

Sommaire

INTRODUCTION

ANALYSE DE LA VULNERABILITE, UNE APPROCHE QUI VEUT COMPRENDRE LES COMPORTEMENTS

1. Méthodologie

- 1.1. Collecte des données
 - 1.1.1. Travail préparatoire aux travaux de terrains
 - a) Le questionnaire
 - b) Cartes et tableaux
 - 1.1.2. Méthodologie de terrain
 - 1.1.3. Limites de la méthode
- 1.2. Traitement des données
 - 1.2.1. Recodage des classes
 - 1.2.2. Calculs des indices
 - 1.2.3. Méthodologie de la cartographie
 - a) Traitement des variables
 - b) Carte en tachèles de la vulnérabilité
 - 1.2.4. Limites de la méthode

2. Résultats

- 2.1. Résultats de l'enquête
- 2.2. Indice « Biophysique» sur la vulnérabilité matérielle
 - 2.2.1. Collecte des données
 - a) Données utilisables brut
 - b) Données recodées
 - 2.2.2. Calcul de l'indice physique pour les dégâts matériels
 - a) Pondération des variables de l'indice
 - b) Résultats du calcul
 - c) Utilisation de la cartographie pour améliorer l'indice
- 2.3. Indice « Capacité d'action » sur la vulnérabilité matérielle
 - 2.3.1. Collecte des données
 - a) Utilisation de données bruts
 - b) Utilisation de données recodées
 - 2.3.2. Traitement des données
 - a) Pondération des Variables
 - b) Résultats du calcul
- 2.4. Indice « Résilience » sur la vulnérabilité matérielle
 - 2.4.1. Collecte des données
 - a) Utilisation de données recodées
 - b) Utilisation de donnée recodée par groupement de variable
 - 2.4.2. Traitement des données
 - a) Pondération des variables de l'indice
 - b) Résultats du calcul
- 2.5. Critique des résultats

3. Analyse

- 3.1. Résultats d'analyse
 - 3.1.1. Analyse géographique
 - 3.1.2. Analyse sociologique
 - a) Prévention
 - b) Pendant l'évènement
 - c) Résilience
- 3.2. Critique des résultats

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

TABLE DES MATIERES

ANNEXES

TABLE DES PHOTOGRAPHIES

TABLE DES FIGURES

TABLEAU DES CARTES

TABLE DES TABLEAUX

Introduction

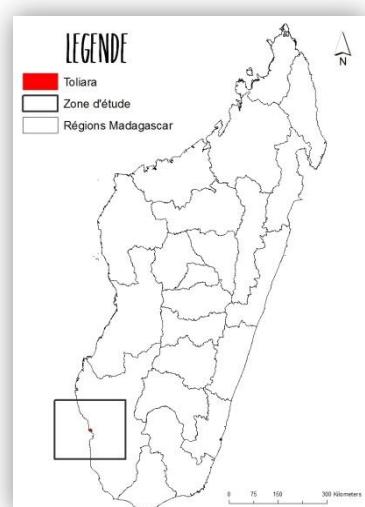
Notre époque observe l'émergence de grands débats de société concernant l'évolution du climat. Le dernier rapport du GIEC (Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat, créé en 1988 par l'Organisation Météorologique Mondiale OMM et le Programme pour l'Environnement des Nations Unies PNUE) de 2014 parle de réchauffement climatique causé par l'activité des hommes. Il y aurait même d'après ce rapport de plus en plus de certitudes quand à l'impact de l'homme sur le réchauffement climatique (En 2001, le lien était jugé probable, en 2007 jugé très probable et en 2013 jugé extrêmement probable). D'autres, nommés les climato-sceptiques comme Claude Allègre en France pour ne citer que lui, estiment que rien ne permet d'affirmer l'origine humaine dans ce qui serait le réchauffement climatique. En lien avec ce changement climatique, un autre débat porte sur l'augmentation ou non de la fréquence et du nombre d'aléas. En effet, l'augmentation des « catastrophes », notamment climatique, peut aussi s'expliquer par l'augmentation du nombre d'hommes qui s'installent en zone dangereuse car soumis à risque. C'est une question intéressante, qui porte à de nombreux débats qui sont loin d'être clos, mais peu importe, ce que nous observons c'est que des personnes sont touchées. D'ailleurs, si des personnes en sont rendues à s'installer en zone dangereuse c'est principalement pour des raisons économiques. Les conséquences de ce phénomène peuvent être, une pression foncière, une urbanisation anarchique et une installation de bidonville due à la pauvreté. Les populations qui subissent le plus ces événements, sont donc les plus pauvres. C'est un véritable problème de société car ce sont justement ces populations qui ont le plus de mal à se relever d'une catastrophe. De plus, les politiques d'aménagement pour lutter contre et gérer les catastrophes ne semblent pas être une priorité pour les dirigeants des pays en voie de développement. Il devient donc indispensable de trouver des solutions alternatives à celle que pourraient apporter les politiques. Ce serait des solutions émanant de la population elle-même.

Ce mémoire s'inscrit dans un travail plus global, qu'est la thèse de M.M. Rakotoarisoa. Cette thèse porte sur l'évaluation du risque inondation dans la province de Toliara à Madagascar liée au fleuve Fiherenana. Tout d'abord, il est possible de parler de la notion de risque quand nous sommes face à l'occurrence d'aléas, en présence d'éléments vulnérables. C'est dans la partie vulnérabilité que ce mémoire s'insère.

La zone d'étude se situant très loin de la France, nous avons sollicité une demande de bourse afin de pouvoir effectuer notre terrain pour le relevé des données. C'est AUF (Agence Universitaire de la Francophonie) qui a répondu présente à cet appel. Le voyage a été entièrement financé.

La zone que nous étudions dans ce mémoire correspond parfaitement aux différents critères évoqués. La ville de Toliara à Madagascar connaît une urbanisation anarchique, liée à un exode rural important doublé d'une forte croissance démographique. La population majoritairement très pauvre s'installe dans la ville,

Carte 1:
Localisation de la
zone d'étude à
Madagascar



notamment dans la zone inondable du Fiherenana, situé au Nord de la ville, sans règles d'urbanisation et pour beaucoup avec des habitats fragiles (maisons en roseau) et peu adaptés à des situations d'inondation. Ces structures fragiles qui s'installent de plus en plus, sont soumises au passage récurrent de cyclones qui entraînent le débordement du fleuve Fiherenana. Dans un contexte politique tendu (bouleversements récurrents), les aménagements et la mise en place de politiques de prévention du risque ne sont pas la principale préoccupation.

Pour R. D'Ercole et J.-C. Thouret (2015) « La vulnérabilité *lato sensu* s'inscrit dans un système qui englobe les préjudices corporels et moraux aux personnes et l'endommagement potentiel des éléments exposés (biens de production, activités socio-économiques et patrimoine). Ce système obéit à une série de facteurs structurels, géographiques et conjoncturels. ». La vulnérabilité évalue la sensibilité aux blessures des éléments exposés ainsi que la difficulté que ces éléments ont pour retrouver une santé mise en péril. Ces éléments sont observables à travers deux aspects que sont les dommages potentiels, c'est à dire la capacité d'endommagement et la réaction d'une société face à la crise. Ces auteurs ont mis en place une approche qui tente d'évaluer les conditions et de déceler les facteurs propices aux endommagements ou influant la capacité de réponse à une situation. Ils définissent plusieurs facteurs pouvant produire des informations quantitatives qui mesurent l'exposition des éléments, ainsi que des informations qualitatives qui reflètent la capacité de réponse. Dans sa thèse en 1991, D'Ercole a opté pour l'évaluation de cette vulnérabilité à travers la mise en place d'une enquête par questionnaire. S'il a fait ce choix, c'est lié au pays dans lequel il a mené ses travaux qui est l'Equateur. Il explique que même en ayant une carte des zones vulnérables plutôt juste, avant la catastrophe, cela n'a pas permis la réduction des dégâts. Le cadre, la société, l'environnement dans lequel nous évaluons la vulnérabilité est très important. Pour son cas, en Equateur, les moyens techniques du pays ne permettaient pas, même en connaissant les zones à risque, de réduire les dégâts. Il lui était donc nécessaire de comprendre le comportement des différents acteurs. Afin d'analyser quel degré de vulnérabilité ce comportement a pu entraîner. Une enquête par questionnaire est alors le meilleur moyen de comprendre comment les personnes ont agit et pourquoi.

Cette méthode a parfaitement correspondu à notre cas. C'est une approche rétrospective, c'est-à-dire qu'elle nécessite l'occurrence d'un évènement il y a peu de temps. Notre zone d'étude située dans le Sud-ouest de Madagascar a subit le passage d'un cyclone en 2013, ayant entraîné le débordement du fleuve Fiherenana. Cet évènement a généré beaucoup de dégâts, de nombreuses victimes, ainsi qu'une difficulté à se remettre de l'évènement. Madagascar occupe la 154^e place 188 pays du Rapport sur le développement humain 2015 des nations Unies. La pauvreté fait donc partie intégrante de cette société. Les politiques publiques d'aménagement sont dans l'incapacité à mettre en place un système de protection efficace pour le moment. Le seul aménagement que nous avons observé à Toliara est la présence d'une digue. Or la pauvreté de la population est telle que cette digue est partiellement démantelée, les matériaux qui la composent ont été pillés. Nous sommes bien là face à une population qui ne bénéficie pas d'une prévention efficace des risques mise en place par les politiques.

Cette méthode n'est pas une approche prospective, nous ne souhaitons pas ici prédire l'impact d'un futur évènement. Nous souhaitons comprendre le comportement des personnes, leurs pratiques lors du dernier évènement, afin de déterminer ce qui a pu les rendre plus ou moins vulnérables. Lors d'une enquête, il est possible de mener quelques entretiens et/ou faire remplir un questionnaire par un panel représentatif. Nous

avons choisis de mettre en place une enquête par questionnaire au lieu de réaliser des entretiens car « une série de bons entretiens éclairerons peu sur les déterminants des pratiques » (O. Martin 2004). Effectivement, nous voulons savoir ce qui détermine les comportements au-delà de ce que les personnes nous disent sur ce qu'elles font. Nous chercherons à savoir ce que les personnes font et ce qui contribue à les rendre plus vulnérable, et, à l'inverse, ce qui les rend moins vulnérables. Cela nous permettra d'orienter la prévention du risque, en l'adaptant à la population de notre zone d'étude. Toujours d'après les travaux de J-C. Touret et R. D'Ercole (2015), il n'est pas possible, voir dangereux, de mettre en place une politique sans étude du contexte social.

Notre sujet concernant la gestion et lutte contre les inondations, se tourne vers une approche qui veut comprendre la vulnérabilité des populations pour adapter les solutions de prévention et de résilience.

Nous avons donc mis en place un questionnaire en s'inspirant de la méthode de (R. D'Ercole 1991) mais également en se basant sur les méthodes du domaine de la sociologie de F. Singly (2012). Nous avons adapté leurs méthodes de questionnaire à notre zone d'étude et aux résultats que nous voulions obtenir.

Les travaux existants sur l'évaluation de la vulnérabilité suivent à peu près tous le même schéma, ils mettent en place un indice de vulnérabilité synthétique comme par exemple dans les travaux de A-C. Chardon (1994). Cet indice synthétique permet d'établir une hiérarchie en définissant un barème selon le degré de vulnérabilité. Cependant, cela ne permet pas de mettre en évidence les facteurs de cette vulnérabilité et donc ne permet pas d'apporter des solutions pour la réduire. Pour cela, il faut identifier les comportements de la population qui expliquent cette vulnérabilité. Comme peu de références existent sur ce sujet en géographie, nous nous sommes appuyés sur des références du domaine de la sociologie pour les méthodes de traitement et analyse des données, (O. Martin, 2012).

Les indices de vulnérabilité synthétique fusionnent classiquement les variables utilisées. Ce qui nous intéresse ici, c'est de pouvoir au contraire les analyser séparément. C'est pour cela que lorsque Dauphiné (2006) distingue deux grands types de vulnérabilité. La vulnérabilité biophysique et la vulnérabilité sociale. Dans notre cas, nous choisissons d'en distinguer trois et de définir ainsi trois indices distincts afin de pouvoir analyser chacun de nos facteurs.

Le premier est l'indice biophysique. Il s'appuie sur les facteurs géographiques et conjoncturels ainsi que des facteurs physiques techniques et fonctionnels qui représentent bien les dimensions que sont l'exposition, la sensibilité et la résistance au risque (Adger 2006). Cet indice permet d'évaluer quantitativement les dommages mais également la capacité de résistance.

A partir de la vulnérabilité sociale, nous avons créé deux indices distincts. Le premier reflètera le comportement des individus lors de la catastrophe et le deuxième la capacité du système à se reconstruire après. L'aspect comportemental des personnes correspond à la capacité des personnes à agir sur leur propre vulnérabilité. La capacité du système à se reconstruire correspond à la capacité d'une société à recouvrer les pertes dues à une catastrophe. C'est le phénomène de résilience. Une forte résilience indique une société qui se remet facilement d'un évènement d'un point de vue économique et santé des personnes. Une faible résilience indique une société qui a beaucoup de mal à se remettre d'un évènement avec des difficultés à recouvrer les pertes économiques et l'émergence de problèmes de santé en contre coup de la catastrophe.

La vulnérabilité peut être reliée aux dégâts matériels mais également au vécu de la population (Scarwell et Laganier, 2004). Les réponses à l'enquête, nous permettent d'évaluer uniquement la vulnérabilité

matérielle et non pas celle des personnes. En effet, nous connaissons les dommages matériels que les personnes interrogées ont subit mais nous n'avons pas de données concernant les dommages physiques (corporels ou moraux) des personnes touchées par le dernier évènement.

Pour répondre à notre sujet, nous organisons notre travail en trois parties. La première partie expliquera toute la méthodologie suivie ; de la collecte des données à leur traitement, puis la démarche utilisée pour leur analyse. La deuxième partie exposera les résultats obtenus, pour chacun des indices mis en place. La troisième partie analysera les résultats obtenus afin de tirer les conclusions et faire des propositions.

Analyse de la vulnérabilité, une approche qui veut comprendre les comportements

1. Méthodologie

Dans cette partie, nous expliquerons toute la méthodologie employée, de la collecte des données à leur traitement puis l'analyse des résultats en expliquant point par point les étapes. Il s'agit d'une nouvelle approche qui a été testée ici. Elle reste donc encore imparfaite. C'est pour cela que nous ferons également une critique des faiblesses et proposerons des modifications afin de l'améliorer.

