette réflexion permet de comprendre les références auxquelles les habitants de Piura raisonnent pour prendre ou pas des mesures de prévention individuelle. Ainsi que, à quel type de risque, ils pensent face à un possible événement du FEN : le possible débordement, l'effondrement des infrastructures, l'isolement avec le reste de la ville, etc. Selon les réponses des interviewés, la conscience de risque était présente, mais focalisée au risque d'effondrement des ponts, et pas pour un possible débordement. Dans ce cas-là, il est possible de parler d'une conscience du risque partiellement développée, due principalement à la méconnaissance du phénomène.

### V.1.3 Perception de la problématique

Pour évaluer la perception de la problématique, nous avons posé des questions à propos des réactions avant la catastrophe. Le but était de comprendre à quel point les habitants s'attendaient-ils à la catastrophe ? Ensuite, comment ont-ils réagi selon cette perception de la situation à risque et les mesures prises dans leur logement au niveau de l'infrastructure ainsi que pour sauvegarder leur vie ?

Selon les réponses analysées, la totalité des interviewés ont signalé qu'il y avait une préoccupation au niveau communal à propos de l'augmentation du niveau de la rivière. Cette inquiétude a provoqué certains commentaires dans le quartier. Toutefois, en vue de la mauvaise gestion du gouvernement à propos des alertes à la population, la situation d'alerte n'a été déclarée que le jour de l'incident. Cette absence de ratification de la part des autorités a mis la population dans une situation d'incertitude. En outre, comme nous l'avons mentionné précédemment, le débordement n'était pas envisagé dans la mémoire collective. Ces facteurs ont conduit les habitants à minimiser la problématique et à ne pas tenir compte d'un risque de débordement.

*Cite original: “en realidad por los comentarios que estaban desde el día anterior daba temor, y se veía que el caudal estaba elevado, sí que iba a haber el desborde, en algunas oportunidades lo ha habido, pero no pensamos que llegará en esas fechas. Llegaba y a los mucho poníamos el muro y llegaba el medio metro, lo contenía poníamos sacos y todo eso y luego ya se hacía la etapa del bombeo del agua y ya”*

*Traduction en français : « En fait, les commentaires de la veille faisaient peur, et on voyait que le débit était élevé, Il allait y avoir un débordement comme il y a eu quelques fois, mais nous ne pensons pas qu'il arrivera à ces dates. Il y avait un mur d'un demi-mètre, et on y mettait des sacs et tout ça, et puis on passait à l'étape du pompage de l'eau »*

Les actions de prévention prises pour la majorité de la population ont été les protections de type barrière improvisée. Toutefois, les personnes qui ont pris cette mesure n'ont pas eu de succès vu l'intensité du débordement. Les barrières n'ont pas eu la hauteur appropriée pour protéger les logements de l'entrée de l'eau. Par contre, certains interviewés ont suggéré que c'était une mesure contre-productive. Le système d'égouts était collapsé à l'intérieur des habitations et les barrières improvisées constituaient un obstacle pour l'écoulement des eaux internes.

*Cite original: "entonces pensando más en eso ya decía si se caen los puentes nuevamente no vamos a tener dónde comprar comida guardemos de una vez los víveres tengamos mochila de emergencia"*

*Traduction en français: « alors en réfléchissant plus à ce que je disais déjà , si les ponts tombent encore une fois, nous n'aurons pas où acheter de la nourriture, nous allons garder la nourriture une fois que nous avons sac à dos d'urgence »*

Par ailleurs, en réfléchissant aux événements FEN de 1998, où a eu lieu la chute du pont Bolognesi, un interviewé avait dit s'être préparé au cas où il resterait isolé du reste de la ville. La préparation d'un sac à dos d'urgence avec des outils basiques et de la nourriture en conserve était une mesure très importante, mais par contre peu utilisée.

Encore une fois, on peut analyser comment les personnes interrogées citent comme référence les événements de la chute du pont pour l'estimation de la problématique et donc pour la prise de mesures de précaution.

#### V.1.4 Facteurs d'accroissement de la vulnérabilité

Dans certaines zones de la ville , le débordement a causé plus que dégâts que dans d'autres. Étant donné que certains logements ont souffert des conséquences plus graves que d'autres, au cours des entretiens, nous avons collecté des informations importantes pour définir les facteurs qui accroissent la vulnérabilité. En plus, c'est fondamental, d'identifier aussi les facteurs qui restent ou se sont ajoutés après la catastrophe. Des questions à propos des actions du gouvernement sont utiles pour trouver aussi les points faibles que les habitants considèrent comme responsables des dégâts en général.

Parmi les caractéristiques des logements des interviewés, nous avons identifié deux facteurs clés pour l'accroissement de la vulnérabilité : les matériaux des habitations et le nombre d'étages. Les matériaux prédominants dans les logements des interviewés étaient le système de maçonnerie (briques et ciment armé) et la construction mixte en maçonnerie et adobe. L'adobe<sup>8</sup> comme matériel de construction a plusieurs avantages ; comme le facteur écologique, ainsi que l'économique et du confort acoustique et thermique. Par contre, l'adobe est sensible à l'humidité et les mouvements terrestres, ce qui en fait un matériau peu recommandable pour les endroits sujets aux catastrophes telles

---

<sup>8</sup> L'adobe est une brique de terre crue, séchée au soleil. Ces briques peuvent avoir argile, de l'eau et paille hachée comme agent liant.



que les inondations ou les tremblements de terre. Parmi les interviewés, nous pouvons analyser que ceux qui habitaient dans une maison de construction mixte ont eu un niveau des dégâts plus forts comme la chute des murs entiers d'adobe ou son affaiblissement. De plus, en raison du système de construction en adobe ou quincha qui ne permet pas de grandes hauteurs, les occupants de ces maisons n'ont pas eu l'option de se protéger au second niveau du bâtiment.

*Cite original:* “yo tenía una parte donde vivía, era grande, pero era construcción tenía paredes antiguas de quincha, un lado quincha, otro lado había sido de adobe, y el resto de ladrillo, así.”

*Traduction en français :* « J'ai eu une partie de l'endroit où je vivais, il était grand, mais c'était la construction avait des murs anciens de quincha<sup>9</sup>, un côté de quincha, un autre côté de l'adobe et le reste de la brique.... »

Parmi les personnes interrogées, il y en a quelques-uns qui, bien que vivant dans des bâtiments en maçonnerie, étaient partagées. Ce type de logement est divisé par étage, c'est-à-dire que chaque famille occupait un étage complet. Dans ce cas, bien que l'emplacement de la maison soit le même, les familles occupant le niveau inférieur restent les plus vulnérables. De même, interrogés sur les mesures préventives prises dans leurs bâtiments, certains répondants ont signalé que, puisque le logement était loué, ils n'ont pas été intéressés d'investir dans des réparations ou des mesures préventives.

*Cite original:* “Es un descuido en general del gobierno de no realizar un mantenimiento y unas medidas de precaución al cauce del Río .”

*Traduction en français :* « C'est une négligence générale du gouvernement de ne pas effectuer un entretien et des mesures de précaution sur le lit de la rivière. »

Le manque de maintenance dans l'infrastructure hydraulique ainsi que la régulation du débit de la rivière était signalé par la population de la zone comme un facteur décisive du débordement. Comme nous avons indiqué dans l'analyse de l'événement du 2017, les zones inondées de la ville ont été surtout ceux proches de la rivière. L'absence de murs de soutènement sur la rive gauche de la rivière Piura, en amont du pont Cáceres a été un facteur d'augmentation de la vulnérabilité pour ceux qui habitaient près du lit de la rivière. Dans ce cas-là, la responsabilité des projets d'aménagement urbain est entièrement du gouvernement régional. C'est pour cette raison-là que les habitants parlent d'une “négligence du gouvernement” en ajoutant aussi une certaine rancœur en tant que communauté.

*Cite original:* “la seguridad de la infraestructura, porque si bien es cierto se atendió las necesidades básicas prioritarias pero esa también es un riesgo a la larga porque por este tema de los sismos ya la infraestructura queda debilitada”

---

<sup>9</sup> Le quincha est un système de construction traditionnel qui utilise principalement du bois et de la canne ou de la canne géante formant une structure qui est recouvert de boue et de plâtre.

*Traduction en français : « la sécurité de l'infrastructure, bien que les besoins essentiels prioritaires aient été satisfaits, mais c'est aussi un risque à long terme parce que ce problème de séisme affaiblit déjà les infrastructures »*

La question de “Quels étaient les besoins les plus importants durant cette période ?” a été posée afin de déterminer la priorisation de la population en termes d'aide et secours. Bien que, le gouvernement et les services de secours (pompiers, police, etc) ont donné de l'aide en sauvetage, l'affaiblissement des infrastructures n'a pas été pris en compte pour les autorités dans les mesures de reconstruction. Cela ajouté à l'augmentation de l'activité sismique a causé une préoccupation de la population et conséquemment l'accroissement de la vulnérabilité. C'est important de signaler aussi le terme utilisé de “risque à long terme” qui représente la conscience de la situation au risque.

### V.1.5 Conséquences des inondations

Les interviewés ont été consultés à propos des dégâts causés pendant les événements du mars 2017 avec la question “Quels ont été les principaux dégâts causés à votre maison et aux alentours ?”. Avec cette question, nous pouvons déterminer le niveau de dégâts au point de vue de l'infrastructure du logement, mais aussi urbaine, comme l'effondrement du système de drainage extérieur ou la rupture des pistes et des trottoirs.

Comme dit précédemment, les dégâts les plus importants ont été signalés par ceux qui habitaient dans les logements de construction d'adobe. Ils ont référé l'effondrement des murs à l'intérieur du logement ainsi que l'affaiblissement général de l'infrastructure due à l'humidité. Parmi les dégâts au niveau urbain les plus importants sont la rupture des autoroutes dû aux eaux stagnantes et la chute des arbres pour la même raison. Ces dégâts ont représenté des conséquences importantes pour le district de Castilla.

*Cite original: “Adentro los cuartos quedaron así todos destrozados, al fondo la pared de adobe una parte se cayó, la otra estaba por caerse también... todo es de adobe, la mayoría son de adobe, solamente una larga que es de ladrillo.”*

*Traduction en français : « À l'intérieur, les pièces étaient toutes détruites, au fond, le mur d'adobe, une partie est tombée, l'autre était sur le point de tomber aussi... tout est en adobe, la plupart sont en adobe, seulement une longue qui est en brique. »*

Dans le cas des logements en maçonnerie, personne parmi les interviewés n'a référé l'effondrement des murs. Par contre, ils ont signalé tout de même l'affaiblissement en général de l'infrastructure provoquée par l'eau stagnante. Dans tous les cas, la perte des effets personnels et le fait de ne pas avoir l'assurance en cas d'inondations ont été signalés comme très important.

*Cite original: “Nosotros nos tuvimos que ir de la casa, 3 meses exactamente porque la casa quedo inhabitable”*

*Traduction en français: « Nous avons dû quitter la maison, 3 mois exactement parce que la maison est devenue inhabitable »*

Une conséquence très remarquable des inondations a été le besoin d'un déménagement temporaire pendant les événements. En raison de l'action lente des autorités après la catastrophe, la zone est résolue lentement après l'inondation. La crise sanitaire générale provoquée par l'existence de la dengue<sup>10</sup>, qui se propage dans des environnements humides, avait obligé la population à quitter temporairement ses habitations et à se reloger dans différents endroits de la ville. Pendant ce temps, ce sont les habitants eux-mêmes qui ont fait le ménage pour préparer leur logement au retour. Les interviewés ont signalé que les habitations sont devenues “inhabitables” à cause principalement de la contamination par l'eau stagnante et à l'affaiblissement de l'infrastructure.

### V.1.6 L'impact psychologique

Durant les entretiens, les interviewés ont été aussi consultés à propos des sentiments après l'expérience traumatique des inondations en mars 2017. Psychologiquement, les plus affectés ont déclaré être traumatisés par l'événement, au point de ressentir de nouveau la peur durant la saison des pluies d'été chaque année. Les termes les plus utilisés ont été “peur”, “incertitude”, “désespoir”, “désolation” mais aussi “abandon” en parlant des autorités. Ces personnes ont tout perdu soudainement et les sentiments qui étaient à l'époque de la tristesse et du désespoir ont évolué au fil des années pour devenir de la rancœur et de la méfiance envers le gouvernement local. C'est pour cela que les habitants se sentent vulnérables au moment de l'inondation et aussi après, vu la conscience de la situation de risque dans laquelle ils vivent.

L'expérience traumatique a influencé aussi dans la prise des mesures de protection. La migration comme stratégie face au risque d'inondation était une mesure motivée par le même impact psychologique des sinistrés. Certaines personnes ont référé être si traumatisées par les événements qu'ils ne pensent plus revenir à leur ancien logement.

### V.1.7 La participation du gouvernement

Pour connaître la perception de la population à propos de la participation du gouvernement avant, pendant et après les événements du 2017, nous avons posé certaines questions. L'entretien se déroule autour de trois points clés : les alertes avant le

---

<sup>10</sup> La dengue est une infection virale transmise par les moustiques. Cette infection provoque un syndrome de type grippal et peut évoluer à l'occasion vers des complications potentiellement mortelles, appelées dengue sévère (OMS, 2017).

débordement, le secours durant l'inondation et le processus de reconstruction après la catastrophe.

Les réponses à la question : “Y a-t-il eu des alertes de la part des autorités de la région ?” étaient variées. Même si la majorité des personnes interrogées ont dit n'avoir reçu aucune alerte à propos de la situation risquée, ceux qui l'ont reçu ont eu des doutes. Selon les interviewés, la source n'était pas confirmée donc ils n'étaient pas sûrs d'avoir reçu une alerte officielle. Certains ont déclaré avoir reçu les informations d'alerte du gouvernement régional (au niveau personnel dont un travailleur qui alertait physiquement le quartier) mais aussi d'INDECI et les médias nationaux. Pourtant, ceux qui ont reçu les alertes disent n'avoir pas su réagir de manière optimale face à la catastrophe pour diverses raisons. Le message d'alerte était incomplet, la population reçoit une alerte de situation de risque, mais personne ne donne d'indications de prévention. De plus, la population n'était pas éduquée pour réagir en cas de risque puisqu'ils n'ont reçu aucune formation sur la simulation.

Pour continuer l'analyse, les questions de “Vous et vos voisins avez-vous reçu une aide du gouvernement régional pendant et après les inondations ? Quel type d'aide et durant quelle période ?” ont été posées pour connaître les actions durant la catastrophe. À propos de l'étape préalable au débordement, une minorité des interviewés a signalé avoir reçu de l'aide de type matériau : sacs ou des briques pour construire les protections de type barrière. Toutefois, ceux qui indiquent avoir reçu de l'aide disent que ce n'était pas assez pour approvisionner tout le quartier. Ceci indique un manque de préparation de la part du gouvernement face à une situation à risque.

*Cite original: “Además la desesperanza, que la familia de ahí de la calle de los periquitos, tranquilamente pudieron no haberse inundado , pero el hecho de que los vecinos de al frente pusieron muros de contención, hicieron que el agua se quedara a reposar en ese pequeño espacio”*

*Traduction en français : « En plus, le désespoir, que la famille là-bas, dans la rue « Los Periquitos »<sup>11</sup>, aurait pu tranquillement ne pas avoir été inondée, mais le fait que les voisins en face ont mis des murs de soutènement, a fait que l'eau soit restée dans ce petit espace »*

En vue de l'absence d'indications du gouvernement régional, les voisins ont dû prendre leurs propres mesures de protection. Les mesures étaient principalement des obstacles pour empêcher l'eau d'entrer dans leurs domiciles. Malheureusement, ces barrières individuelles ont dans certains cas endommagés d'autres quartiers et provoqué des inondations graves dans certaines habitations en raison de la réorientation de l'eau vers certains points. Cette expérience nous permet de constater l'importance de la planification d'urgence dans son ensemble. Cette conséquence secondaire aurait pu être évitée en recevant des indications du gouvernement.

---

<sup>11</sup> La rue au quelle l'interviewé fais référence est aussi à l'intérieure de la zone d'étude.

À propos de la situation post-catastrophe, nous avons posé les questions : “Pensez-vous que les autorités régionales et locales ont su faire face aux inondations ? Pensez-vous que les autorités ont su gérer le processus de « reconstruction avec changement » ? Selon vous, quelle était l’erreur commise et quelles recommandations donneriez-vous à titre personnel ?”. Ces questions nous permettent d’évaluer les pensées de la population à propos de la gestion du risque gouvernementale. La totalité des interviewés ont signalé que selon eux, les autorités n’ont pas su comment faire face aux inondations en mars 2017. En plus, ils ont dit se sentir “trahis” par rapport au processus de reconstruction “Reconstrucción con cambios”<sup>12</sup>.

*Cite original: “venían del consejo diciendo que nos iban a dar un apoyo de viveres y créeme que en esta oportunidad hubiera sido recibir, necesitábamos, lo necesitamos con cuantas ansias para poder sobrevivir, y nunca se hicieron presentes.”*

*Traduction en français : « Ils sont venus de l’administration en disant qu’ils allaient nous donner un soutien alimentaire et croyez-moi que cette fois-ci aurait été bon le recevoir, nous avons besoin, nous avons besoin de lui avec tant d’ardeur pour survivre, et ils ne sont jamais venus »*

Parmi les témoignages des personnes interrogées les plus touchées, on peut remarquer la rancœur envers les autorités pour le manque d’aide. Les habitants ont indiqué avoir reçu des visites du gouvernement pour constater l’état des maisons après le débordement. Au cours de ces visites techniques, ils ont constaté l’état « inhabitable » des domiciles et ils ont promis d’envoyer de l’aide pour la reconstruction, mais cette aide n’est jamais arrivée. Ces personnes en situation vulnérable développent un sentiment de méfiance et rancœur vis-à-vis du gouvernement, ce qui affecte la relation Citoyen-État pour l’avenir.

Il est de la plus haute importance que cette relation Citoyen-État soit la plus optimale possible. L’action citoyenne est fondamentale pour la planification d’urgence. En situation de crise, il est nécessaire de définir des rôles et de travailler ensemble. Les citoyens qui ne font pas confiance à leur gouvernement et ne le respectent pas créent des problèmes dans la gestion des risques.