L'organigramme de la méthode est disponible en Annexe 8 : **Organigramme de la méthode**

1.1. Collecte des données

La collecte des données nécessaires pour ce travail s'est effectuée en deux temps. Une première phase de travail a consisté en une préparation au bon déroulement du terrain, avec la réalisation d'un questionnaire rédigé en français et en malgache (disponibles en Annexe 1 : **Questionnaire en Français** et Annexe 2 : **Questionnaire en Malgache** ; une carte (disponible en **Annexe 5**) et un tableau (cf : Tableau 1 : **Tableau pour travail sur le terrain, exemple du quartier Andamasina Tanambao** pour chaque quartier de la zone étudiée ; une liste des étudiants participants à l'enquête (disponible en **Annexe 3**) ; une notice explicative de la méthode de terrain pour les étudiants participants, (disponible en **Annexe 4**) ; une autorisation du maire pour la zone étudiée (disponible en Annexe 7 : **Autorisation du Maire**).

Pour la deuxième phase nous sommes partis sur le terrain afin de récolter les données grâce au questionnaire établi.

1.1.1. Travail préparatoire aux travaux de terrains

a) Le questionnaire

Pour sélectionner les questions qui feront parties du questionnaire, il faut d'abord déterminer les éléments que nous voulons collecter pour évaluer la vulnérabilité. En s'appuyant sur des travaux de J-C. Thouret et R. d'Ercole (2015) concernant les facteurs de vulnérabilité en milieu urbain, type de milieu où se déroule notre travail, on peut en distinguer deux catégories : les facteurs géographiques et conjoncturels d'une part et d'autre part les facteurs structurels permanents. Pour notre cas d'étude, nous avons retenus plus spécifiquement les facteurs suivants :

- Les facteurs géographiques et conjoncturels
 - Hauteur d'eau subie au dernier évènement
 - Récurrence de l'évènement
- Les facteurs structurels permanents (caractérise les populations exposées)
 - Facteurs physiques techniques et fonctionnels
 - Typologie des constructions
 - Systèmes d'alertes
 - Facteurs sociodémographiques
 - Niveau de scolarisation
 - Ressources, activités professionnelles
 - Capital santé
 - Facteurs socioculturels (réponse sociale, mode de comportement face à l'évènement)
 - Connaissance du risque
 - Connaissance des actes à faire en cas d'évènement
 - Prévention mise en place par les particuliers sur leur habitation
 - Capacité à agir lors du dernier évènement
 - Facteurs institutionnels et politico-administratifs
 - Importance de l'aide

Un questionnaire a été conçu (Annexe 1) pour servir de support à la récolte de données. A partir des réponses aux questions, nous avons constitué une base de données.

La réalisation du questionnaire s'est faite sous le logiciel sphinx, permettant de réaliser des questionnaires, collecter les réponses et proposant de nombreux outils de traitement et d'analyse des résultats.

Ce questionnaire est composé de plusieurs parties distinctes :

La première partie concerne les déterminants sociaux de la vulnérabilité aux inondations. Elle nous permet d'évaluer les facteurs sociaux et démographiques. La deuxième partie veut rendre compte du degré de conscience des habitants face au risque inondation. La troisième partie tente de comprendre si l'habitat occupé est un facteur de vulnérabilité. Si les dommages, aussi importants soient-ils ne causent pas problèmes à son propriétaire, la vulnérabilité pourrait être remise en cause à ce titre. La quatrième partie concerne des facteurs structurels permanents, composée de différentes questions qui visent à mettre en évidence des indicateurs, qui peuvent être directs ou indirects. Un indicateur direct implique que la réponse à la question donne des informations directes sur la vulnérabilité. L'indicateur indirect implique que la réponse à la question donne des informations indirectes sur la vulnérabilité, la réponse, amènera à savoir si l'on tend vers une vulnérabilité ou non. La cinquième partie comprend des questions annexes, qui vont permettre de compléter la base de données sur les caractéristiques de la dernière inondation, ses conséquences et les aides reçues. Des informations peuvent également être glanées si une discussion ouverte s'engage avec les enquêtés. La dernière partie est indicative et elle permettra de situer dans l'espace les données obtenues. Nous indiquons la référence de la maison interrogée (son identifiant correspondant à notre base de donnée cartographique), le quartier dans lequel la maison a été interrogée et de quel type d'habitat il s'agit.

Il existe deux types de questions. Les questions fermées et les questions ouvertes. Pour les questions fermées, c'est simple, les personnes répondant ont dues choisir entre plusieurs réponses proposées que nous

avions définit. La dénomination des réponses est donc à chaque fois la même. Pour ce qui est des questions ouverte, la personne répondant peut dire absolument tout ce qu'elle veut pour répondre à la question. C'est là que ça se complique. Il existe alors dans ce cas une multitude de réponses possibles pour une question. Nous obtenons ainsi le questionnaire que l'on peut retrouver en Annexe 1.

b) Cartes et tableaux

La base de données cartographique a été créée à partir du logiciel QGis.

Les enquêtes étant réalisées par maison, nous devons connaître la localisation de chaque maison interrogée afin d'avoir une base de données référencée dans l'espace. Nous avons donc digitalisé chaque maison de la ville de Toliara puisqu'il n'existe pas de base de données déjà prête de ce type. Chaque maison à été affectée d'un identifiant « ID ». Elles sont réparties dans des quartiers dont les limites ont été récupérées dans une base de données créée par Stéphane Guyard du Seas-Oi de la Réunion. Nous obtenons ainsi un fichier shapefile de chaque quartier avec les maisons qu'il contient.

Il est généralement admis que, pour qu'une enquête soit statistiquement valable, il faut interroger 10% de la population présente. Pour chaque quartier, nous devons donc interroger 10% des maisons. Nous procérons alors à un tirage au sort de 10% du total des maisons par quartier à l'aide de la fonction « sélection aléatoire par attribut » dans le logiciel Qgis. Il est important que cette sélection soit aléatoire, toutes les maisons devant avoir la même chance d'être interrogée. Si nous choisissons les personnes que l'on interroge ou bien si l'on interroge uniquement les personnes qui veulent répondre à des questionnaires, les réponses seront biaisées car orientées vers un type de population en particulier. C'est la technique de l'échantillonnage aléatoire, il serait l'idéal statistique, (Ardilly, 2004). Comme les maisons ont été différenciées en 4 types différents selon leur degré de vulnérabilité à l'inondation, l'échantillonnage a été stratifié, c'est-à-dire que nous avons sélectionné le même nombre de maisons de chaque type, ceci afin de pouvoir effectuer des comparaisons entre eux.

Une fois la sélection faite, et la base de données créée, deux types de documents ont été produits pour la passation terrain. Une carte (disponible en **Annexe 5**) où sont localisées chaque maison à interroger avec l'identifiant (ID) de la maison. Cela permet de se repérer spatialement lors de l'enquête sur le terrain. Un tableau, dans lequel on répertorie chaque maison qui a été sélectionnée, classée par type d'habitat. Comme le montre le **Tableau 1** comme exemple, il comporte trois colonnes. La première sert à noter si le type d'habitat correspond bien au type identifié lorsqu'on l'a digitalisé. La deuxième sert à indiquer si le questionnaire a bien été fait pour cette maison. La troisième sert à noter s'il a fallut remplacer la maison initialement choisie par une autre dans le cas où le type d'habitat n'est pas le bon, ou si les gens n'ont pas répondu pour quelque raison que ce soit (pas présents lors de l'enquête ou refus de répondre). Dans ce cas on indique aussi sur la carte par quelle maison nous l'avons remplacée.

Tableau 1 : Tableau pour travail sur le terrain, exemple du quartier Andamasina Tanambao

Andamasina Tanambao																
Nb	Maisons Roseau				Maisons Bois				Maisons Dur				Maisons Étage			
	N°	Type	Q	Remplacé	N°	Type	Q	Remplacé	N°	Type	Q	Remplacé	N°	Type	Q	Remplacé
1	1				337				415				67			
2	4				541				82				68			
3	5				553				489				74			
4	474				286				156				477			
5	18				357				559				8			
6	421				561				495				9			
7	605				363				163				480			
8	21				364				34				481			
9	425				300				35				14			
10	26				305				176				15			
11	448				379				255				102			
12	588				385				390				103			
13	462				376				443				513			
14	606				445				198				183			
15	467				332				400				66			

1.1.2. Méthodologie de terrain

Nous avons organisé plusieurs journées de travail sur le terrain pour la passation des questionnaires élaborés pour les maisons sélectionnées.

La passation a été réalisée avec des étudiants volontaires, après leur avoir présenté le travail.

Une autorisation d'enquête a été demandée auprès du maire de la commune rurale de Mitsinjo-Betanimena qui correspond à notre zone d'étude.

Sur le terrain, les étudiants sont partagés en groupes de 2 ou 3. Chaque groupe a en sa possession une carte générale du quartier et une de leur zone attribuée, des questionnaires en français et en malgache ainsi qu'un tableau. Les groupes sont orientés vers leur zone d'étude et vont ainsi travailler en autonomie. Ils ont interrogé successivement les habitants des maisons indiquées sur la carte. En cas de refus ou bien si personne n'est présent le jour de l'enquête, le groupe cherche une autre maison à interroger dans la zone environnant la maison qui avait été sélectionnée au préalable. Cette nouvelle maison choisie devra alors correspondre au même type que celle qui devait être interrogée. Autre cas, si la maison sélectionnée ne correspond pas au type indiqué dans le tableau (en raison d'une mauvaise interprétation au moment de la digitalisation), on note le type réel dans la colonne prévue à cet effet et on la remplace par une maison proche correspondant au type d'habitat souhaité. Par exemple, nous voulons interroger la maison dont l'ID est 154 qui est une maison de type 1. Sur le terrain nous constatons qu'en réalité la maison est de type 2. Nous notons dans la colonne « Type » du tableau « Type 2 ». Il faut donc ensuite chercher dans la zone environnante une maison de type 1, sans oublier de l'annoter sur la carte.

Nous avons réalisé une dizaine de journées de travail sur le terrain. Au final 350 questionnaires répondus ont été récoltés, répartis sur quatre quartiers. Nous avions une participation d'environ six étudiants en moyenne (répartis en 2 ou 3 groupes) qui interrogeaient une trentaine de personnes, par journée de travail.

1.1.3. Limites de la méthode

Nous avons rencontré quelques problèmes concernant la méthode qui avait été réfléchie en bureau. Nous avons du l'adapter à la réalité suite aux trois premières descentes de terrain. La méthode réfléchie voulait trouver les maisons à l'aide d'un GPS. Or, nous n'avions qu'un seul GPS, ce qui impliquait de rester groupé. Cette méthode s'est avérée très lente dans la récolte des questionnaires. En effet, plusieurs groupes de quelques enquêteurs autonomes valent mieux qu'un groupe composé de trop d'enquêteurs dont certains n'ont parfois rien à faire. De plus, l'agencement des rues et habitations des quartiers est tel dans cet environnement que l'utilisation du GPS s'est révélée très contraignante. En effet le GPS indique le chemin à suivre à vol d'oiseau. Or les rues sont parfois extrêmement étroites, et certaines habitations ne sont accessibles qu'en traversant plusieurs autres propriétés. Nous avons donc choisis d'utiliser des cartes précises avec une zone attribuée pour chaque groupe, ce qui s'est avéré bien plus adapté à l'endroit.

Le tableau ne comportait à l'origine qu'une colonne, nous l'avons rapidement modifié pour plus de clarté lors d'un changement de maison à interroger.

Durant la collecte des données, nous nous sommes rendu compte que certaines réponses étaient insatisfaisantes. En effet, il est crucial de bien définir les termes importants ; « les résultats dépendent des définitions que l'on donne. Si la définition varie, les chiffres vont alors également varier ». « Attention aux réponses au hasard. C'est à l'enquêteur de les déceler. » François de Singly (2012). Nous avons alors pris un temps pour expliquer en détail aux étudiants réalisant l'enquête, chaque question, sa signification et la réponse souhaitée. Lors du traitement des données, nous nous sommes également rendu compte qu'il nous manquait des questions. Certaines informations recherchées n'ont pas été obtenues. Notamment les dégâts humains, c'est-à-dire physiques et psychologiques durant le dernier évènement en 2014. Nous aurions également aimé savoir si les gens avaient réussi à rejoindre une zone refuge avant d'être immersés, et dans le même ordre d'idée, quelle est la zone refuge qu'ils rejoignent lors d'une inondation.

Lors du traitement des données, le travail a également évolué, s'est perfectionné. Le questionnaire n'est donc plus complètement adapté aux traitements des données et aux résultats voulus.

1.2. Traitement des données

Avant d'entrer dans le vif du sujet, il nous paraît indispensable pour une bonne compréhension de la méthode de définir certains termes que nous allons utiliser de manière récurrente. Tout d'abord, notre base de données a été construite à partir des résultats de l'enquête. Pour chaque facteur que nous voulons étudier, existe une question. Une **variable** correspond aux réponses obtenues à une question.

Dans le logiciel sphinx sous lequel nous avons travaillé chacune des réponses à une question est affecté d'un **code** exprimé par un chiffre. Lorsqu'il s'agit de réponses à une question fermé, le logiciel attribue un chiffre à chaque réponse allant de 1 au nombre de réponses possibles (à la question vous considérez-vous comme une personne : en bonne santé, malade, handicapée, âgée ; quatre réponses sont possibles, donc elles seront notées dans l'ordre de 1 à 4).

Pour ce qui est des réponses aux questions ouvertes, il faut tout d'abord regrouper les réponses de même type, même si les termes employés sont différents (à la question quels types de dégâts avez-vous subit, nous avons obtenus une multitude de réponses que nous avons regroupées pour obtenir 5 classes). Cela permet de réduire le nombre de type de réponse, auquel est affecté de la même manière un code. Dans les deux cas, on parlera alors de **classe**.

1.2.1. Recodage des classes

Chaque classe, qu'elle corresponde à une question fermée ou au regroupement de réponses à une question ouverte, ont été recodées de manière à ce que celles qui expriment une faible vulnérabilité soient codées avec des valeurs faibles (commençant à 1) et celles exprimant une forte vulnérabilité, avec des valeurs fortes (selon le nombre de classes).

Nous avons également combiné des variables ensembles afin d'en générer de nouvelles. Pour ce faire, nous utilisons dans le menu de Sphinx « dépouiller », l'outil « appliquer un barème ». Avec cet outil, nous attribuons une valeur pour chaque groupe de variables que nous avons sélectionnées pour en créer une nouvelle. Le principe d'affectation des faibles et fortes valeurs est le même que précédemment. La valeur attribuée à cette nouvelle variable correspondra à la somme des valeurs attribuées à chacune des variables utilisées pour la créer. Par exemple, si je veux obtenir une variable « catégorie sociale », et que j'utilise pour cela les variables « profession » et « occupation du chef de foyer », je devrais appliquer des faibles valeurs pour les professions correspondant à une catégorie sociale faible, et des fortes valeurs pour les professions correspondant à une catégorie sociale élevée.

On obtient donc in fine, pour chaque maison interrogée, la somme des valeurs qui résultent des variables utilisées. Nous obtenons alors un résultat pour chaque maison interrogée, qui nous donne notre nouvelle variable.