### V.1.8 Perspective à futur et les mesures d’adaptation

Afin de connaître les perspectives et les actions face à la résurgence du phénomène, les questions suivantes ont été posées : Après les événements, avez-vous reconstruit / fait des améliorations dans votre maison ? Êtes-vous assuré auprès d’une entreprise face à de tels événements ? Avez-vous considéré la migration (déplacement

---

<sup>12</sup> Le processus de “Reconstrucción con cambios” cherche rétablir le bien-être et améliorer la qualité de vie des citoyens affectés par le phénomène de “El Niño” en leur fournissant des infrastructures et des services de qualité dans les domaines de la santé, de l’éducation, des pistes et trottoirs, de l’assainissement, de l’agriculture et des transports. (RCC, 2022)

permanent vers une zone non inondable) comme une mesure de protection contre le risque d'inondation ou, au contraire, envisagez-vous de continuer à habiter la zone actuelle ?

Ces questions nous permettent d'analyser si, après l'événement catastrophique, les habitants de la région considèrent le risque d'inondation d'une manière plus réelle. De même, évaluer le niveau de résilience et de préparation dans une éventuelle future évaluation cadastrale par rapport à l'événement précédent.

À propos des mesures de prévention, la totalité des interviewés ont répondu ne pas avoir créé d'amélioration de leur logement pour contrer une nouvelle inondation. En fait, il est intéressant de noter que certains répondants ont indiqué que les mesures de protection de type barrière mises en place pendant l'événement en 2017 étaient contre-productives. Au niveau de l'infrastructure, les vestiges des murs touchés ont été réalisés, sans ajouter de protections face à un nouvel événement d'inondation à l'avenir.

*Cita original:* “*si todos comenzaron a hacer lo mismo, y vieron que estaban haciendo todos y comenzaron a hacer sus muros, pero por las (en vano) más bien el muro no nos dejaba avanzar.*”

*Traduction en français :* « *Oui, tous ont commencé à faire la même chose, et ils ont vu qu'ils le faisaient tous et ils ont commencé à faire leurs murs, mais c'était pour rien (en vain) plutôt le mur ne nous permettait pas d'avancer.* »

En outre, la population indique avoir eu des difficultés économiques à reconstruire son logement après les inondations. La situation professionnelle des personnes affectées qui travaillent en régime indépendant a été aggravée par la perte de leur matériel de travail pendant les inondations. La prise de mesures de prévention au niveau structurel des domiciles passe au second plan face à des besoins prioritaires tels que la santé ou l'achat de fournitures de travail.

Les personnes interrogées ont répondu par la négative à la question de savoir si elles étaient assurées pour ce type des événements. Toutes les personnes interrogées ont répondu qu'elles n'avaient pas d'assurance logement pour ce type de catastrophe. C'est pour cette raison que toutes les réparations des dommages causés lors des événements de mars 2017 ont été payées par les mêmes propriétaires. En conséquence, la régénération structurelle est souvent incomplète à ce jour.

*Cite original:* “*No, yo querría bueno que me arreglen, no me quiero ir . Tantos años... yo he nacido aquí*”

*Traduction en français :* « *Non, je voudrais bien qu'ils me réparent, je ne veux pas partir . Toutes ces années... je suis née ici* »

En ce qui concerne la migration en tant qu'outil/stratégie en gestion de risque d'inondation, les réponses ont été très variées. Un certain nombre de personnes interrogées considère la migration comme une bonne stratégie pour faire face au risque

d'inondation. Cependant, ces mêmes considèrent que les zones hors de risque d'inondation auxquelles elles pourraient être relocalisées sont « déconnectées » du noyau urbain. La centralisation de la ville de Piura et Castilla, en termes de connexions routières et d'infrastructure essentielle, est déterminante lors de la recherche d'un site pour vivre. Pour cette raison, bien que certaines personnes interrogées considèrent sérieusement le risque d'inondation, elles préfèrent rester dans leur emplacement actuel en raison de l'accessibilité urbaine.

Les personnes interrogées recherchent également des solutions au niveau gouvernemental et non au niveau des particuliers. Ils exigent l'action du gouvernement dans la mise en œuvre de projets d'infrastructure hydraulique, en laissant de côté les mesures à moindre échelle dans leurs logements privés.

*Cite original: “Yo creo que la forma adecuada para mí de solucionar este problema sería de tener un plan de contingencia en cuanto a este tipo de desastres, mejorar como te comente anteriormente todo lo que viene a ser el tema pluvial, de cómo manejar el agua de lluvia, etc.”*

*Traduction en français : « Je pense que la bonne façon pour moi de résoudre ce problème serait d'avoir un plan d'urgence en ce qui concerne ce type de catastrophe, améliorer comme je l'ai dit précédemment, tout ce qui vient à être le thème de la pluie, comment gérer l'eau de pluie, etc. »*

À l'égard des mesures au niveau structurel dans la rivière Piura face à un éventuel nouveau débordement, les opinions des répondants étaient mixtes. Certains pensent qu'après les événements de 2017, les mesures de reconstruction dans la ville et la création de murs de soutènement sur la rive du fleuve suffiront pour un nouveau FEN. D'autres se montrent à l'attente avec une certaine méfiance, surtout devant la lenteur des travaux du gouvernement.

D'une manière ou d'une autre, la nécessité d'un plan d'urgence et d'une meilleure préparation des autorités en situation de risque est une priorité. Des thèmes tels qu'une meilleure gestion des eaux de pluie et l'évacuation des eaux de pluie ont été mentionnés par les personnes interrogées comme des points clés d'action face à un nouveau FEN.

### V.1.9 Schéma récapitulatif des résultats

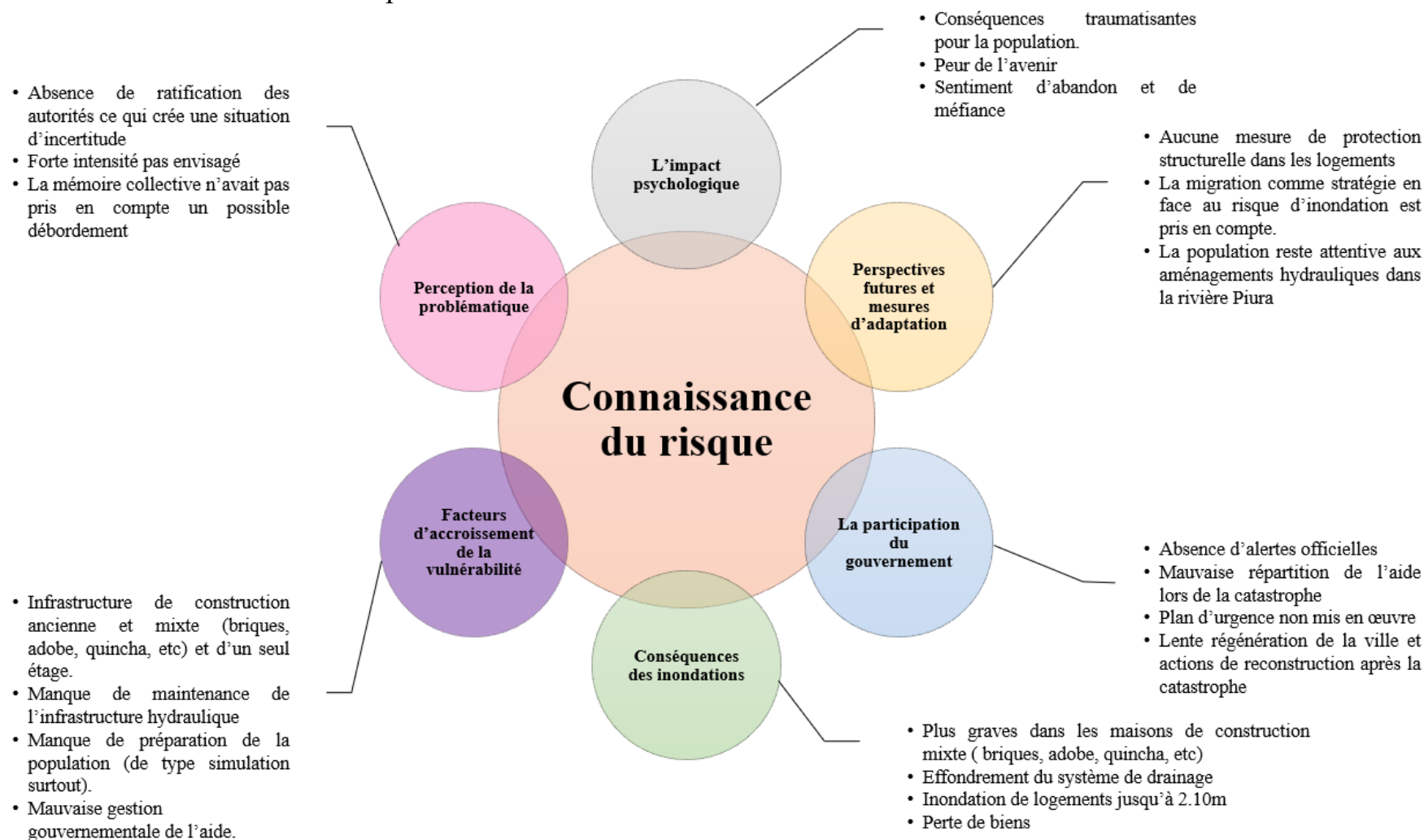


Figure 31 : Schéma récapitulatif des résultats des enquêtes. Élaboration personnelle.





**6.**  
**DISCUSSION**

Mesures d'adaptation – Conscience du risque – Freins existants

## VI DISCUSSIONS

Suite à l'analyse des résultats des entretiens vers la population de la zone affectée, les questions de recherche sont confrontées à ces résultats.

### VI.1 Les habitants ont-ils conscience du risque ?

La conscience du risque se propage des habitants vers leur entourage. Tout d'abord, dans l'acceptation de la possibilité d'occurrence de l'aléa dommageable. Les habitants de Castilla n'envisage que de manière partielle les zones à risque de la province et la condition de vulnérabilité qui s'y rapporte. C'est-à-dire que, même si la possibilité de débordement est présente, cela n'est pas suffisamment persuasif pour inciter les habitants à prendre des mesures de prévention. Par contre, ils restent attentifs au développement de la catastrophe pour prendre des mesures improvisées.

Ce comportement s'explique du fait d'une association directe de l'événement courant et des événements précédents dans la mémoire des habitants. Ces souvenirs collectifs prennent souvent l'événement le plus récent comme le plus ressemblant. Le FEN 1998 où il n'y a pas eu de débordement de la rivière, mais l'écroulement du pont Bolognesi comme principal dommage urbain. Pour ces raisons, les habitants ont développé une conscience partielle du risque du FEN lié aux fortes pluies et au possible effondrement des autres ponts plutôt qu'un débordement de la rivière. De plus, plusieurs habitants de la zone urbaine centrale n'habitaient pas dans le même logement pendant les événements précédents, ce qui a affecté la perception de la problématique.

Un autre facteur intéressant est la priorisation des besoins versus la vulnérabilité. Le risque d'inondation lorsque les habitants se trouvent à proximité d'un cours d'eau est facilement déductible. Néanmoins, l'évolution urbaine de la ville autour de la rivière Piura centralise les principaux services et infrastructures essentielles dans la zone à risque. C'est dans cette situation que les habitants ont priorisé la proximité des services pour réaliser leurs activités journalières hors de la période du FEN. Se protéger du risque passe à l'arrière-plan face aux "bénéfices" qui résultent de la vie à proximité du centre-ville. De même, si la migration des habitants est considérée comme une stratégie valable face au risque d'inondations, il n'est pas suffisamment convaincant.

À la suite des inondations du FEN 2017, la sensibilisation à la problématique des inondations s'est développée. Des événements jamais vus auparavant par la population ont eu lieu lors de la dernière apparition du phénomène, ce qui affecte la conscience du risque. Cependant, les habitants ont pris des mesures d'adaptation ? Quels sont les obstacles ?

### VI.2 Quels sont les outils disponibles pour faire face aux risques futures liés au FEN à l'échelle communautaire ? Sont-ils connus

## et utilisées par la population ?

La gestion des risques et des catastrophes au Pérou est en amélioration continue. Pour les risques liés au phénomène « El Niño », ils existent plusieurs outils pour y faire face. L'information récoltée à propos des événements précédents et les analyses des experts sur le sujet sont nombreuses. Cependant, ces outils sont souvent mal utilisés ou mal distribués, donc inconnus pour la population. Parmi les outils existants :

- Les cartes d'aléa d'inondations : Les cartes des dangers sont mises à jour régulièrement par les autorités compétentes prenant en compte les derniers événements. Les cartes des dangers ont une légende qui exprime le niveau de dangers par zone, cela peut être faible, moyen, élevé et très élevé, et une petite description de la menace. Par contre, même si ces cartes sont mises à jour constamment, ils ne prennent pas en compte un pronostic de risques à long terme. Dans un environnement spécialement changeant à cause du climat, il est nécessaire que ce type de cartes envisage une situation future. Aussi, dans le cas de l'aléa d'inondations, les périodes de retour devraient être prises en compte pour améliorer la prise de décisions à propos des mesures de réhabilitation.
- Les cartes des dangers sont des outils précieux et indispensables pour la gestion des risques. Pour ces raisons, leurs utilisations doivent être constantes et leurs connaissances sont importantes tant pour les autorités que pour la population.
- Le plan de secteur : Le plan de secteur contient des informations indispensables pour l'aménagement du territoire des villes. Dans le cas de la gestion des risques et des catastrophes, il s'agit d'un outil essentiel pour la planification urbaine. La déclaration des zones habitables ou non, selon leur niveau de risques, et les restrictions urbaines devraient tenir compte de la carte des dangers mentionnée ci-dessus. Par contre, le plan de secteur de la région de Piura ne prend pas en compte (ou n'a pas relation avec) l'information de la carte des dangers d'INDECI. Cela affecte la vulnérabilité de la population parce qu'il n'y a pas de restrictions de constructions dans les zones considérées comme à risques. À propos de la coordination gouvernementale, Soluciones Practicas (2018) indique que les modifications fréquentes dans la gestion ainsi que les changements des rôles et responsabilités, gênent les efforts coordonnés de plusieurs années.
- Informations disponibles pour mieux conseiller les habitants : Pour la compréhension des différents outils disponibles et la mise en place des adaptations à l'échelle individuelle, il faut accompagner la population. En vue de la dernière catastrophe en 2017, les habitants ont développé une attitude plus sensible au sujet des inondations. Il est nécessaire que les autorités réalisent des démarches de sensibilisation pour analyser et prévenir les risques futurs. Les informations disponibles telle que la carte des dangers doivent être transmises aux habitants de

manière claire et précise par les autorités compétentes. Un message clair, unifié et d'une seule source reconnu est indispensable pour éviter la confusion. De cette façon, donner l'accès à l'information à la population est important, ils peuvent ainsi être attentifs lors de la décision d'habiter certaines zones de la ville. L'information devrait être distribuée à différentes échelles : aux autorités locales, aux chefs des établissements humains et aux familles individuelles. Il faudrait envisager d'inclure dans les écoles de la région des matières qui favorisent la sensibilisation aux risques. Elle représente un facteur important pour le développement de la conscience aux risques, surtout liés aux modifications climatiques.

### VI.3 Des mesures d'adaptation à l'échelle individuelles sont appliquées ? Quels sont les freins existants pour les mettre en place ?

Les mesures d'adaptation communautaires devraient être complétées avec des mesures à l'échelle individuelle afin de diminuer la vulnérabilité. Si l'information à propos de risques est disponible pour les habitants, c'est essentiel de développer une culture de préparation aux risques futurs. Malheureusement, les mesures d'adaptation à l'échelle individuelle sont peu appliquées. L'analyse des réponses donne une approche de la situation à propos des freins existants :

- Mesures d'adaptation à l'échelle individuelle non encadrées : Les habitants qui ont développé une conscience aux risques ressentent le besoin de se protéger. Cependant, l'ignorance en culture de la prévention et la déconnexion avec les autorités, rendent difficile le processus d'adaptation. De la même manière, les actions de prévention sans supervision sont inutiles, voire contre-productives. Il est nécessaire que les guides d'adaptation et l'information soient distribués correctement à la population. La simulation est un outil précieux pour motiver et enseigner à la population de se protéger. À son tour, la supervision constante d'experts avant les mesures de prévention individuelle est nécessaire pour éviter les dangers potentiels (comme le cas du logement de "Los Periquitos"). Assurer le bon fonctionnement est du domaine des autorités locales.
- Le coût élevé de certaines mesures d'adaptation : Étant donné que les mesures d'adaptation sont souvent de type structurel, le coût d'implémentation peut être considéré comme élevé. De plus, les personnes les plus vulnérables sont fréquemment celles qui ont le moins de ressources économiques, la possibilité de réaliser des améliorations coûteuses est inconcevable. Le fait est que le rapport coûts-avantages doit être analysé pour indiquer le coût réel. Il s'agit donc de sensibiliser la population pour que les mesures de prévention ne représentent pas une dépense, mais un investissement. Le meilleur exemple serait celui de mars 2017, de nombreuses familles ont perdu tous leurs biens. Il est dès lors possible

d'indiquer que la survenue d'un FEN extraordinaire soit inhabituelle, la possibilité d'être touché est latente.

- Mesures considérées inutiles ou trop contraignantes : La prise des mesures improvisées lors de l'inondation en 2017 a eu plus d'effets négatifs que positifs. La précarité des protections de types barrières et la mauvaise planification (en termes de hauteur, d'emplacements, de matériaux utilisés, etc) laisse une sensation d'inefficacité. Cette perception doit être corrigée via la sensibilisation de la problématique avec l'aide des autorités. Le gouvernement local doit promouvoir chez les citoyens la prise de mesures individuelles, et renforcer l'idée de ses avantages pour éviter des dommages encore plus importants.
- Prise de responsabilité en commun : Bien que le gouvernement doit faire face à la problématique des inondations au niveau urbain, il faut que les citoyens prennent des mesures individuelles dans leurs logements pour se protéger. Comme expliqué précédemment, la prise des mesures de prévention et d'adaptation doit se donner à différentes échelles : communautaire et individuelle. Cette manière assure l'implication de tous les intervenants et renforce l'alliance pour lutter contre la problématique.