1.2.2. Calculs des indices

Le deuxième traitement des données qui à été effectué est le calcul d'indices. Pour créer un indice, nous combinons plusieurs variables. La démarche est similaire à celle employée juste au dessus qui consiste à créer une nouvelle variable à partir de la combinaison d'autres variables.

Avant de calculer un indice, il est nécessaire de pondérer les variables utilisées. En effet chaque variable n'a pas le même poids sur l'indice ; elles ne doivent donc pas toutes être attribuées avec la même importance. La pondération sert à rééquilibrer chacune des variables, en déterminant dans un premier temps le poids de chacune.

Afin de mesurer le poids que va prendre chacune des variables, nous utilisons comme critère l'impact que celles ci peuvent avoir sur l'endommagement des éléments exposés. Nous mesurons ces préjudices et endommagements grâce à la variable « dégâts subits au dernier évènement ». Nous avons donc corrélé les variables de notre indice avec la variable « dégâts ». Cette corrélation est réalisée grâce à la fonction « coefficient de corrélation » sous Sphinx. Le résultat d'un coefficient de corrélation va de « 1 » à « -1 ». Un résultat de coefficient de corrélation à 1 signifie une forte corrélation entre la variable « dégâts » et l'autre variable utilisée. Pour réaliser le coefficient de corrélation, nous devons tout d'abord attribuer une note « temporaire » à chaque classe des variables. Pour simplifier la démarche, nous attribuons un barème allant de

1 à « nombre de classe de la variable » avec un pas de 1. A ce stade là, le barème n'a pas d'importance. Ce qu'il est en revanche important de respecter c'est que l'on doit attribuer aux classes dites « plus vulnérables » les valeurs les plus faibles, et aux classes dites les « moins vulnérables » les valeurs les plus hautes. Donnons l'exemple de notre variable de comparaison, la variable « dégâts » qui comprend 5 classes : « Pas d'incident » se verra attribuer la valeur 1, « Incident » prendra la valeur 2 et ainsi de suite jusqu'à « Accident majeur » qui se verra attribuer la valeur 5. Nous procérons de même pour chacune des variables de notre indice. Comme dit précédemment, le logiciel sphinx, grâce à l'outil « appliquer un barème », permet d'attribuer ces valeurs facilement et rapidement, et nous pouvons obtenir un tableau de toutes les variables en colonnes, avec la valeur attribuée pour chaque maison interrogée en ligne.

Dans la catégorie « Traitement et Analyse » du logiciel sphinx, nous réalisons un tableau croisé de la variable « dégâts » (qui est la variable de comparaison) avec chacune des variables de notre indice. Il est important de notifier au logiciel que nous souhaitons obtenir les résultats de chaque couple de classes en pourcentage du total de chaque classe de la variable analysée. De cette manière, les classes de nos variables seront mises sur un pied d'égalité, leur comparaison sera alors possible.

Nous voulons à présent, transformer nos tableaux à double entrée par des tableaux simples de deux colonnes. Une colonne dégât et une colonne correspondant à la variable étudiée. Nous générerons une série de valeur pour chaque colonne, correspondant aux résultats de notre tableau à double entrée. Le logiciel de statistique R permet de générer ces séries rapidement et facilement.

A partir des tableaux obtenus, nous réalisons nos coefficients de corrélation, pour chaque variable comparée à la variable « dégâts ». Le résultat obtenu représente l'importance de la variable sur la vulnérabilité. Un coefficient à 1 signifie une très grande différence entre les classes. Cela signifie que la réponse donnée aura une grande influence sur le degré de vulnérabilité. Un coefficient à 0 signifie qu'il n'y a aucune différence entre les classes, elles peuvent toutes être très vulnérables, moyennement vulnérables ou peu vulnérables. Un coefficient à -1 signifie qu'il y a une très grande différence entre les classes de la variable mais attention, cela signifie que les classes que nous avons déterminées comme étant les moins vulnérables pour cette variable sont en fait les plus vulnérables. De même pour les classes que nous avons déterminées comme étant les plus vulnérables, elles sont en fait les moins vulnérables.

Le résultat du coefficient de corrélation, entre la variable de comparaison « Dégâts subits » et une variable de l'indice, correspondra au coefficient de la variable de l'indice utilisé. Pour la suite du calcul, il est important de mettre toutes les variables de notre indice sous le même barème (par exemple tous /100). En effet, les variables n'ont pas toutes le même nombre de classes, lors de l'application du barème pour le calcul du coefficient de corrélation, la note de chaque variable de trouve sur le nombre de classes de la variable (par exemple, une variable avec 4 classes aura un barème de notation sur 4). Il est donc important de toutes les rapporter au même barème. Pour finir ce calcul, il suffit de multiplier, pour chaque variable le coefficient (obtenu à partir du coefficient de corrélation) par le résultat obtenu pour chaque maison interrogée. Ensuite nous additionnons les résultats obtenu pour chaque variable et ce pour chacune des maisons interrogées. Nous divisons ce résultat par le nombre de variables utilisées. Nos coefficients ont eux même un barème sur 1, il faut le prendre en compte. En effet, le coefficient de corrélation réalisé sous entend qu'un résultat à 1 donnerait une capacité maximale à la variable de réduire la vulnérabilité. C'est pour cette raison que notre calcul est

universel, il s'adapte selon le cas d'étude. C'est un indice où 1 signifie une capacité à détruire le matériel maximal et 0 une capacité minimal à détruire le matériel.

Nous obtenons alors un résultat d'indice pour chacune des maisons interrogées. Le barème de ce résultat est égale au nombre de variables utilisées.

Nous modifions l'échelle de l'indice de résilience. En effet, contrairement aux autres indices, le barème de celui-ci, tiré du coefficient de corrélation s'étend de -1 à 1 et non plus de 0 à 1. Un résultat proche de -1 signifie une résilience très faible puisque les plus grands dégâts matériels sont attribués à ceux qui n'ont aucune aide ou qui sont d'une catégorie social très faible ; et des dégâts matériels plus faible pour des personnes ayant une aide maximale ou qui se situent dans une catégorie sociale élevée. Tandis qu'un résultat proche de 1 signifie une résilience plus forte puisque les dégâts matériels les plus faibles correspondent à une aide faible ou une catégorie social faible ; et les dégâts matériels fort correspondent à une aide maximale ou une catégorie social élevée. Dans un souci de cohérence, nous changeons donc l'échelle de notre indice pour passer d'une échelle de « -1 à 1 » pour « 0 à 1 ».

Pour plus d'aisance, de facilité et éviter de multiplier les manipulations et calculs, nous avons tout réalisé à l'aide du logiciel de statistique R.

1.2.3. Méthodologie de la cartographie

Le travail cartographique nous permettra d'obtenir un résultat d'indice pour toutes les maisons de la zone étudiée et ainsi étoffer notre base de données.

a) Traitement des variables

Variable hauteur d'eau et récurrence de l'évènement.

Nous avons un résultat de « hauteur d'eau » et « Nombre de dates inondées » pour chaque maison interrogée. Nous ne prenons pas en compte les polygones des maisons sans résultats. Grâce au logiciel Quantum Gis, nous extrayons le centroïde de chacun des polygones. Nous obtenons alors un fichier de points dont la table attributaire comporte une colonne contenant les informations de « hauteur d'eau » (les résultats sont ceux obtenus après recodage) et une colonne « Nombre de dates inondées ». Nous réalisons alors une interpolation avec la méthode de pondération par distance inverse (IDW). Une première fois avec l'attribut d'interpolation « hauteur d'eau » puis avec l'attribut d'interpolation « Nombre de dates inondées ». Nous obtenons un fichier raster des hauteurs d'eau de la zone et un des zones par récurrence d'inondation. A ce stade, il faut ouvrir le shapefile contenant tous les habitats de la zone étudié. Nous calculons la moyenne des hauteurs d'eau des pixels du raster interpolation, contenus dans chaque polygone de maison. Pour cela nous utilisons l'outil statistique de zone. L'étape est renouvelée avec le raster de nombre de dates inondées. Nous obtenons alors un fichier shapefile de toutes les maisons de la zone ayant pour chacune une valeur « hauteur d'eau » attribué ainsi qu'une valeur pour « nombre de dates inondées ».

Variable Typologie des constructions.

Lors de la digitalisation des habitations de la zone nous avons attribué pour chacune des maisons un type d'habitat. La typologie reprend celle utilisée par M. Rakotoarisoa Mamy c'est-à-dire quatre niveaux

d'habitations : maisons en roseau, maisons en bois ou tôle, maisons en dur (parpaing ou brique) et maisons à étage.

b) Carte en tachèles de la vulnérabilité

Après avoir obtenu le résultat de chaque variable pour toutes les maisons de la zone étudiée, il nous faut réaliser le même calcul que celui utilisé pour obtenir l'indice physique. A partir de là, il nous faut réaliser une grille comme support pour les tachèles. Grâce à l'outil « grille vecteur » dans « outils de recherche » nous réalisons une grille de polygones dont les limites sont la zone étudié. La taille des tachèles doit être ni trop grande ni trop petite, il faut trouver le juste milieu. Chaque tachèle doit contenir quelques maisons, environ 5 à 10.

La grille doit être découpée en fonction de la zone étudiée. Pour cela nous utilisons l'outil de recherche « sélection par localisation », nous obtenons une sélection des polygones « grilles » qui intersectent les polygones de maisons. Dans la table attributaire, inverser la sélection, puis supprimer les entités sélectionnées.

Nous voulons ensuite obtenir pour chaque tachèle, la moyenne de l'indice physique des maisons qu'il contient. Pour cela nous utilisons l'outil joindre les attributs par localisation dans « outils de gestion des données ». Il faut choisir « prendre un résumé des entités intersectées » et cocher la case moyenne. De plus sélectionner « conserver tout les enregistrements ». Finalement dans les propriétés de la couche, nous attribuons une symbolologie catégorisé en fonction du champ « moyenne de l'indice physique ».

1.2.4. Limites de la méthode

Nous avons constaté que les travaux concernant le traitement des données n'étaient que peu adapté à ce que nous voulions faire ressortir. De plus, dans ces travaux, la méthodologie suivie n'est que très rarement expliquée en détail. La méthode que nous avons mis en place peut donc avoir quelques points négatifs et à revoir.

Lorsque nous attribuons des chiffres pour coder nos classes, nous attribuons ces chiffres selon notre propre évaluation du niveau de vulnérabilité que ces classes pourraient entraîner. Par exemple, concernant les types d'habitats, nous avons attribué « 1 » à maison en roseau, « 2 » à maison en bois, « 3 » à maison en dur et « 4 » à maison à étage. Nous les avons donc rangés ainsi du plus au moins vulnérable. Or peut être qu'une maison en bois pourrait se révéler plus résistante à une inondation qu'une maison en dur. Pour valider chacun de nos classements, il faudrait éventuellement réaliser le coefficient de corrélation en modifiant l'ordre, tester avec toutes les combinaisons possibles et observer les résultats.

Les facteurs que nous utilisons comme variable sont pour certains très lier entre eux, nous pourrions imaginer un calcul qui lie les variables entre elles d'après le rapport qu'elles entretiennent.

2. Résultats

La période de passation de l'enquête a permis de récolter 350 questionnaires. Nous avons interrogé quatre quartiers au Nord de la ville, Betanimena, Andamasina Tanambao, Tanandava et Tsongobory. Le Tableau 2 résume les résultats obtenus pour les différents quartiers. Certaines maisons n'ont pas pu être remplacées, celles du type 4. En effet, le nombre de maisons à étage dans la zone d'étude n'était pas suffisant. Nous avons

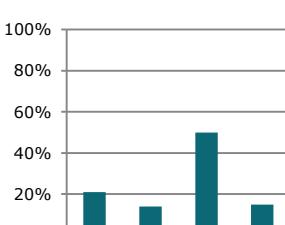
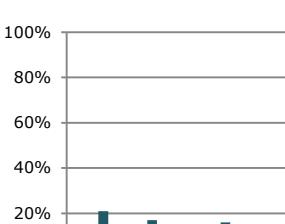
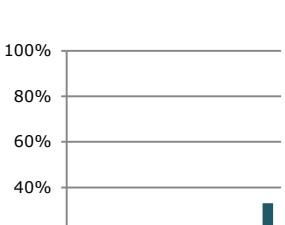
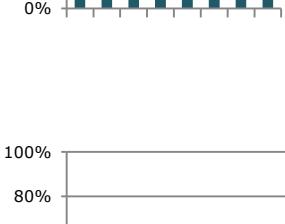
surévalué leur nombre dû à notre représentation occidental. La marge d'erreur représente le pourcentage d'erreur d'attribution de type lors de la digitalisation.

Tableau 2 : Résultats d'enquêtes par quartiers

Quartiers	Total maisons interrogés	Non-réponses	Remplacements	Non-replacement	Marge d'erreur
Betanimena	50	11	16	6	22%
Andamasina Tanambao	53	10	25	7	37%
Tanandava-M	100	30	49	7	26%
Tsongobory	147	31	44	5	12%

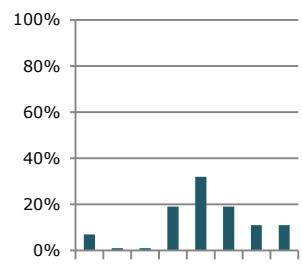
Les résultats d'enquête ont été collectés dans le logiciel sphinx.

2.1. Résultats de l'enquête

Question	Tableau des réponses	Graphiques																
De combien de personnes se compose le foyer ?	<table border="1"> <tr><td>Moins de 3</td><td>21%</td></tr> <tr><td>De 3 à 5</td><td>14%</td></tr> <tr><td>De 5 à 10</td><td>50%</td></tr> <tr><td>10 et plus</td><td>15%</td></tr> </table> 	Moins de 3	21%	De 3 à 5	14%	De 5 à 10	50%	10 et plus	15%									
Moins de 3	21%																	
De 3 à 5	14%																	
De 5 à 10	50%																	
10 et plus	15%																	
Quel est l'âge de la personne interrogée ?	<table border="1"> <tr><td>Moins de 18</td><td>5%</td></tr> <tr><td>De 18 à 25</td><td>21%</td></tr> <tr><td>De 25 à 30</td><td>11%</td></tr> <tr><td>De 30 à 40</td><td>17%</td></tr> <tr><td>De 40 à 50</td><td>15%</td></tr> <tr><td>De 50 à 60</td><td>15%</td></tr> <tr><td>60 et plus</td><td>16%</td></tr> </table> 	Moins de 18	5%	De 18 à 25	21%	De 25 à 30	11%	De 30 à 40	17%	De 40 à 50	15%	De 50 à 60	15%	60 et plus	16%			
Moins de 18	5%																	
De 18 à 25	21%																	
De 25 à 30	11%																	
De 30 à 40	17%																	
De 40 à 50	15%																	
De 50 à 60	15%																	
60 et plus	16%																	
Quelle est la profession du chef de foyer ?	<table border="1"> <tr><td>Cadre, profession intellectuelle supérieure</td><td>6%</td></tr> <tr><td>Employé</td><td>17%</td></tr> <tr><td>Militaire</td><td>5%</td></tr> <tr><td>Profession intermédiaire</td><td>12%</td></tr> <tr><td>Artisan, commerçant, chef d'entreprise</td><td>18%</td></tr> <tr><td>Agriculteur exploitant</td><td>4%</td></tr> <tr><td>Ouvrier</td><td>4%</td></tr> <tr><td>Autre</td><td>33%</td></tr> </table> 	Cadre, profession intellectuelle supérieure	6%	Employé	17%	Militaire	5%	Profession intermédiaire	12%	Artisan, commerçant, chef d'entreprise	18%	Agriculteur exploitant	4%	Ouvrier	4%	Autre	33%	
Cadre, profession intellectuelle supérieure	6%																	
Employé	17%																	
Militaire	5%																	
Profession intermédiaire	12%																	
Artisan, commerçant, chef d'entreprise	18%																	
Agriculteur exploitant	4%																	
Ouvrier	4%																	
Autre	33%																	
Quelle est l'occupation actuelle du chef de foyer ?	<table border="1"> <tr><td>Travail à temps complet</td><td>47%</td></tr> <tr><td>Travail à temps partiel</td><td>13%</td></tr> <tr><td>Retraité</td><td>6%</td></tr> <tr><td>Chômeur</td><td>5%</td></tr> <tr><td>Etudiant, élève</td><td>5%</td></tr> <tr><td>Femme au foyer</td><td>19%</td></tr> <tr><td>autre actif</td><td>3%</td></tr> <tr><td>Non réponse</td><td>2%</td></tr> </table> 	Travail à temps complet	47%	Travail à temps partiel	13%	Retraité	6%	Chômeur	5%	Etudiant, élève	5%	Femme au foyer	19%	autre actif	3%	Non réponse	2%	
Travail à temps complet	47%																	
Travail à temps partiel	13%																	
Retraité	6%																	
Chômeur	5%																	
Etudiant, élève	5%																	
Femme au foyer	19%																	
autre actif	3%																	
Non réponse	2%																	

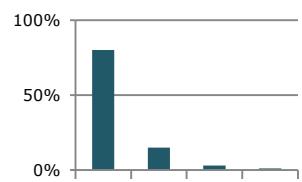
Quel est le plus haut niveau de diplôme du chef de foyer ?

Université	7%
Ecole militaire	1%
BTS	1%
Lycée	19%
Collège	32%
Primaire	19%
Illetre	11%
Non réponse	11%



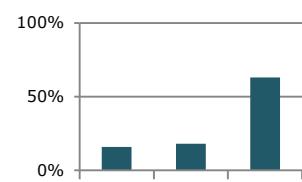
Vous considérez-vous comme une personne :

En bonne santé	80%
Malade	15%
Âgée	3%
Handicapée	1%



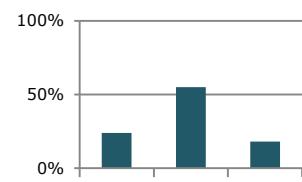
Diriez-vous que le risque d'inondation pour votre habitation est :

Faible	16%
Moyen	18%
Fort	63%



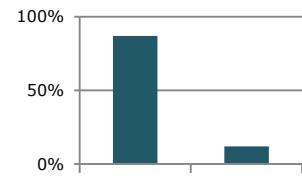
Diriez-vous que votre capacité de réaction face au risque d'inondation est plutôt :

Faible	24%
Moyen	55%
Fort	18%



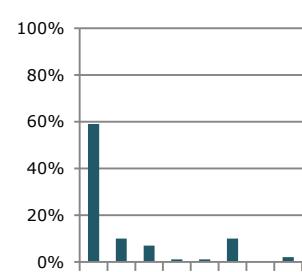
Accordez-vous une valeur sentimentale et/ou économique à votre habitat ?

Oui	87%
Non	12%



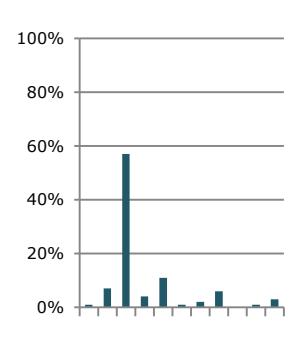
Pourquoi ?

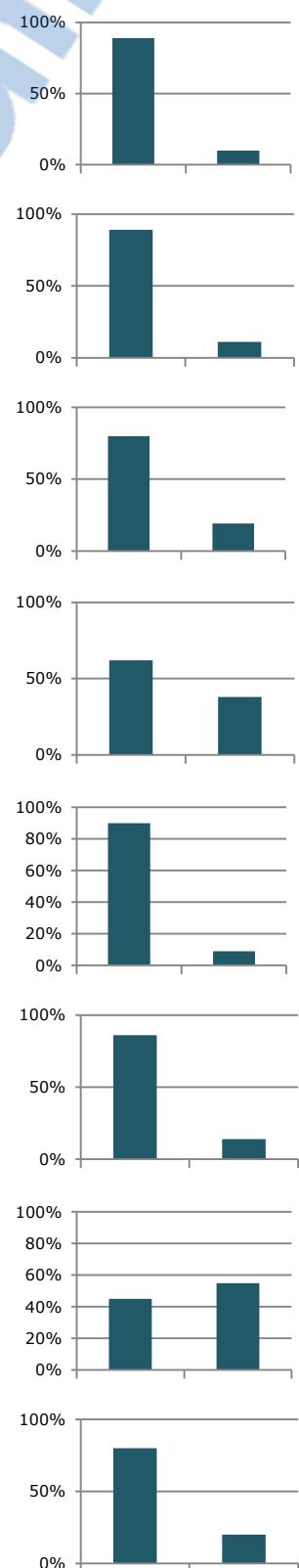
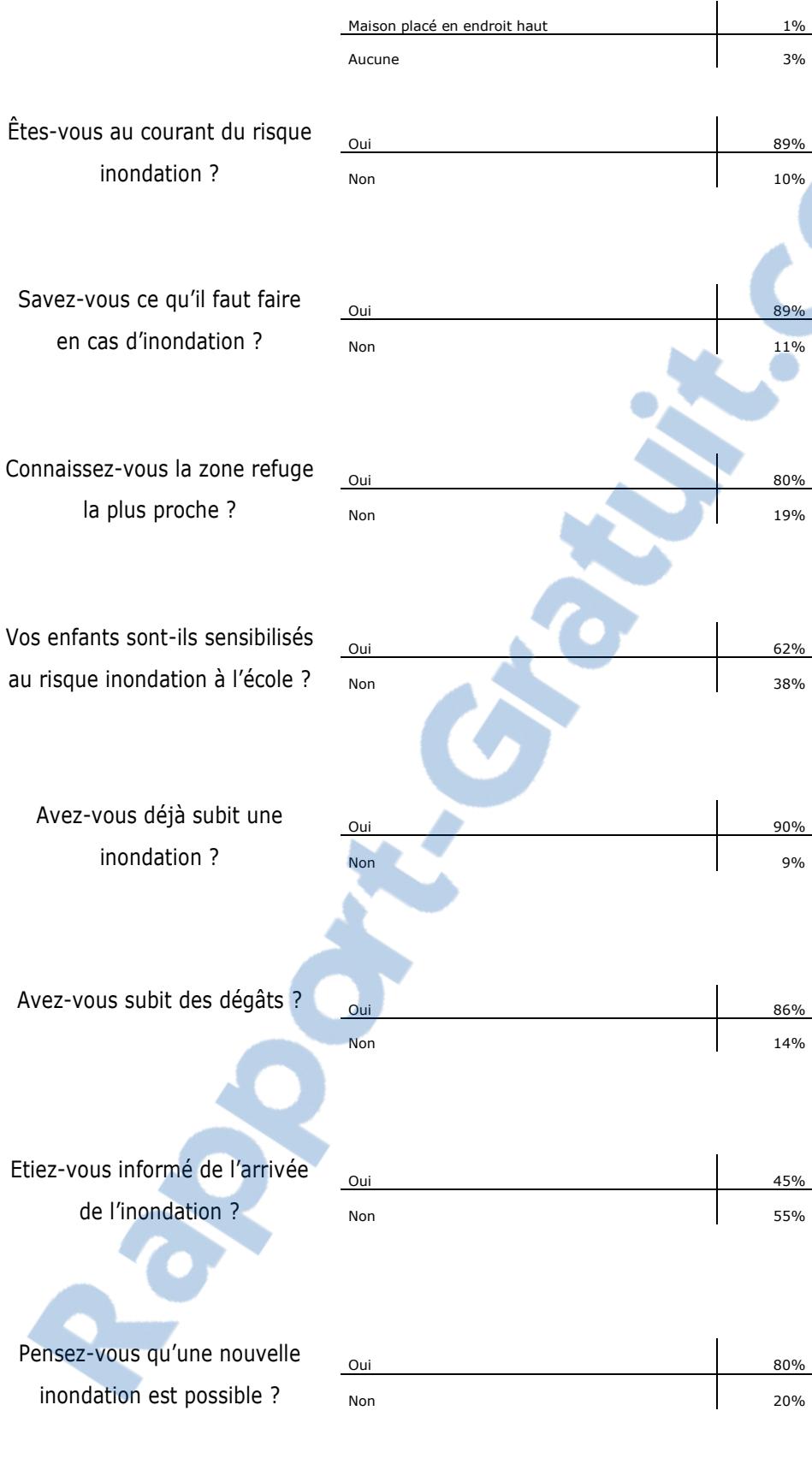
Attachement économique	59%
Attachement économique et sentimental	10%
Sentimental	7%
C'est un lieu d'accueil	1%
En sécurité	1%
Pas d'attachement économique	10%
Pas d'attachement sentimental	0%
zone à risque	2%



Selon vous, quel habitat serait le plus résistant face à une inondation ?

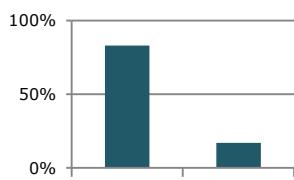
Maison en roseau	1%
Maison en tôle ou bois	7%
Maison en dur	57%
Maison en dur avec fondations	4%
Maison à étage	11%
Maison à étage avec fondation	1%
Dépend des fondations	2%
Dépend de la construction	6%
Maison sur pilotis	0%





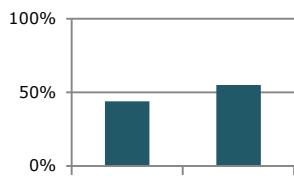
Avez-vous sus agir face à une inondation passée ?

Oui	83%
Non	17%



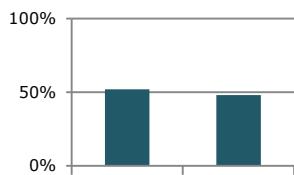
Avez-vous reçu de l'aide ?

Oui	44%
Non	55%



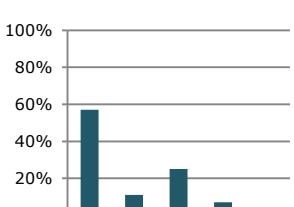
Avez-vous prévu quelque chose pour éviter les dégâts lors d'une prochaine inondation ?

Oui	52%
Non	48%



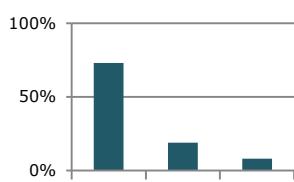
En quelles années avez-vous subit des inondations ?

2013	57%
2004	11%
1978	25%
Autres dates	7%
Tous les ans	1%



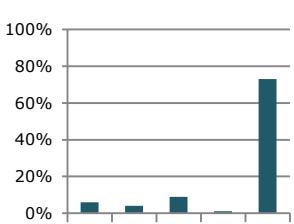
Les inondations vécues auparavant étaient-elles toutes liées à un cyclone ?

Oui	73%
Non	19%
Non réponse	8%



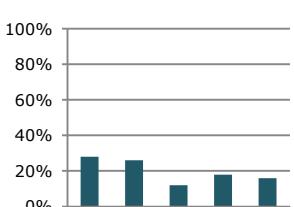
Quelle hauteur d'eau avez-vous déjà vécu auparavant ?

0	6%
de 0 à 0,25 m	4%
de 0,25 à 0,50 m	9%
de 0,50 à 0,75 m	1%
0,75 et plus	73%



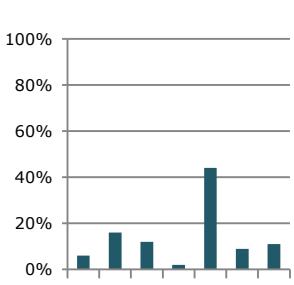
Quels types de dégâts ont été subis ?

Accident majeur	28%
Accident grave	26%
Incident grave	12%
Incident	18%
Pas d'incident	16%

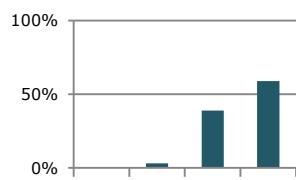
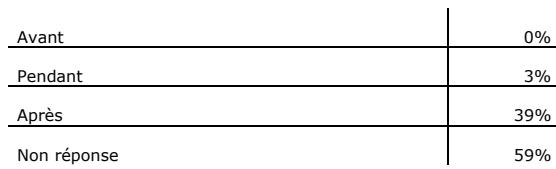


Quels types d'aides avez-vous reçu ? qui a aidé ?

Groupes sociaux	6%
Associations, Organisations	16%
Église	12%
Groupes commerciaux	2%
État	44%
BNGRC	9%
Ne sait pas d'où vient l'aide	11%



Quand l'aide à t'elle eu lieu ?



2.2. Indice « Biophysique» sur la vulnérabilité matérielle

Cet indice évalue l'influence de nos facteurs à endommager le matériel. Chaque maison obtient un score signifiant la capacité des facteurs à endommager ses éléments matériels durant une inondation.

2.2.1. Collecte des données

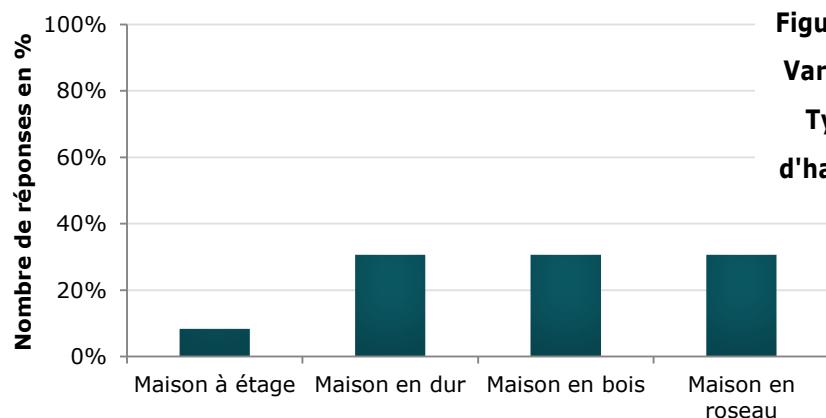
a) Données utilisables brut

Type d'habitat

Par cette variable, nous voulons évaluer le potentiel d'endommagement selon le type de construction.