#### VI.4 Comment améliorer la résilience face au risque d'inondation ?

Avoir une approche résiliente est de plus en plus essentielle pour pallier les altérations produites par le changement climatique. Cette capacité permet de s'adapter après les événements dommageables et améliorer la situation pour l'avenir. Pour soutenir le développement de la résilience vers la population, il est vital d'avoir une prise de responsabilité en commun et une collaboration entre les deux parties : les citoyens et l'État (les autorités). Adopter des politiques de soutien pour le financement de l'amélioration des logements est un outil important pour faire face aux risques d'inondations. L'État pourrait faciliter l'accès aux crédits pour les personnes qui souhaitent protéger leur logement, et acquitter ceux qui n'ont pas les moyens économiques. De même, proposer des facilités pour la migration des personnes qui habitent dans des zones à risques en leur offrant de meilleures conditions dans le nouvel endroit. La stimulation d'une politique d'assurance fait face au risque d'inondations plus accessible. Actuellement, les politiques d'assurances aux logements sont peu utilisés sinon inconnus pour la majorité de la population. Face aux risques présents dus au FEN, il faut sensibiliser la population de l'importance de ces services. Elle pourrait également être une obligation pour les logements qui se trouvent dans les zones de hauts risques. De la même manière, prendre en compte des mesures d'adaptation dans les nouveaux projets de logements sociaux en cours et futurs impulsés par l'état. Ces projets sont destinés spécialement aux personnes de moindre ressources. De cette manière, l'occupation urbaine des zones inondables serait réduite. C'est important également d'empêcher l'occupation de ces zones à risques. De manière légale, interdire la nouvelle occupation

des zones à risques proches de la rivière via la mise à jour d'un plan de secteur. Une surveillance policière est par ailleurs nécessaire pour éviter que les zones ne soient occupées illégalement par des envahisseurs.

Le développement d'un « Guide inondation pour adapter les logements » face à la crise pendant et après l'inondation est nécessaire. Même si les informations relatives à la question de l'adaptation existent, un consensus est nécessaire. Le message doit être transmis par les autorités régionales d'une seule source et prévoir des mesures d'adaptation pour les différents cas de risques, de budgets et de types de familles. Développer un guide complet serait d'une grande aide pour faire avancer les politiques de prévention. En outre, ce guide peut être offert avec un financement et des conseils d'experts en infrastructures qui permettent aux citoyens d'adapter leurs logements.

## VI.5 Limites de la recherche

L'étape des entretiens est spécifiquement le point clé à améliorer dans le cadre de ce mémoire. Pour l'étape des entretiens, près de quarante personnes ont été contactées pour être interrogées à propos de leurs expériences. Néanmoins, 13 personnes ont répondu positivement. Une partie des personnes contactées n'était pas disponible dans le temps, malgré de multiples tentatives de communication au cours de la période estimée.

Une autre raison était le degré de sensibilité du sujet. Pour beaucoup, les événements de mars 2017 ont été tellement traumatisants qu'ils ne souhaitaient pas témoigner. Ces personnes ont été particulièrement touchées. Il est dommageable pour cette recherche, car il aurait été précieux d'avoir des informations sur la perception du risque de ces personnes, cependant, la participation à l'enquête était entièrement volontaire et le droit de ne pas vouloir témoigner a été respecté.

## VI.6 Pistes d'amélioration de la recherche

Pendant la réalisation de l'étude, certaines pistes d'amélioration ont été envisagées. Celles-ci englobent la méthodologie et la réalisation des entretiens (les questions posées, les données récoltées, le traitement des données,..).

### VI.6.1 Taille et variété de l'échantillon

L'entretien a été fait à treize répondants. La taille de l'échantillon est dès lors limitée pour qu'elle puisse être représentative. Néanmoins, les caractéristiques de l'échantillon par rapport à la population de Castilla étaient satisfaisantes. Une quantité de répondants plus importante permettrait de réaliser une évaluation plus représentative de la zone d'étude. De la même manière, faire une différenciation des paramètres au niveau des données personnelles (comme le sexe, le niveau socio-économique, le niveau

éducatif,...) aurait été intéressant pour faire une analyse de l'impact concernant la connaissance du risque d'inondations.

### VI.6.2 Diffusion de l'enquête

Le principal outil de diffusion du questionnaire a été la communication communale. Cette stratégie directe a été secondée par l'utilisation des réseaux sociaux pour atteindre une quantité de répondants satisfaisante. La plate-forme utilisée était Facebook® en raison de sa plus grande popularité dans la région.

Une piste d'amélioration de la diffusion de l'enquête serait l'utilisation de plusieurs plateformes des réseaux sociaux, ainsi que le contact des médias locaux pour le soutien de la diffusion du message d'enquête. La deuxième piste d'amélioration serait d'élargir la réalisation de l'enquête auprès des autorités pour évaluer la perception en tant que chargés d'actions régionales. Il serait enrichissant d'avoir le témoignage des autorités au moment de la dernière catastrophe (période 2017) et également celui des autorités actuelles pour connaître leur perception de la problématique future. Si possible, avoir une approche aux autorités nationales afin de connaître leur investissement dans la problématique serait également précieux.

### VI.6.3 Type d'enquête

L'étude suit un design qualitatif. Les entretiens ont une durée moyenne de 75 minutes (de 60 à 90 min). Cette contrainte de temps s'est vue refuser l'intervention de plusieurs interviewés. Simplifier l'entretien pour qu'il puisse être fait entre 25 et 30 minutes aurait accru la quantité de participants. Cependant, un témoignage plus court pourrait devenir trop simplifié, ce qui aurait réduit des informations importantes. Pour ces raisons, il serait intéressant d'envisager dans une prochaine étude, une analyse mixte avec des données qualitatives et quantitatives. Il serait dès lors possible de réaliser des entretiens et des questionnaires qui permettraient d'obtenir un échantillon plus important. Ceci permettrait un traitement de données moins personnalisé, mais plus ample. Ainsi, l'analyse serait plus générale et offrirait la possibilité d'avoir un échantillon beaucoup plus représentatif du district de Castilla.

### VI.6.4 Temps

Ce mémoire a été réalisé dans le cadre d'un Master Spécialisé d'une durée d'une année universitaire, ce qui a représenté un temps très limité pour sa réalisation. Avoir la possibilité d'explorer le sujet plus longtemps serait utile pour approfondir les informations du cadre conceptuel, élargir l'échantillon et examiner des nouvelles perspectives.

## VI.7 Perspectives futures

À l'avenir, il serait possible d'envisager la réalisation de cette recherche en dehors du contexte de la crise sanitaire. En raison des restrictions des deux pays et de la peur constante de la population d'autoriser aux tiers à entrer dans les domiciles, l'interaction physique a été réduite. Cela a donné lieu à une analyse des réponses restreintes, puisque seules les réponses verbales et non corporelles des interviewés ont été prises en considération. C'est la raison pour laquelle, un contexte d'interactions plus fluides permettrait une meilleure analyse et représentation du risque. ceci en tenant compte des données obtenues par le langage corporel.

Il serait intéressant d'analyser la réponse de la population aux politiques en cours menées par le gouvernement contre le FEN. Les mesures structurelles et non structurelles et connaître l'opinion, en évaluant à long terme le développement ou non de la résilience et la sensibilisation aux risques. Il ne fait aucun doute que l'apparition du phénomène continuera à se produire au cours des années, et que les zones touchées sont les mêmes ou similaires. Il est nécessaire de continuer l'étude sur le sujet via de nouvelles méthodologies, qui pourraient s'avérer productives





## 7. CONCLUSIONS

## VII CONCLUSION

La réalisation de ce mémoire était focalisé sur la perception du risque des habitants d'une zone urbaine aux risques d'inondations. La notion du risque d'inondations est une construction de plusieurs facteurs tels que les expériences vécues, la perception et la projection vers le futur. Les inondations provoquées par le phénomène « El Niño » ont eu de nombreuses conséquences au niveau urbain et psychologique pour la population. Ces événements sont de plus en plus puissants dus aux altérations liés au changement climatique. Pendant la catastrophe de 2017, les habitants n'ont pas su gérer la situation à cause d'un manque de préparation et d'une déconnexion avec le gouvernement local. Pour ces raisons, les mesures d'adaptation improvisées n'ont pas eu l'efficacité de protection attendues. Dans l'ensemble, la population de Piura a été affectée au niveau économique par la perte de leurs biens, et également au niveau psychologique par l'impact du phénomène.

La présente étude a mis en place une étude qualitative qui a comme point central l'analyse de la conscience du risque des habitants. Ainsi que leurs adaptations et leurs connaissances des outils disponibles (le plan de secteur, la carte des dangers, etc). Les résultats envisagent une faible conscience du risque d'inondations chez les participants et une certaine déconnexion avec le gouvernement local.

L'organisation et la coordination sont des outils fondamentaux dans la gestion des risques. Pour améliorer la mise en place des mesures et réduire la vulnérabilité, il faut d'abord développer la conscience de risque chez les habitants. Les outils existent, ils doivent être connus par la population. Une nécessité existe de mettre en relation les différentes organisations afin d'éviter toute confusion. L'aide financière, une facilité d'obtention d'une assurance logement et la réalisation des simulations sont également des outils qui pourraient être implémentés par le gouvernement afin de réduire la vulnérabilité de la population. La capacité de réponse des urgences doit être efficace pour diminuer l'ampleur des dégâts. Pour cela, il est important de définir les rôles de chaque institution du gouvernement et se diriger vers la population avec un message clair, précis et d'une seule source reconnu par tous. Beaucoup d'habitants ont ressenti l'abandon du gouvernement pendant et après la catastrophe de 2017, ce qui a affecté le niveau de confiance des citoyens vers ces autorités. La communication entre ces deux parties est fondamentale pour assurer l'efficacité. Les mesures d'adaptation doivent se réaliser au niveau communautaire et être géré par le gouvernement comme à échelle individuelle, coordonnées par chaque chef de famille.