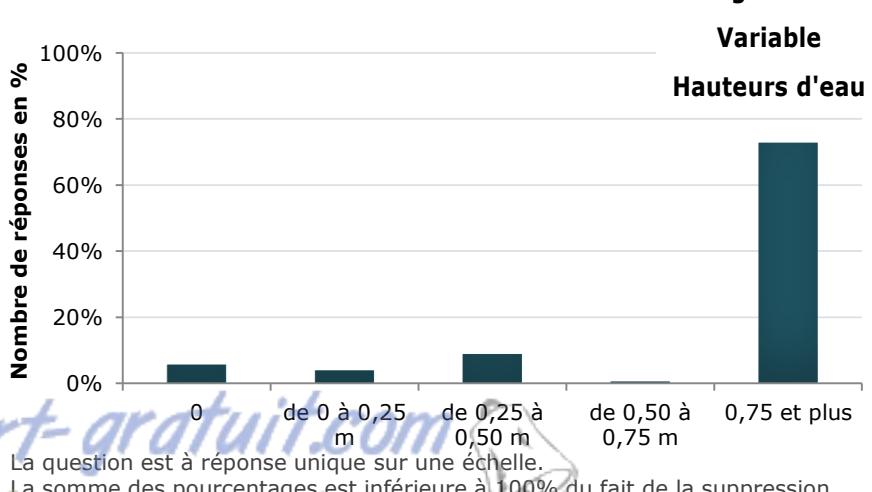
Nous avons le même nombre de réponses de chaque type d'habitat car c'était une volonté de notre part lors de la récolte des données. Nous avons interrogé le même nombre de chaque type d'habitat, excepté les maisons à étage pour des raisons expliquées avant.

Nous définissons que les maisons en roseau sont les plus vulnérables au vu de la structure de leur construction ; et les maisons à étage les moins vulnérables car l'étage permet de sauvegarder le matériel à l'étage et donc hors de portée de l'eau.

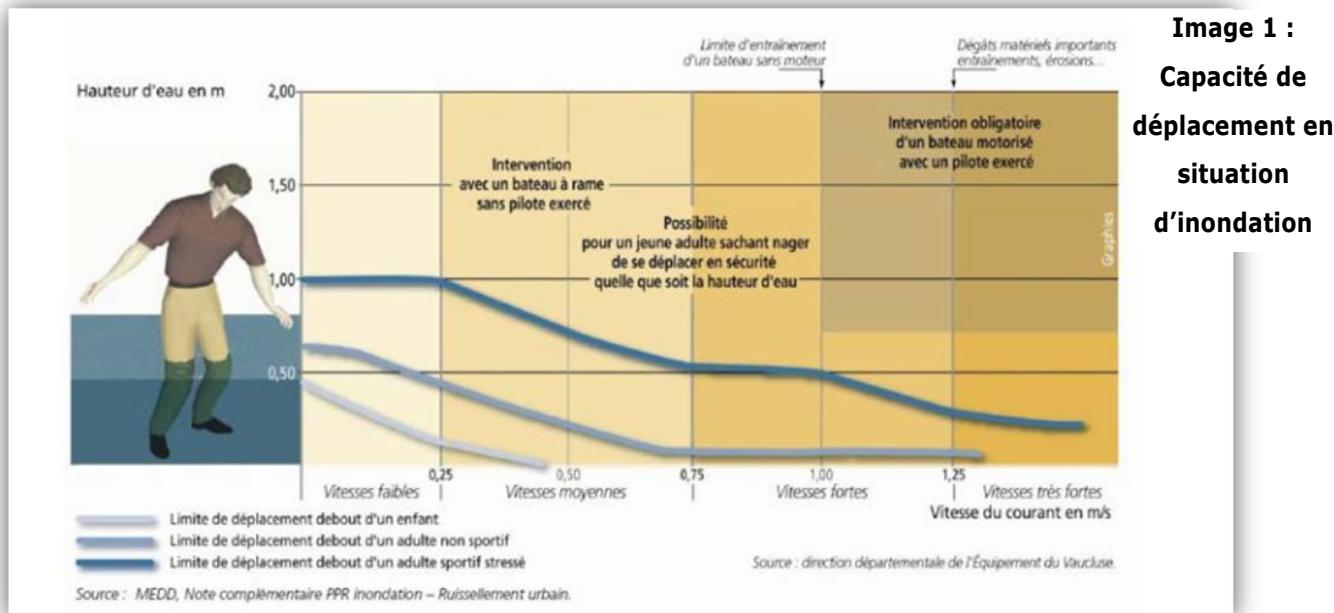


b) Données recodées

Figure 2 :

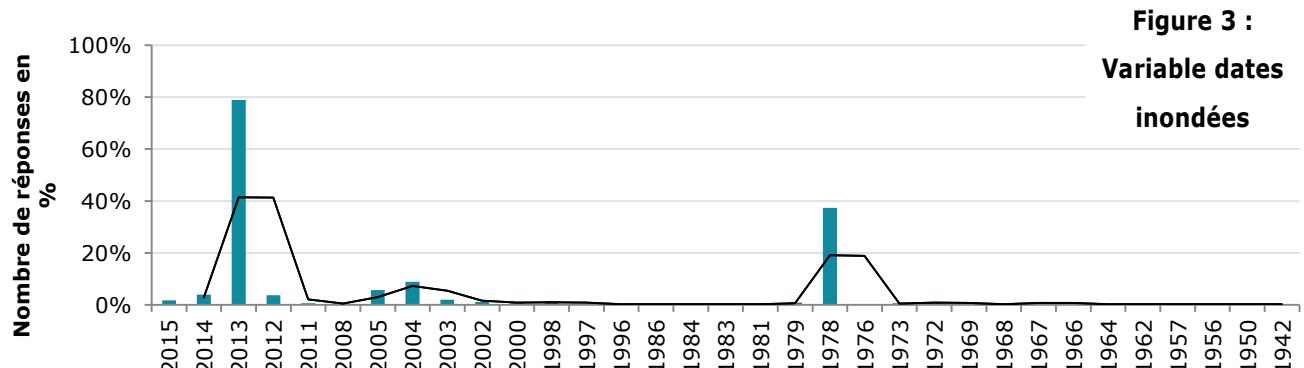


d'états français nous avons recodé la variable en 5 classes de hauteurs d'eau allant de 0 à 1m et + (0m de hauteur ; de 0 à 0.25 ; de 0.25 à 0.50 ; de 0.50 à 0.75 ; de 0.75 à 1m et +). Sachant qu'à vitesse faible, 1m est la limite de déplacement debout d'un adulte sportif stressé.



Plus de la moitié du panel à subit des hauteurs d'eau égales ou supérieures à 1m c'est-à-dire quasiment mortel dans le cas où l'on se retrouve submergé.

Référence de l'évènement

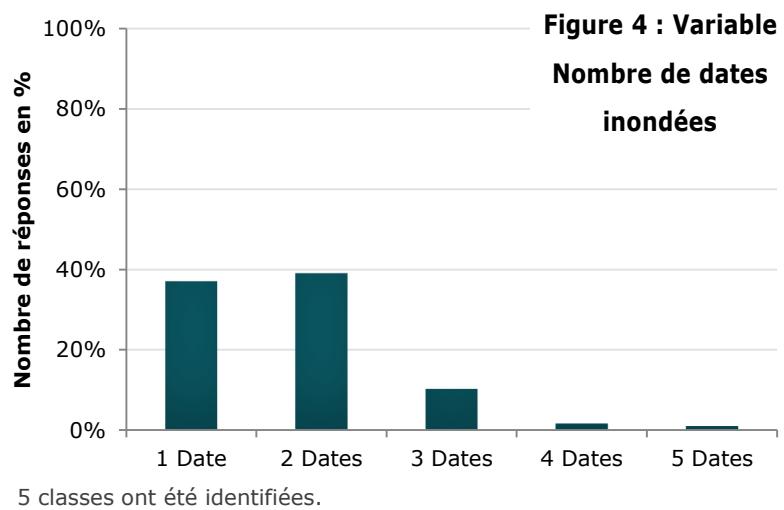


Ce graphique montre les années où les gens ont subit des inondations. Ressortent principalement les trois derniers cyclones c'est-à-dire Angele, Gafilo et Haruna. Gafilo est répartit sur trois dates car les personnes interrogées n'avaient pas forcément la date exacte en tête mais ils se souvenaient du nom du cyclone responsable de l'inondation, c'est pour cela que l'on se permet d'affirmer que c'est bien de celui ci dont ils parlaient lorsqu'ils ont cité 2003 2004 ou 2005. En réalité le cyclone à eu lieu en 2004.

Par cette variable, nous voulons évaluer la capacité de la récurrence de l'évènement inondation à endommager le matériel.

Nous définissons que plus le nombre de dates est élevé, plus les personnes sont vulnérables car la répétition d'évènements sur un temps court ne permet pas de se remettre et endommage à chaque fois un peu plus le capital de matériel de départ.

Ici ce sont deux et trois dates qui ressortent le plus. Il faut noter que même si les évènements ont tendance à être de plus en plus récurrents, les évènements au-delà de 3 dates remontent à près de 40 ans. Les personnes interrogées n'ont donc peut être pas vécu ces évènements antérieurs.

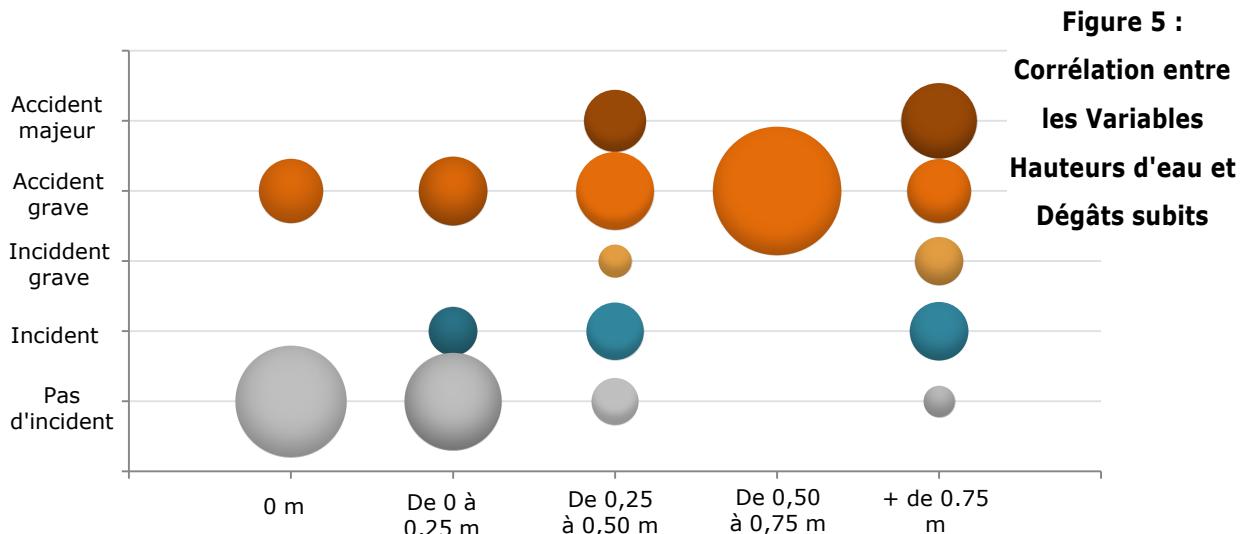


2.2.2. Calcul de l'indice physique pour les dégâts matériels

a) Pondération des variables de l'indice

Tous les calculs ont été réalisés grâce à des scripts dans le logiciel R.

Hauteurs d'eau

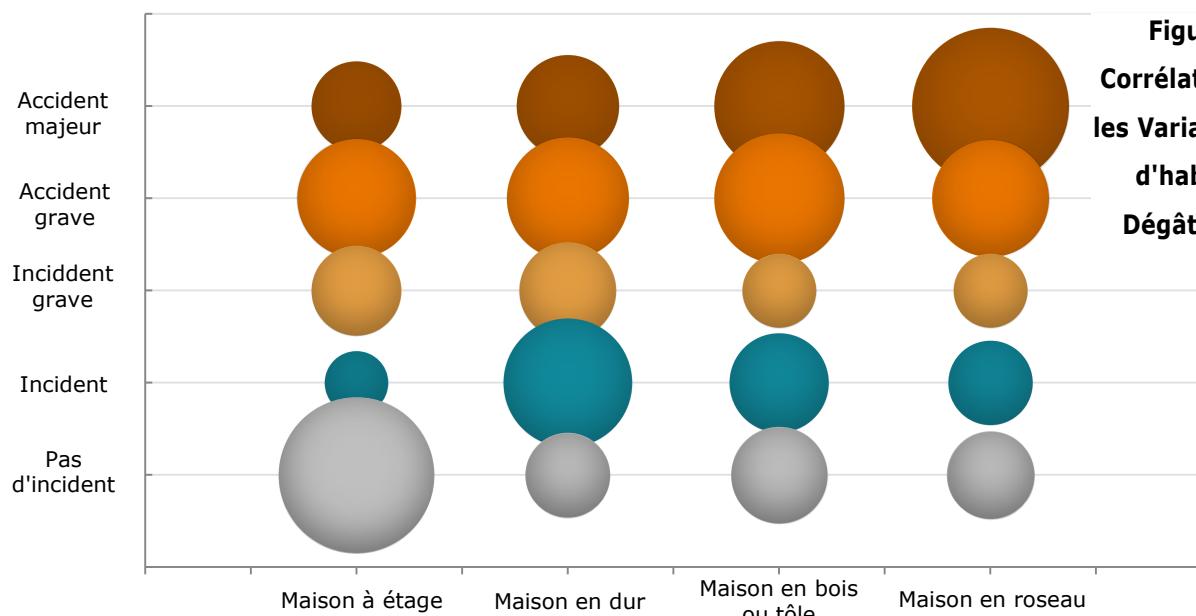


La taille des cercles représente le nombre de réponses de chaque couple de classes des variables, hauteur d'eau et dégâts subits (en % du nombre total de chaque classe de la variable hauteur d'eau).

Nous avons dû « normaliser » le calcul du coefficient de corrélation. En effet, il est normal qu'une maison avec une structure plus faible ait plus de dégâts qu'une maison avec une structure techniquement plus solide, pour une même hauteur d'eau. Le calcul du coefficient de corrélation n'a pas été réalisé avec deux variables mais trois. Pour ce faire, nous avons réalisé un coefficient de corrélation entre les dégâts et les hauteurs d'eau et ce pour chaque type d'habitat. Nous faisons ensuite la moyenne des coefficients de corrélation obtenus pour chaque type d'habitat. Nous obtenons le coefficient de corrélation normalisé de : 0.52.

La variable hauteur d'eau va alors prendre un poids assez conséquent dans l'indice. Le facteur de hauteur d'eau à plutôt une forte capacité à endommager le matériel.

Type d'habitat

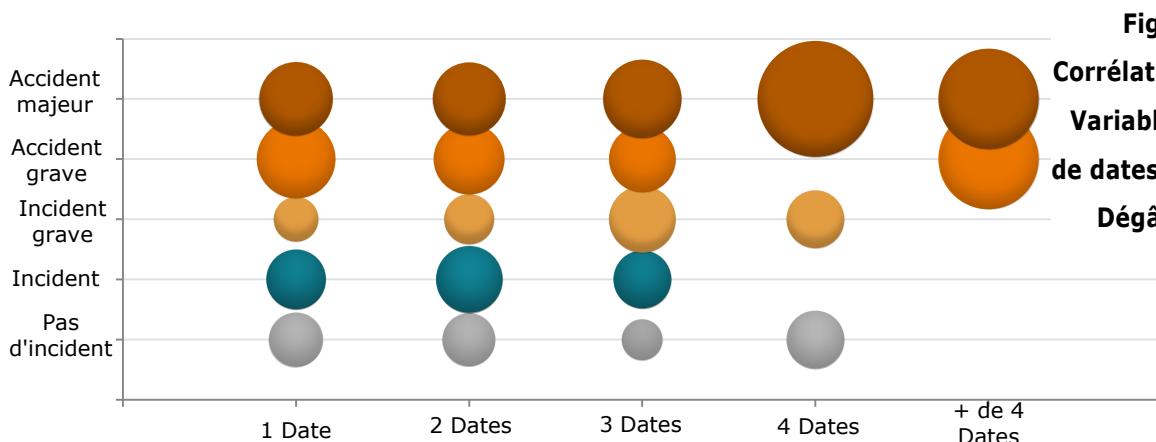


La taille des cercles représente le nombre de réponses de chaque couple de classes des variables, type d'habitat et dégâts subits (en % du nombre total de chaque classe de la variable type d'habitat).

Nous avons dû « normaliser » le calcul du coefficient de corrélation. En effet, qu'il est normal de n'avoir aucun dégâts ou presque aux plus petites hauteurs d'eau et de plus gros dégâts aux plus grandes hauteurs d'eau. Le calcul du coefficient de corrélation n'a pas été réalisé avec deux variables mais trois. Pour ce faire, nous avons réalisé un coefficient de corrélation entre les dégâts et le type d'habitat et ce pour chaque hauteur d'eau. Nous faisons ensuite la moyenne des coefficients de corrélation obtenus pour chaque type d'habitat. Nous obtenons le coefficient de corrélation normalisé de : 0.31.

Cette variable a également un poids conséquent dans l'indice mais moins que la variable hauteur d'eau. Le facteur de typologie des constructions à une assez forte capacité à endommager le matériel.

Référence de l'évènement



La taille des cercles représente le nombre de réponses de chaque couple de classes des variables, dates où les personnes ont subi un évènement et dégâts subits (en % du nombre total de chaque classe de la variable dates).

Le coefficient de corrélation obtenu pour la comparaison des dégâts subits et la récurrence de l'évènement (c'est-à-dire le nombre de dates inondées) est de 0.31. Cette variable prend le même poids que le

type d'habitat sur notre indice. Le facteur de récurrence de l'évènement à une assez forte capacité à endommager le matériel.

b) Résultats du calcul

Nous avons utilisé 3 facteurs pour l'indice, il est donc sur un barème de 3 que nous découpons équitablement pour obtenir 3 classes.

Ce premier graphique est obtenu d'après les maisons que nous avons interrogées et pour qui nous avons obtenus toutes les informations.

D'après le calcul de nos variables, une attribution de valeur à 1 représente un maximum de capacité de destruction pour la variable. Cette seule variable à un potentiel de destruction maximale en cas d'inondation. Aucune de nos variables

n'atteint à elle seule ce maximum, ce qui est « normal » dans un contexte réel. En revanche, si la somme des variables dépasse notre valeur 1, il y a de grandes chances pour que la maison subisse des dégâts matériels maximum. Le cumul de facteurs de forte vulnérabilité entraînera une destruction matérielle maximum. Le découpage des classes est donc peu adapté pour représenter ce barème. Nous constatons tout de même que plus de 60% des maisons interrogées sont au-delà de la valeur « 1 » représentatif d'une vulnérabilité très forte. Ces 60% sont techniquement plus que très vulnérables, le cumul de leurs facteurs est au-delà d'une destruction matérielle complète.

Nous avons donc réalisé un nouveau graphique avec un découpage en quatre classes égales dont trois sont avant le seuil de « 1 » et une après le seuil qui est une classe critique.

Selon cette nouvelle classification, il est plus aisé d'appréhender la répartition ; le calcul permet de situer le degré d'influence.

D'après

le graphique, plus de 60% des maisons sont dans les classes se situant au-delà de la destruction matérielle complète. 24% sont proche du seuil.

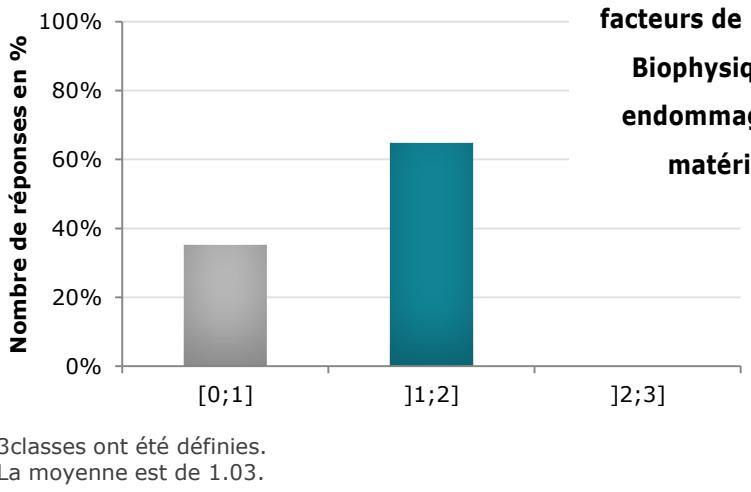


Figure 8 : Capacité des facteurs de l'indice Biophysique à endommager le matériel

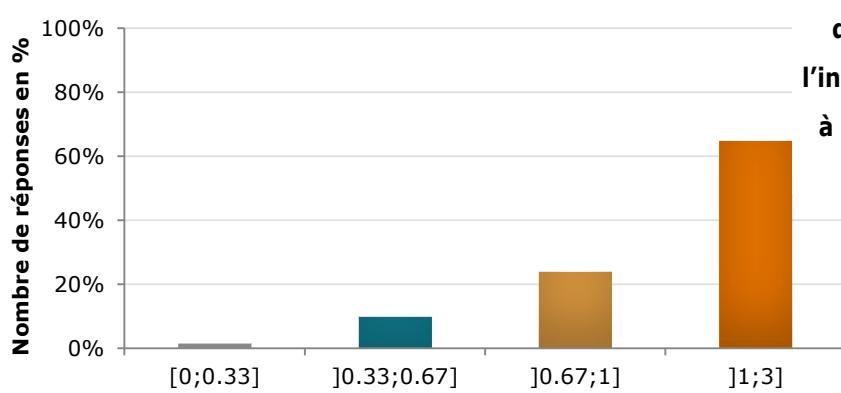


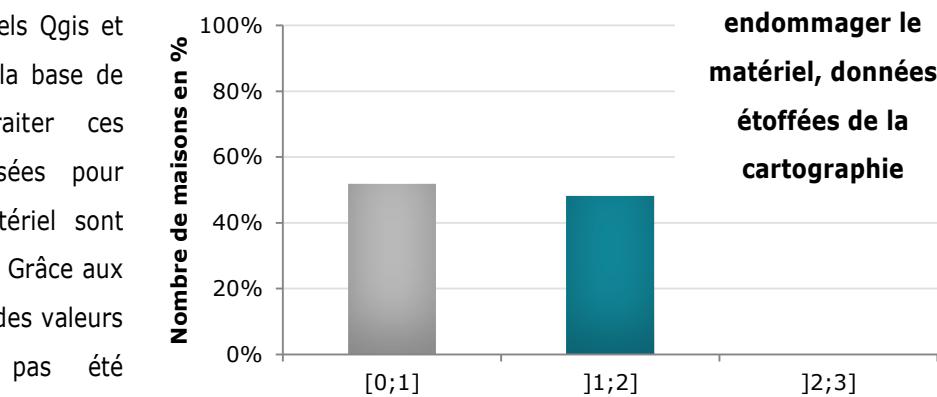
Figure 9 : Capacité des facteurs de l'indice Biophysique à endommager le matériel

c) Utilisation de la cartographie pour améliorer l'indice

Les traitements cartographiques, alternativement sous les logiciels Qgis et Arcgis ont permis d'alimenter la base de données mais également traiter ces données. Les données utilisées pour calculer l'indice physique matériel sont celles des maisons interrogées. Grâce aux SIG, nous avons pu attribuer des valeurs aux maisons qui n'ont pas été interrogées. De cette manière nous avons

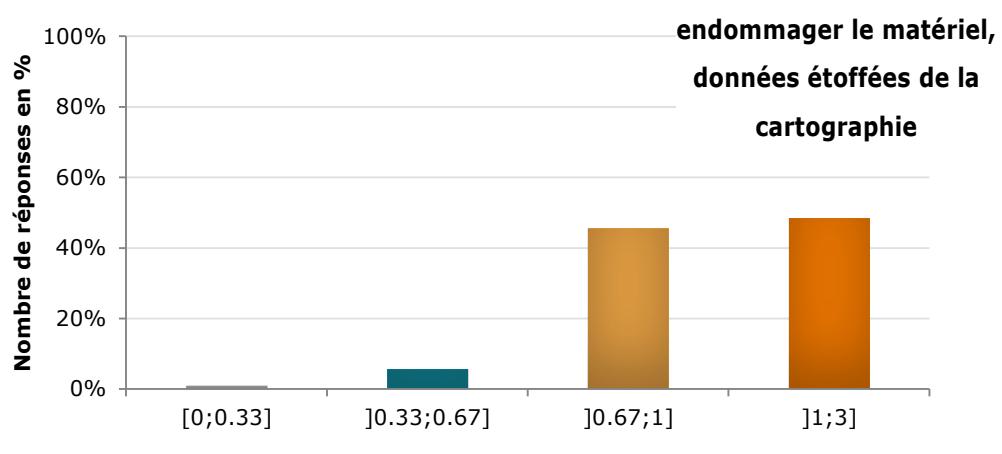
pu étoffer la base de données. Nous avons ajouté ces nouvelles données au calcul. Nous obtenons alors une précision à la maison près. Nous avons des données pour la totalité des maisons de la zone étudiée.

Ce nouveau graphique obtenu rend compte de la totalité des maisons de la zone étudiée. En comparant ces résultats avec ceux obtenus uniquement pour les maisons interrogées, on observe un changement de répartition des classes.



3 classes ont été définies.
La moyenne est de 0.96

Figure 10 : Capacité des facteurs de l'indice Biophysique à endommager le matériel, données étoffées de la cartographie



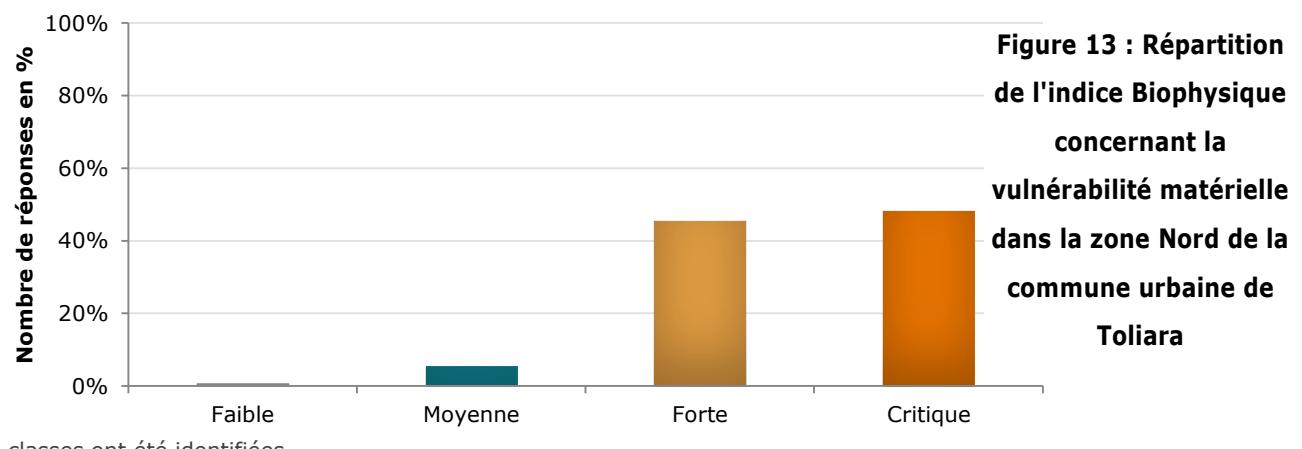
4 classes ont été identifiées.

Figure 11 : Capacité des facteurs de l'indice Biophysique à endommager le matériel, données étoffées de la cartographie

On constate qu'avec la totalité des données pour la zone, la part des maisons qui dépassent notre seuil de vulnérabilité « critique » diminue mais la classe juste en dessous de notre seuil augmente. Les classes inférieures ont également diminuées, elles restent faibles.

Comme nous avons un seuil « critique » qui correspond à notre valeur de référence « 1 », nous pouvons faire une idée de ce que représentent ces classes. Nous nommerons alors chaque classe comme suit : [0 ; 0.33] Vulnérabilité physique matérielle faible ;]0.33 ; 0.67] Vulnérabilité physique matérielle moyenne ;]0.67 ; 1] Vulnérabilité physique matérielle forte ;]1 ; 3] Vulnérabilité physique matérielle critique.