Pour finir, ce mémoire enregistre l'état de conscience du risque d'inondations lié au FEN des habitants de Piura. L'implémentation des mesures d'adaptation est attendue pour développer la conscience de risques existante et par conséquent, accroître la résilience des habitants face aux événements dommageables provoqués par le FEN.

## VIII BIBLIOGRAPHIE

- Alvarado, C. y Ettmer, B (2008). Agradación y degradación del río Piura – realineamiento del cauce principal inferior, fenómeno El Niño, Perú. Ingeniería hidráulica en México, vol XXIII, núm. 3, pp. 5-28.
- Amanejieu, A (2018). Travail de fin d'études: "Analyse Temporelle De La Representation du Risque D'inondation De 1980 A 2018 A Douala-Cameroun". Mémoire de la Faculté des Sciences : Master de spécialisation en gestion des risques et des catastrophes. <http://hdl.handle.net/2268.2/5575>
- ANA (2014). Tratamiento del cauce del río Piura para el control de inundaciones. Dirección de Planificación y Desarrollo de los Recursos Hídricos (DPDRH). Publicaciones [151]. Perú.
- Arias, P.A., N. Bellouin, E. Coppola, R.G. Jones, G. Krinner, J. Marotzke, V. Naik, M.D. Palmer, G.-K. Plattner, J. Rogelj, M. Rojas, J. Sillmann, T. Storelvmo, P.W. Thorne, B. Trewin, K. Achuta Rao, B. Adhikary, R.P. Allan, K. Armour, G. Bala, R. Barimalala, S. Berger, J.G. Canadell, C. Cassou, A. Cherchi, W. Collins, W.D. Collins, S.L. Connors, S. Corti, F. Cruz, F.J. Dentener, C. Dereczynski, A. Di Luca, A. Diongue Niang, F.J. Doblas-Reyes, A. Dosio, H. Douville, F. Engelbrecht, V. Eyring, E. Fischer, P. Forster, B. Fox-Kemper, J.S. Fuglestedt, J.C. Fyfe, N.P. Gillett, L. Goldfarb, I. Gorodetskaya, J.M. Gutierrez, R. Hamdi, E. Hawkins, H.T. Hewitt, P. Hope, A.S. Islam, C. Jones, D.S. Kaufman, R.E. Kopp, Y. Kosaka, J. Kossin, S. Krakovska, J.-Y. Lee, J. Li, T. Mauritsen, T.K. Maycock, M. Meinshausen, S.-K. Min, P.M.S. Monteiro, T. Ngo-Duc, F. Otto, I. Pinto, A. Pirani, K. Raghavan, R. Ranasinghe, A.C. Ruane, L. Ruiz, J.-B. Sallée, B.H. Samset, S. Sathyendranath, S.I. Seneviratne, A.A. Sörensson, S. Szopa, I. Takayabu, A.-M. Tréguier, B. van den Hurk, R. Vautard, K. von Schuckmann, S. Zaehle, X. Zhang, and K. Zickfeld, 2021: Technical Summary. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [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, & B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom & New York, NY, USA, pp. 33–144, doi:10.1017/9781009157896.002.
- Autoridad Autónoma de la Cuenca Hidrográfica Chira Piura. (2005). Evaluación Local Integrada y Estrategia de Adaptación al Cambio Climático en la Cuenca del Río Piura. Lima, Perú: CONAM - Consejo Nacional del Ambiente.
- Azurín, C. (2010). Estudio para la conformación de un programa de inversión pública que permita disminuir la vulnerabilidad frente al incremento de caudales originados por precipitaciones extremas en la cuenca Media y Baja del río Piura. Piura, Perú
- Baggio, S. & Rouquette, M. (2006). La représentation sociale de l'inondation : influence croisée de la proximité au risque et de l'importance de l'enjeu. *Bulletin de psychologie*, 481, 103-117. <https://doi.org/10.3917/bupsy.481.0103>

- Bates, B. C., Z. W. Kundzewicz, S. Wu & 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.
- Beckers, A., Dewals, B., Erpicum, S., Dujardin, S., Detrembleur, S., Teller, J., Piroton, M. & Archambeau, P. (2013). Contribution of land use changes to future flood damage along the river Meuse in the Walloon region. *Natural Hazards and Earth System Sciences (NHESS)*, 13:2301–2318. <https://doi.org/10.5194/nhess-13-2301-2013>
- Berrigan, Frances J. (1981). *Les médias communautaires et le développement*. France: UNESCO.
- Blanchet, A., & Gotman, A. (2010). *L'enquête et ses méthodes : l'entretien*, d'Alain Blanchet et Anne Gotman (éditions Armand Colin).
- CENEPRED & Municipalidad Distrital de Castilla. (2017). Informe de evaluación del riesgo por desborde del río Piura e inundación pluvial en el centro poblado de Castilla, Distrito de Castilla, Provincia y Departamento de Piura. Piura, Perú: CENEPRED.
- CENEPRED & Municipalidad Provincial de Piura. (2017). Informe de evaluación del riesgo de inundación pluvial y fluvial originado por lluvias intensas en el área urbana del distrito de Piura. Piura, Perú: CENEPRED.
- CENEPRED. (2017). Implementación del Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. Lima, Perú: CENEPRED.
- Compendio Estadístico Del Indeci (2017) – Gestión Reactiva/.Perú. Instituto Nacional de Defensa Civil. Lima: INDECI. Dirección de Políticas, Planes y Evaluación.
- Cooper, J.A.G. & Pile, J. (2014) The adaptation-resistance spectrum: A classification of contemporary adaptation approaches to climate-related coastal change, *Ocean & Coastal Management*, 90-98, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2013.09.006>.
- Corbetta, P. (2007). *Metodología y técnicas de investigación social*. Edición revisada. España: McGraw-Hill.
- Dauphiné, A. & Provitolo, D. (2007). La résilience : un concept pour la gestion des risques. *Annales de géographie*, 654, 115-125. <https://doi.org/10.3917/ag.654.0115>
- Defensoría del Pueblo. (2018). Seguimiento a las intervenciones del estado post fenómeno el niño costero 2017, en el marco de los procesos de rehabilitación y reconstrucción. Lima, Perú: Defensoría del Pueblo.
- Erickson, F. (1989). Métodos cualitativos de investigación sobre la enseñanza. In M. Wittrok (Ed.), *La investigación de la enseñanza II. Métodos cualitativos de observación*. Barcelona: Paidós MEC. Pp. 203-47.
- Espinoza, A. & R. Fort (2020). Mapeo y tipología de la expansión urbana en el Perú. Lima: GRADE; ADI. <https://www.grade.org.pe/publicaciones/mapeo-y-tipologia-de-la-expansion-urbana-en-el-peru/>

- European Commission (2017, March 28) Floods in Peru. Accessed April 7, 2017. <https://earthobservatory.nasa.gov/images/89978/flooding-in-northern-peru>
- GIEC (2018) : Résumé à l'intention des décideurs, Réchauffement planétaire de 1,5 °C, Rapport spécial du GIEC sur les conséquences d'un réchauffement planétaire de 1,5 °C par rapport aux niveaux préindustriels et les trajectoires associées d'émissions mondiales de gaz à effet de serre, dans le contexte du renforcement de la parade mondiale au changement climatique, du développement durable et de la lutte contre la pauvreté [Publié sous la direction de V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H. O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor et T. Waterfield]. Organisation météorologique mondiale, Genève, Suisse, 32 p.
- Gobierno Regional de Piura & PMA. (2021). Plan de Operaciones de emergencias de la Región Piura. Piura, Perú: Gobierno Regional de Piura.
- Gobierno Regional de Piura. (2017). Análisis prospectivo regional (2016-2030). Piura, Perú: Gobierno Regional Piura.
- Gobierno Regional de Piura. (2018). Plan estratégico institucional 2018-2022. Piura, Perú: Gobierno Regional de Piura Gerencia Regional De Planeamiento, Presupuesto Y Acondicionamiento Territorial.
- Gobierno Regional de Piura. (2019). Plan De Prevención Y Reducción Del Riesgo De Desastres De La Región Piura 2020-2022. Piura, Perú: Gobierno Regional de Piura.
- Gobierno Regional de Piura. (2018). QGis: Una herramienta SIG para el ordenamiento territorial. Guía técnica amigable para el manejo de información cartográfica. Piura, Perú: Gobierno Regional Piura, Gerencia De Planeamiento Presupuesto Y Acondicionamiento Territorial. Sub Gerencia de Bienes Regionales Demarcación y Ordenamiento Territorial.
- Hernández-Jiménez, M (2018) Diseño Del Drenaje Pluvial Y Evaluación De Impacto Ambiental En Urb. El Chilcal De La Ciudad De Piura. Universidad de Piura. Piura. Perú.
- INDECI, PMA & Save The Children. (2018). Fortaleciendo la respuesta ante desastres en el Perú: Lecciones Aprendidas del Fenómeno El Niño Costero 2017 en el Perú. Lima, Perú: INDECI.
- INDECI. (2017). Boletín estadístico virtual de la gestión reactiva. Lima, Perú: Dirección de Políticas, Planes y Evaluación INDECI.
- INDECI. (2018). Lineamientos Para La Respuesta Proceso De La Gestion Del Riesgo De Desastres. Lima, Perú: INDECI. [https://www.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2018/10/LINEAMIENTOS\\_PARA\\_LA\\_RESPUESTA\\_2.pdf](https://www.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2018/10/LINEAMIENTOS_PARA_LA_RESPUESTA_2.pdf). Consulté le 05/04/2022
- INEI (2017) Perú: Perfil Sociodemográfico. Informe Nacional, Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1539/](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/)