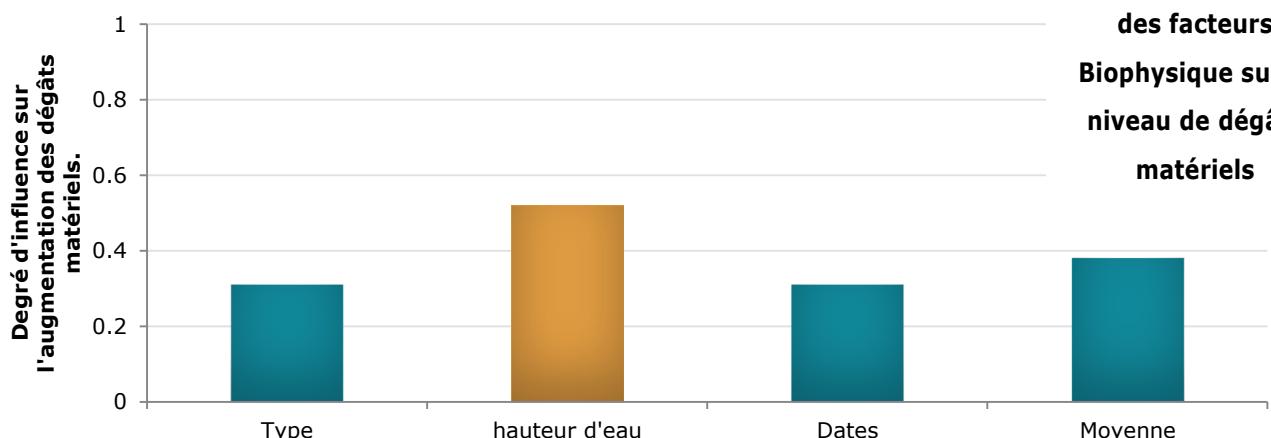
Nous pouvons alors modifier le graphique pour le présenter ainsi :



4 classes ont été identifiées.

Nous pouvons également créer un graphique afin d'observer quels facteurs influencent le plus la capacité à augmenter la destruction matérielle et donc la vulnérabilité.

Figure 12 : Influence des facteurs Biophysique sur le niveau de dégâts matériels



Une valeur proche de 0 signifie que les facteurs ont très peu d'influence sur le niveau de dégâts matériels.
Une valeur proche de 1 signifie que les facteurs ont une très grande influence sur le niveau de dégâts matériels.

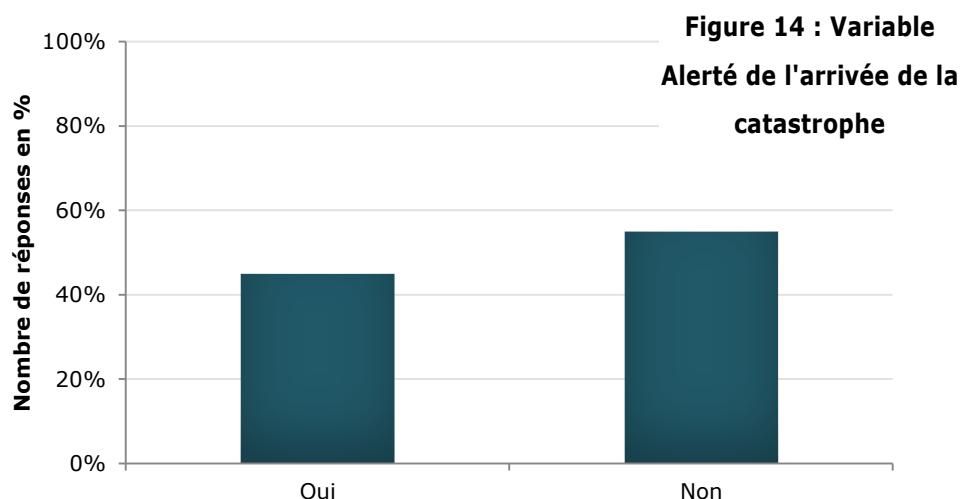
2.3. Indice « Capacité d'action » sur la vulnérabilité matérielle

2.3.1. Collecte des données

a) Utilisation de données brutes

Système d'Alerte

Par cette variable, nous voulons évaluer la capacité du système d'alerte à prévenir les personnes afin qu'elles puissent protéger leurs matériels. Cette variable est normalement prise en compte dans la partie « Facteurs physiques techniques et fonctionnels » hors dans notre zone d'étude, il n'existe pas de système d'alerte physique, pas de sirène ni d'alarme mise en place. Ce sont les personnes elles-mêmes qui s'informent. C'est pour cela que



La question est à réponse unique sur une échelle.
Les calculs sont effectués sans tenir compte des non-réponses.

Figure 14 : Variable Alerté de l'arrivée de la catastrophe

nous prenons en compte ce facteur dans cet indice plutôt que dans l'indice physique et géographique où il devrait normalement avoir sa place.

Le graphique montre que plus de la moitié des personnes interrogées n'ont pas été alertée de l'arrivée de l'inondation vers leur habitat lors de la dernière catastrophe.

Une réponse non rend la population plus vulnérable car si nous ne sommes pas prévenus, nous ne pouvons pas agir à temps pour mettre en sécurité le matériel.

Connaissance du risque d'inondation

Par cette variable, nous voulons évaluer la capacité de la connaissance du risque à permettre aux personnes de protéger leurs matériels.

De manière générale, ce graphique montre que les gens savent qu'ils sont en zone à risque. 90% savent que leur maison est en zone inondable. 10% ne savent pas.

Les personnes sa sachant pas qu'elles se trouvent en zone à risque, et qui ont donc répondu non sont plus vulnérable car elles n'auront rien prévu pour prévenir les dégâts matériels lors d'un évènement.

Le fait est d'essayer de savoir si ces 10% sont réellement en zone vulnérable faible ou bien pas informés sur le risque.

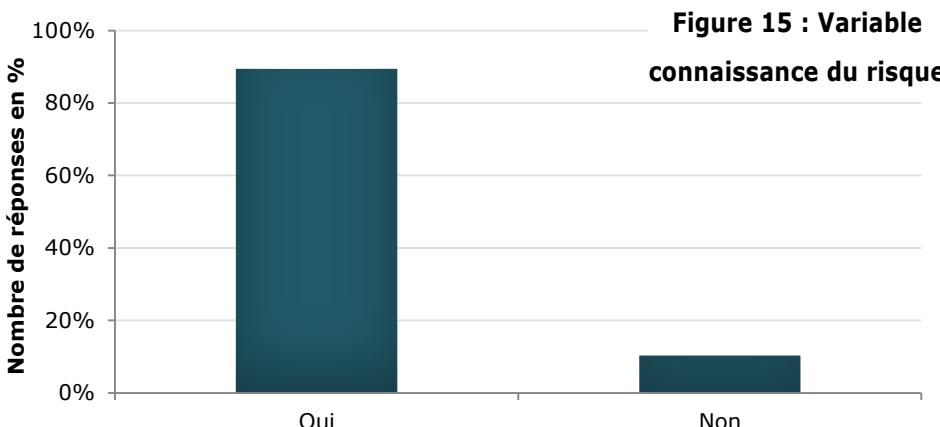


Figure 15 : Variable connaissance du risque

La question est à réponse unique sur une échelle.
Les calculs sont effectués sans tenir compte des non-réponses.

Connaissance des actes à faire en cas d'évènement

Par cette variable, nous voulons évaluer la capacité que les gens ont pour protéger leurs biens matériels d'après leur connaissance des actes à faire.

De manière générale, les personnes qui ont répondu au questionnaire pensent savoir ce qu'elles doivent faire en cas d'inondation (90% de Oui). Ceux qui ont répondu non (10%) ne savent pas ce qu'ils devraient faire en cas d'inondation. La question que l'on peut se poser face à cette donnée c'est est-ce que ce que ces personnes qui pensent savoir quoi faire ont les bonnes pratiques.

Une réponse non entraîne plus de vulnérabilité car si les personnes ne savent pas ce qu'elles doivent faire pour protéger leurs biens, elles auront plus de mal à les protéger.

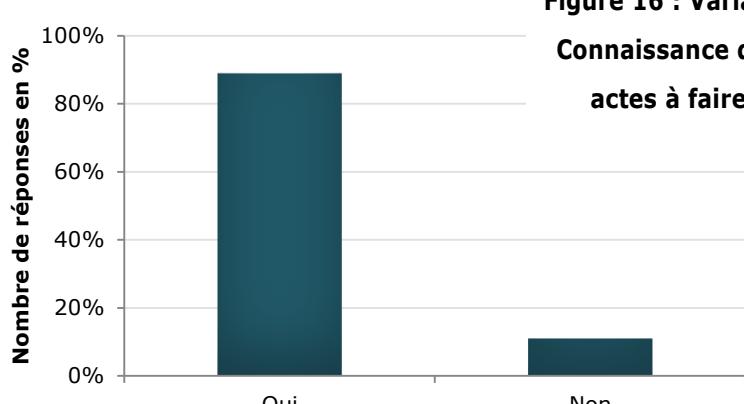


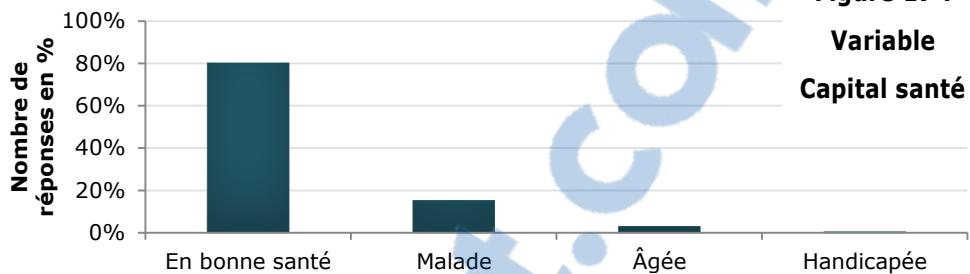
Figure 16 : Variable Connaissance des actes à faire

La question est à réponse unique sur une échelle.
Les calculs sont effectués sans tenir compte des non-réponses.

Niveau de santé de la personne

Par cette variable nous voulons évaluer si le niveau de santé de la personne influence sa capacité à réduire ses dégâts matériels.

La grande majorité des personnes ayant répondu au questionnaire sont en bonne santé (80%). Les personnes en bonne



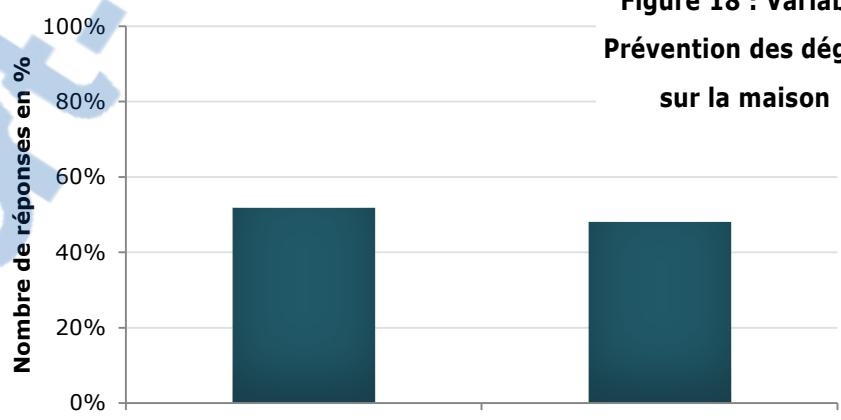
santé sont capables d'agir face à une inondation, elles sont en pleine possession de leurs moyens, on ne peut améliorer la santé de quelqu'un qui est déjà en bonne santé. On notera également que certaines personnes sont âgées de par leur âge mais se sentent plus en bonne santé et capable d'intervenir plutôt que âgée et avec des capacités limitées. En effet, 61% des personnes de 60 ans et plus se sentent en bonne santé et donc capables d'intervenir.

Les personnes handicapées sont les plus vulnérables, il leur est plus compliqué de protéger leurs matériels.

Prévention des dégâts matériels en cas de prochaine inondation

Par cette variable, nous voulons évaluer si la prévention que les personnes mettent en place pour protéger leur matériel est efficace.

Les personnes ayant répondu au questionnaire ont majoritairement répondu avoir tenté de faire quelques aménagements sur leur habitat afin de limiter les dégâts.



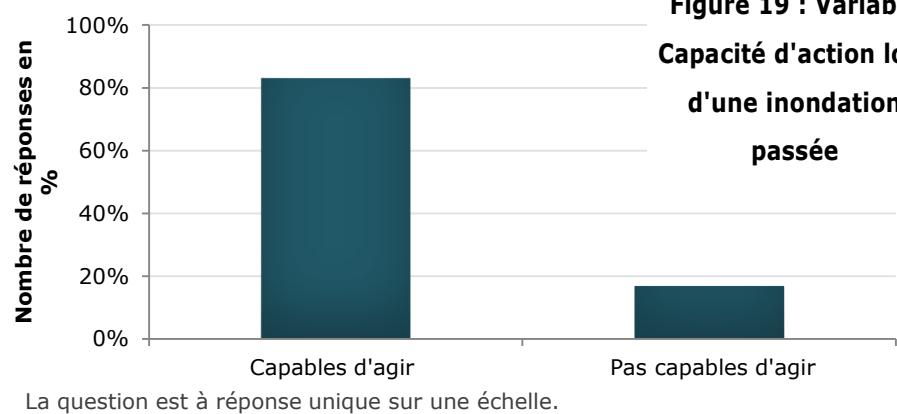
La question est à réponse unique sur une échelle.
Les calculs sont effectués sans tenir compte des non-réponses.

Ces aménagements tous aimeraient pouvoir les réaliser car les inondations provoquent beaucoup de dégâts, les personnes perdent toute leur vie quand ce n'est pas la vie elle-même. Il devient donc indispensable pour eux de faire ces modifications. Une réponse non rend donc le foyer plus vulnérable.

Capacité à agir lors du dernier événement

Par cette variable, nous voulons évaluer la capacité à réduire les dégâts matériels lorsque les personnes ont déjà sus agir lors d'un événement précédent.

Les personnes estiment à plus de 80% avoir sus agir lors du dernier événement. Ce qu'ils évaluent comme les rendant capable d'agir est-ce vraiment efficace lorsqu'il s'agit de protéger ses biens matériels ?



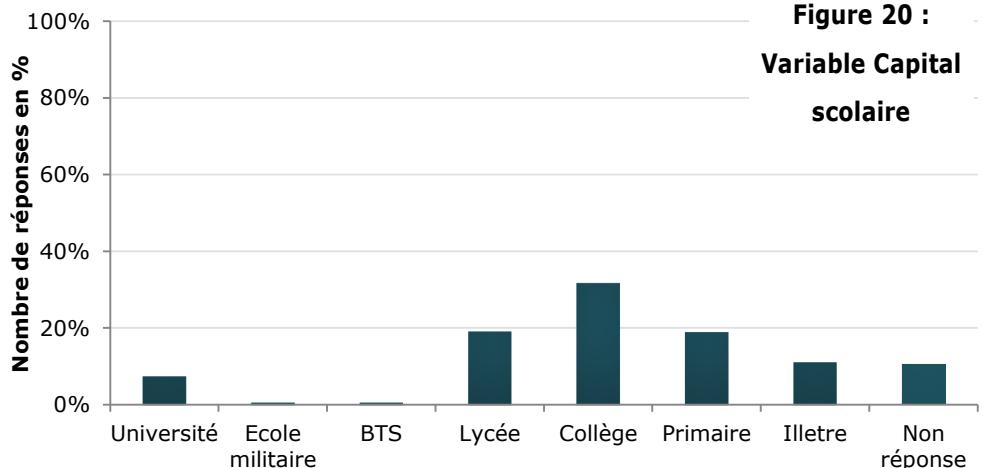
Une réponse non, c'est-à-dire pas capable d'agir rend les personnes plus vulnérables car elles sont perdues lors d'une inondation et n'ont aucune idée de ce qu'elles doivent faire.

b) Utilisation de données recodées

Niveau de scolarisation

La réponse à la question « Quel est le plus haut niveau de diplôme du chef de foyer ? » à été recodée sur une échelle fermée. S'appuyant sur le système scolaire malgache, nous avons défini sept groupes : Illettré, Primaire, Collège, Lycée, BTS, École militaire, Université.