- INGEMMET (1994). Estudio geodinámico de la cuenca del río Piura. Piura.
- INGEMMET (2017). Evaluación geológica de las zonas afectadas por El Niño Costero 2017 en la región Piura. Informe técnico N° 6765. Piura.
- IPCC (2021): Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [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, & B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, In press, doi:10.1017/9781009157896.
- IPCC (2021): Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [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, & B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 3–32, doi:10.1017/9781009157896.001.
- Isla, A. (2018). La gestión del riesgo de desastres en el Perú. PAIDEIA XXI, Vol.6, N° 7, pp. 137-158. <https://doi.org/10.31381/paideia.v6i7.1605>
- Jansen, H. (2012). La lógica de la investigación por encuesta cualitativa y su posición en el campo de los métodos de investigación social. Paradigmas, 4, 39-72.
- Jaramillo, C (2021). La crisis político institucional peruana en 2020. Documento de Trabajo No 17. México: Observatorio de Reformas Políticas en América Latina, IJI-UNAM, Organización de los Estados Americanos (OEA).
- Khan, S.I, Hong, Y., Wang, J., Yilmaz, K., Gourley, J.J, Adler, R.F. & Irwin, D. (2011). Télédétection par satellite et modélisation hydrologique de la cartographie des inondations dans le bassin du lac Victoria : implications pour la prévision hydrologique dans les bassins non jaugés. Transactions IEEE sur les géosciences et la télédétection, 49 (1), 85-95
- Kundzewicz, Z.W., Kanae, S., Seneviratne, S.I., Handmer, J., Nicholls, N., Peduzzi, P. & Muir-Wood, R. (2014). Risque d'inondation et changement climatique : perspectives mondiales et régionales. Journal des sciences hydrologiques, 59 (1), 1-28.
- Maza, J. (2019). Análisis del comportamiento hidráulico del Río Piura, en el tramo Los Ejidos - Puente Independencia (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Civil. Piura, Perú.
- Mills-Novoa, M.(2020) Making agro-export entrepreneurs out of Campesinos: the role of water policy reform, agricultural development initiatives, and the specter of climate change in reshaping agricultural systems in Piura, Peru. Agric Hum Values 37, 667–682 . <https://doi.org/10.1007/s10460-019-10008-5>

- Ministerio del Ambiente. (2015) Mapa de susceptibilidad física del Perú: zonas propensas a inundaciones y deslizamientos en la costa y sierra frente a la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos / Ministerio del Ambiente, Dirección General de Ordenamiento Territorial. Lima, Perú
- Municipalidad Distrital de Castilla. (2019). Plan de desarrollo local concertado 2019-2030. Piura, Perú: Municipalidad Distrital de Castilla.
- Municipalidad Distrital de Castilla. (2020). Plan de Prevención y Reducción del riesgo de desastres 2020-2022. Piura, Perú: Municipalidad Distrital de Castilla.
- Neyra, D., Olivares, A. (2019). Análisis hidrometeorológico de la cuenca del río Piura durante El Niño Costero 2017. Universidad de Piura. Piura. Perú.
- Noulin, J (2021). Adaptations des habitations face aux risques d'inondations. Cas d'études en Région wallonne et en Angleterre. Mémoire de la Faculté des Sciences Appliquées. Master en ingénieur civil architecte, à finalité spécialisée en ingénierie architecturale et urbaine. <http://hdl.handle.net/2268.2/13317>
- Omnès, C. (2009). De la perception du risque professionnel aux pratiques de prévention : la construction d'un risque acceptable. Revue d'histoire moderne & contemporaine, 56-1, 61-82. <https://doi.org/10.3917/rhmc.561.0061>
- Ozer, P. (2022). Introduction Aux Risques Naturels. [https://www.researchgate.net/publication/265141568\\_INTRODUCTION\\_AUX\\_RISQUES\\_NATURELS](https://www.researchgate.net/publication/265141568_INTRODUCTION_AUX_RISQUES_NATURELS)
- Peña, J. (2021). Zonificación del riesgo por inundación en el tramo urbano del río Piura en situaciones de FEN. (Tesis para optar el Grado de Máster en Recursos Hídricos) Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería. Piura, Perú.
- Pérez Morales, A., Gil Guirado, S., & Quesada García (2021). Do we all stand equally towards the flood? Analysis of social vulnerability in the Spanish Mediterranean coast. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, (88). <https://doi.org/10.21138/bage.2970>
- Petit, F. (1996). Les types de crues et leur répartition; les moyens de lutte contre les inondations. Les catastrophes naturelles, 35-55. <https://hdl.handle.net/2268/69147>
- PREDES (2008). Metodología para el análisis de vulnerabilidad y riesgo ante inundaciones y sismos, de las edificaciones en centros urbanos. Extraído de <https://www.eird.org/plataforma-tematica-riesgo-urbano/recopilacion-de-articulos/olgalozano.pdf>
- Ribera Masgrau, L. (2004). Los mapas de riesgo de inundaciones: representación de la vulnerabilidad y aportación de las innovaciones tecnológicas. Documents d'anàlisi geogràfica, 43, 153–171. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1125369>
- Rocha, A (2002). El fenómeno el niño de 1578 y El pago de impuestos. Lima, Perú
- SCRD, CENEPRED, INDECI, MEF, CEPLAN & RREE (2014). Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – PLANAGERD 2014-2021.

- SENAMHI (2014). El fenómeno El Niño en el Perú. Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – PLANAGERD 2014 – 2021. Lima. Perú.
- Serre, D. (2011). La ville résiliente aux inondations Méthodes et outils d'évaluation (Doctoral dissertation, Université Paris-Est), 173p.
- SINAGRED, PCM, SGRD, CENEPRED & INDECI. (2014). Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - PLANAGRED 2014-2021. Lima, Perú: PCM.
- Soluciones Prácticas & Zurich. (2017). Gestión de riesgos y resiliencia antes inundaciones en Piura y Lima. Lima, Perú: Soluciones Prácticas.
- Soluciones Prácticas.(2017). Gestión de riesgos y resiliencia ante inundaciones en Piura y Lima. Boletín Informativo del Proyecto: Aliados ante Inundaciones. Lima. Perú.
- Takahashi K. (2017). Fenómeno El Niño: “Global” vs “Costero”. Boletín Técnico: Generación de información y monitoreo del Fenómeno El Niño, Vol. 4 N°4 2017.
- UDEP & UNP (2001). Estudio para el Tratamiento Integral del Río Piura. Proyecto PNUD – Gobierno PER 98/018, CTAR Piura. Piura.
- Venkateswaran, K., MacClune, K. & Enríquez, M.F. (2017). El Niño Costero: The 2017 Floods in Peru. Zurich Flood Resilience Alliance.
- Yiou, P. & Jézéquel, A. (2017) Crise, catastrophe, risque et adaptation. L'adaptation au changement climatique. Une question de sociétés. hal-01621512 <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01621512>

#### Ressources Internet

- Archambeau, P. (2021) Pierre Archambeau : " Les inondations ne nous ont pas surpris". Vedia, television locale de la region de Verviers. [https://www.vedia.be/www/video/info/societe/pierre-archambeau-quot-les-inondations-ne-nous-ont-pas-surpris-quot-\\_105922\\_272.html?fbclid=IwAR35KCxFEcQwMiXCS8hzqJbWDAQi1yE-MeTdcApYwS4VmoQA1LgZpQpRXJ0](https://www.vedia.be/www/video/info/societe/pierre-archambeau-quot-les-inondations-ne-nous-ont-pas-surpris-quot-_105922_272.html?fbclid=IwAR35KCxFEcQwMiXCS8hzqJbWDAQi1yE-MeTdcApYwS4VmoQA1LgZpQpRXJ0). Consulté le 02/06/22.
- Inside Climate News (2017, April 6) Peru's Floods Follow Climate Change's Deadly Extreme Weather Trend. Accessed April 7, 2017. <https://earthobservatory.nasa.gov/images/89978/flooding-in-northern-peru>
- Pérez, L. (2022). A cinco años de El Niño Costero: No se inició ninguna obra en el río Piura para evitar otro desastre. Convoca.pe. <https://convoca.pe/agenda-propia/cinco-anos-de-el-nino-costero-no-se-inicio-ninguna-obra-en-el-rio-piura-para-evitar>. Consulté le 15/04/2022
- SENAMHI (2021). Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. Extraído de <https://www.gob.pe/senamhi>
- SIGRID : Site Officiel Des Dossiers Administratifs Des Risques Et Catastrophes. <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/761>



## **IX ANNEXES**

### **Annexe 01 : Discours semi-structure de l'entretien**

#### ***(Introduction)***

*Cher interviewé,*

*Je suis étudiante en gestion des risques et des catastrophes naturelles à l'Université de Liège en Belgique, et je réalise mon travail de fin d'étude sur le Phénomène "El Niño" à Piura.*

*Je voudrais avoir votre témoignage sur ce que vous avez observé / vécu avant, pendant et après les inondations causées par le Phénomène "El Niño" en Mars 2017. Toutes les informations que vous pouvez me fournir sur ce qui s'est passé sont d'une ample importance, depuis la description des événements jusqu'à votre expérience personnelle et les mesures prises pendant et après les inondations.*

*Votre participation est volontaire et les données fournies seront traitées en toute confidentialité et uniquement à des fins académiques et de recherche. Vos réponses seront traitées de manière anonyme et regroupées avec celles des autres répondants.*

*L'interview sera enregistrée, vous êtes d'accord alors s'il vous plaît répondre avec « oui ».*

#### ***(Récit central de la catastrophe)***

Où étiez-vous pendant le débordement du fleuve le 27 mars 2017 ? Pouvez-vous me décrire les jours qui ont précédé le débordement de la rivière ? Comment réagissez-vous aux événements ? Pourriez-vous me décrire la séquence de ce qui s'est passé ? L'eau du débordement venait-elle dans quelle direction ? Le débordement de la rivière entre-t-il dans votre maison ? Jusqu'à quelle hauteur ? Dans quel laps de temps l'eau a-t-elle atteint sa plus grande hauteur ? L'eau du débordement formait-elle des vagues ou stagnait-elle ? Quelles étaient les caractéristiques de l'eau entrant dans votre maison (couleur, si vous aviez des éléments traînants comme la végétation ou le défrichement, la pollution, etc.) ?

#### ***(Avant la catastrophe)***

En ce qui concerne les jours précédant le débordement de la rivière, à quel moment avez-vous réalisé le risque de débordement possible ? Y a-t-il eu des alertes de la part des autorités de la région ? Comment était-ce (radio, télévision, haut-parleur, SMS d'alerte, réseaux sociaux, conseils de quartier, etc.) ?

#### ***(Connaissance / Perception des risques)***

Saviez-vous que vous habitiez une zone inondable ? Avez-vous déjà connu une inondation semblable à celle qui s'était produite en 2017 dans votre quartier ? Comment s'est passée votre expérience ?

#### ***(Actions, conséquences et réactions ultérieures)***

Avez-vous pris des mesures de précaution pour protéger votre logement avant les inondations de 2017 ? Quelles étaient ces mesures de précaution ?

Après les événements de 2017, votre logement / urbanisme environnant (infrastructure de base de votre district, services de base obstrués, trottoirs et jardinières, pistes, etc.) ont-ils été endommagés ? Quels ont été les principaux dégâts causés à votre maison et aux alentours ? Avez-vous pris des mesures de prévention en cas de nouvelles inondations provoquées par les points de liaison nationaux ? Quelles sont ces mesures de prévention ?

***(Participation du gouvernement)***

Vous et vos voisins avez-vous reçu une aide du gouvernement régional pendant et après les inondations ? Quel type d'aide et pendant quelle période ? Des groupes de secours (police, pompiers et/ou bénévoles) ont-ils été organisés dans votre district ? Sur quoi ces groupes de secours se sont-ils concentrés (sauvetage de personnes isolées, fourniture de nourriture et d'eau, etc.) Quels étaient les besoins les plus importants durant cette période ? Pensez-vous que les autorités régionales et locales ont su faire face aux inondations ? Pensez-vous que les autorités ont su gérer le processus de « reconstruction avec changement » ? Selon vous, quelle était l'erreur commise ou quelles recommandations donneriez-vous à titre personnel ?

***(Résilience / Perception des risques futurs)***

Après les événements, avez-vous reconstruit / fait des améliorations dans votre maison ? Êtes-vous assuré auprès d'une entreprise face à de tels événements ? Avez-vous considéré la migration (déplacement permanent vers une zone non inondable) comme une mesure de protection contre le risque d'inondation ou, au contraire, envisagez-vous de continuer à habiter la zone actuelle ?

***(Données Générales)***

Données personnelles : sexe, âge, profession, taille de la famille, revenu mensuel, diplôme, adresse, matériel de logement, etc

## Annexe 02 : Grille d'analyse des entretiens qualitatives

Catégories	Sous-catégories	Citation textuelle	Mots/expressions clés	Remarques
Histoire centrale de la catastrophe (événements vécus / description) 	Description précédente de la catastrophe	•	•	•
	Description du moment de la catastrophe	•	•	•
	Description post-catastrophe	•	•	•
	Présentation des événements précédents FEN	•	•	•
Actions de prévention 	Singles	•	•	•
	Collectif	•	•	•
Participation du gouvernement, de l'État ou du secteur privé 	Participation du gouvernement régional	•	•	•
	Participation de l'État et d'autres personnes (police, pompiers, armée, médias, etc.)	•	•	•
	Participation de tiers/privé	•	•	•
Sensibilisation / perception du risque 	Sensibilisation au danger	•	•	•
	Perception du problème	•	•	•
Sentiments 	Sentiments au moment de la catastrophe	•	•	•
Perspectives d'avenir / résilience 	Mesures préventives à l'avenir	•	•	•
	Perspectives d'avenir	•	•	•

Analyse du risque d'inondations dans le milieu urbain : Le cas du phénomène « El Niño » à Piura (Pérou)

Annexe 03 : Résumé des données de l'échantillon.

ID	ÂGE	SEXE	ADRESSE	NIVEAU EDUCATIVE	NIVEAU ECONOMIQUE	MATERIAUX DU LOGEMENT	# D'ETAGES DU LOGEMENT (PLUS TOIT)	# PERSONNES DU MENAGE	HAUTEUR DU DEBORDEMENT DANS SON LOGEMENT ( cm)	DOMMAGES REGISTRES (VOIR LEGENDE)	AVEZ-VOUS PRIS DES MESURES DE PREVENTION DE TYPE BARRIÈRE PENDANT LE FEN 2017?	AVEZ-VOUS RECU UNE ALERTE OFFICIELLE?	AVEZ-VOUS RECU DE L'AIDE DU GOUVERNEMENT?	AVEZ VOUS RESTE DANS SON LOGEMENT PENDANT LA CATASTROPHE ?	AVEZ-VOUS MIGRE PENDANT LA CATASTROPHE ?	HABITEZ-VOUS MAINTENANT LE MEME LOGEMENT?	AVEZ-VOUS CONCIENCE DU RISQUE D'INONDATION DANS SON LOGEMENT?	AVEZ-VOUS PRIS DES MESURES DE PREVENTION POUR L'AVENIR?	CONSIDEREZ-VOUS MIGRER DE VOTRE ZONE POUR LE RISQUE D'INONDATION?	PENSEZ-VOUS QUE LES AUTORITÉS ONT SU GÉRER LA RECONSTRUCTION ?
1	48	M	Los Tullipanes W-01 Lote 4 - Castilla	Postgrade	A	Briques	3	6	0	FAIBLE	OUI	NO	OUI	OUI	NO	OUI	OUI	NO	NO	NO
2	67	F	Calle Moquegua 200 - Castilla	Secondaire Complète	ne précise pas	Adobe et briques	1	2	70	ELEVE	NO	NO	NO	NO	OUI	NO	NO	NO	OUI	NO
3	52	F	Calle San Martin 542 - Castilla	Supérieur	C	Briques	1	5	150	MOYEN	OUI	OUI	NO	NO	OUI	OUI	OUI	NO	OUI	NO
4	45	M	Calle Amazonas 625 - Castilla	Supérieur-Technicien	C	Briques	2	6	6	FAIBLE	OUI	NO	OUI	OUI	NO	OUI	OUI	OUI	OUI	NO
5	55	F	Av. Cayetano Heredia 217 A - Castilla	Supérieur	ne précise pas	Briques	3	5	30	FAIBLE	NO	NO	OUI	OUI	NO	OUI	NO	NO	NO	NO
6	45	F	Calle Lambayeque 120 - Castilla	Supérieur	D	Briques	1	5	150	MOYEN	OUI	NO	NO	NO	OUI	NO	OUI	NO	OUI	NO
7	49	F	Calle Libertad 142 - Castilla	Supérieur-Technicien	D	Briques	1	4	120	MOYEN	OUI	NO	NO	NO	OUI	OUI	OUI	NO	OUI	NO
8	25	F	Av. Tacna 422 - Castilla	Supérieur	C	Adobe et briques	1	5	150	ELEVE	OUI	NO	NO	NO	OUI	OUI	OUI	NO	OUI	NO
9	62	F	Calle Callao 608 - Castilla	Secondaire Complète	ne précise pas	Briques	1	1	150	MOYEN	NO	NO	OUI	NO	OUI	OUI	OUI	NO	NO	NO
10	48	F	Calle Cusco 316 B - Castilla	Secondaire Complète	E	Briques	1	5	150	MOYEN	OUI	OUI	NO	NO	OUI	OUI	OUI	NO	NO	NO
11	26	F	Av. Tacna 538 - Castilla	Supérieur	D	Briques	2	3	200	MOYEN	OUI	NO	NO	OUI	NO	OUI	OUI	NO	NO	NO
12	31	F	Calle Cusco 335 - Castilla	Secondaire Complète	C	Adobe et briques	1	5	150	ELEVE	OUI	NO	NO	NO	OUI	OUI	OUI	OUI	NO	NO
13	28	F	Av. Luis Montero 494 - Castilla	Supérieur	A	Briques	2	5	15	FAIBLE	OUI	NO	OUI	OUI	NO	OUI	NO	NO	NO	NO