On constate que plus de la moitié de la population ne va pas au-delà du collège dans son cursus scolaire. 30% sont illétrés ou n'ont eu la chance que d'aller jusqu'en primaire. Cette donnée est importante, elle peut permettre de comprendre certains aspects de la pauvreté mais également la désinformation et méconnaissance du risque.



Les personnes qui ne sont pas sensibilisées sont plus vulnérables. C'est pour cela que c'est la classe « illétré » qui est définie comme étant la plus vulnérable.

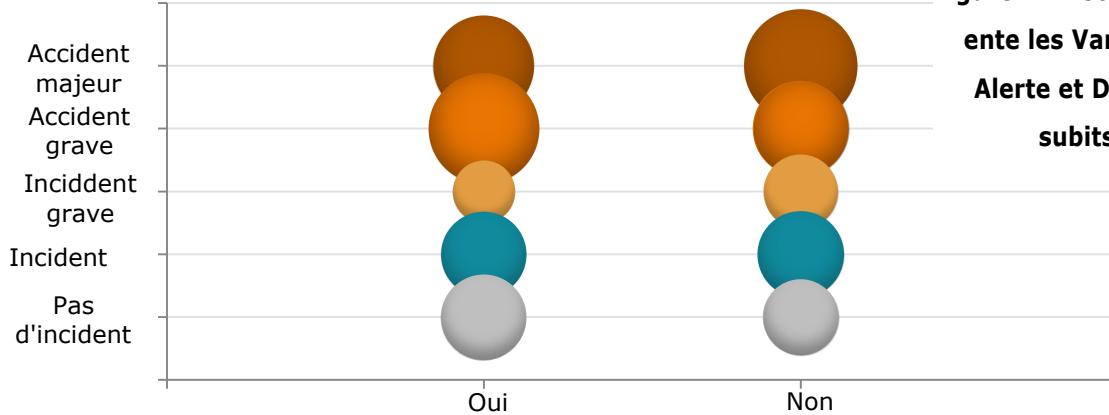
2.3.2. Traitement des données

a) Pondération des Variables

Système d'alerte

Figure 21 : Corrélation entre les Variables

Alerte et Dégâts subits



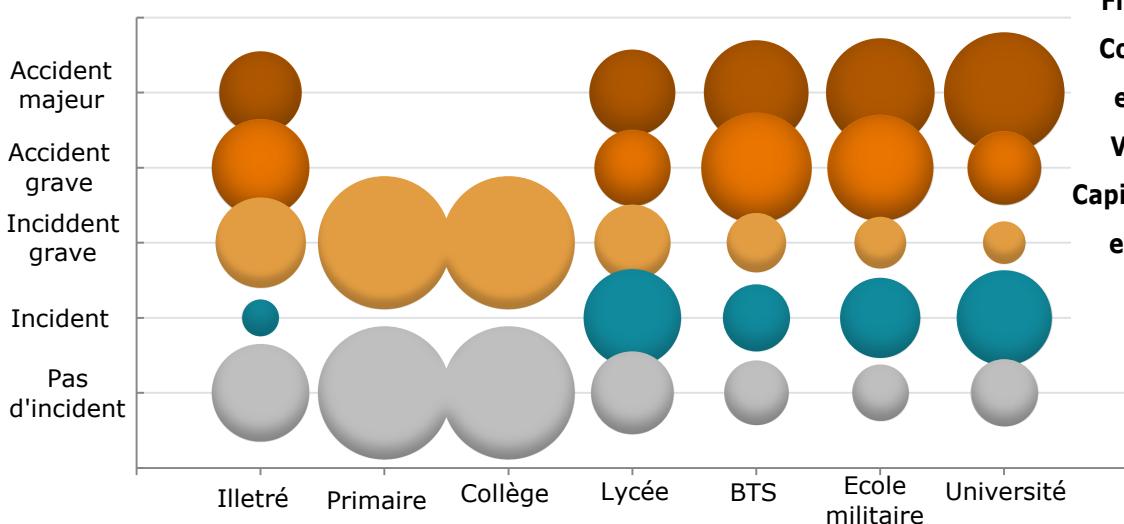
La taille des cercles représente le nombre de réponses de chaque couple de classes des variables information et dégâts subits (en % du nombre total de chaque classe d'Information).

Le coefficient de corrélation entre les dégâts subits au dernier évènement et la personne à elle été alerté ou non est de 0,05. La variable prendra peu de poids dans l'indice. Le système d'alerte est donc peu significatif pour ce cas. Qu'ils aient été informés ou non, les personnes ont subis de mêmes dégâts matériels.

Le facteur de système d'alerte n'a pas la capacité de prévenir les personnes pour qu'elles protègent leurs matériels.

Niveau de scolarisation

Figure 22 : Corrélation entre les Variables Capital scolaire et Dégâts subits



La taille des cercles représente le nombre de réponses de chaque couple de classes des variables Capital scolaire et dégâts subits (en % du nombre total de chaque classe de Capital scolaire).

Le coefficient de corrélation entre la variable Capital scolaire et Dégâts subits au dernier évènement est de 0.29. Le capital scolaire influence un peu la capacité des personnes à réduire leurs dégâts matériels.

Connaissance du risque

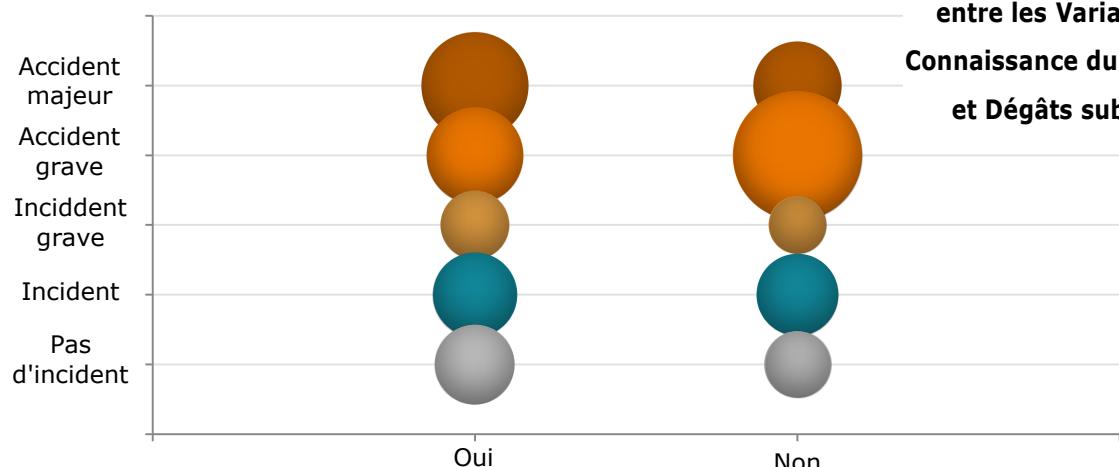


Figure 23 : Corrélation entre les Variables Connaissance du risque et Dégâts subits

La taille des cercles représente le nombre de réponses de chaque couple de classes des variables connaissance du risque et dégâts subits (en % du nombre total de chaque classe de la variable connaissance du risque).

Le coefficient de corrélation entre la variable Connaissance du risque et Dégâts subits au dernier événement est de 0.04. La variable connaissance du risque à très peu d'influence sur la capacité des gens à réduire leurs dégâts matériels.

Ce n'est alors pas parce que les personnes sont au courant qu'elles sont en zone inondable qu'elles ont les moyens de protéger leurs biens matériels.

Connaissance des actes à faire

Le coefficient de corrélation entre la variable connaissance des actes à faire et dégâts subits au dernier événement est de -0.05. On constate pour cette variable que contrairement à ce que l'on pourrait penser, lorsque la population pense connaître les actes à faire en cas d'inondation, elle devient plus vulnérable. C'est alors la réponse oui, qui ajoutera une valeur de vulnérabilité à l'indice. La variable à peu d'influence sur la capacité des personnes à réduire leurs dégâts matériels. Elle influence même à l'inverse puisque lorsque les personnes pensent connaître les actes à faire, elles deviennent plus vulnérables. Nous avons ici un exemple parfait de ce qu'expliquent Pierre Bourdieu et Jean Claude Passeron (citées dans *Le questionnaire* de François de Singly), « l'enquête à pour ambition d'expliquer ce que les acteurs font pas ce qu'ils sont, et non pas ce qu'ils disent de ce qu'ils font ». Ici en analysant

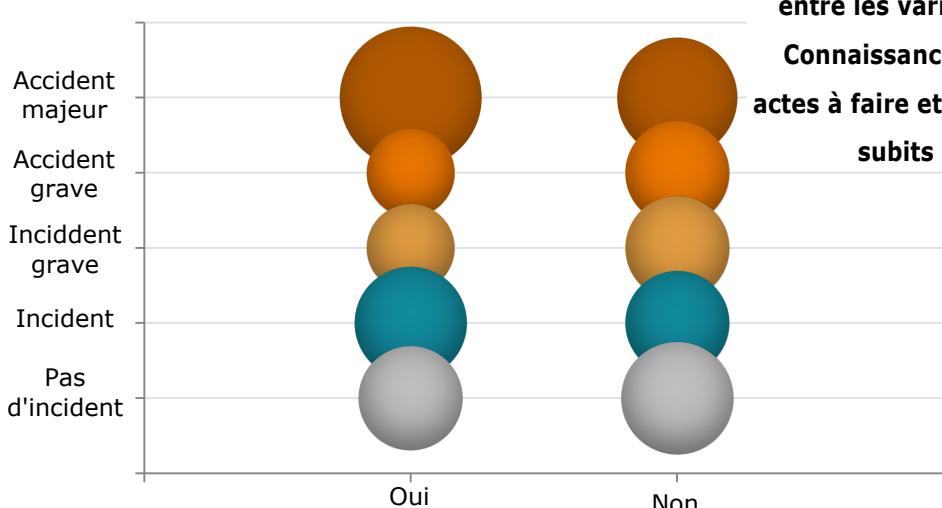


Figure 24 : Corrélation entre les variables Connaissance des actes à faire et Dégâts subits

La taille des cercles représente le nombre de réponses de chaque couple de classes des variables connaissance des actes à faire et dégâts subits (en % du nombre total de

simplement la réponse à la question, on se rend compte que les personnes pensent savoir ce qu'elles doivent faire. Mais avec notre méthode d'analyse, on se rend compte que leurs connaissances des actes à faire n'est en rien utile à la réduction de leurs dégâts.

Prévention du risque matériel mise en place par les particuliers sur leur habitation

Le coefficient de corrélation entre la variable prévention du risque matériel par les particuliers sur leur habitation et les dégâts subits au dernier évènement est de 0.88. Cette variables donne un peu plus d'importance que les autres pour la réduction des dégâts matériels mais elle reste relative.

L'impact de cette variable est modéré car, les modifications ne sont que

futile (exemple : mise en place de fondations sous la maison) face à ce qu'il conviendrait de faire réellement.

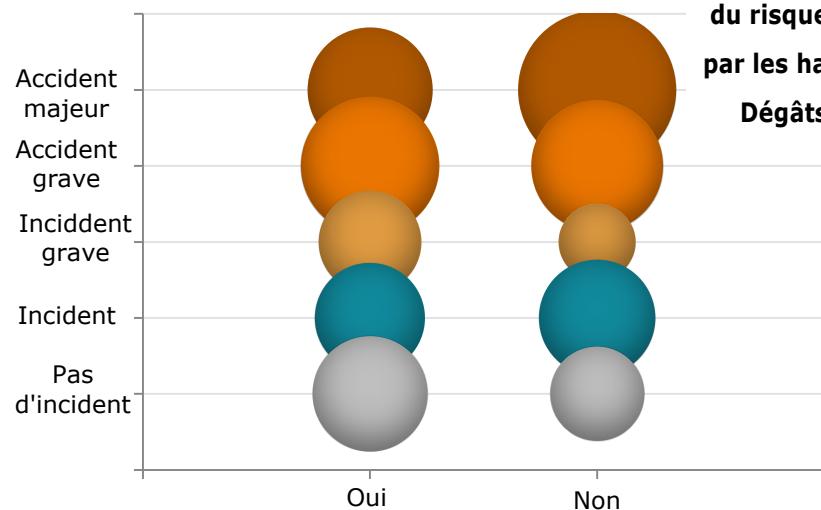


Figure 25 :
Corrélation entre les Variables Prévention du risque matériel par les habitants et Dégâts subits

La taille des cercles représente le nombre de réponses de chaque couple de classes des variables prévention du risque matériel et dégâts subits (en % du nombre total de chaque classe de la variable prévention du risque matériel).

Capacité d'action au dernier évènement

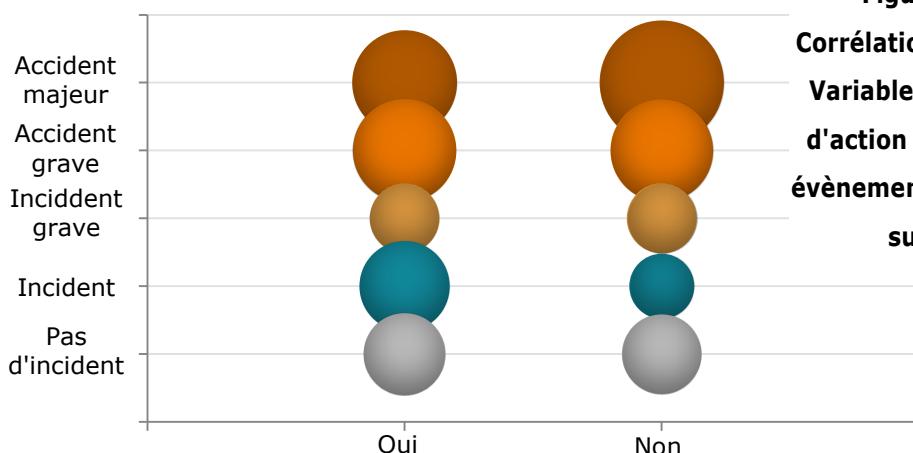


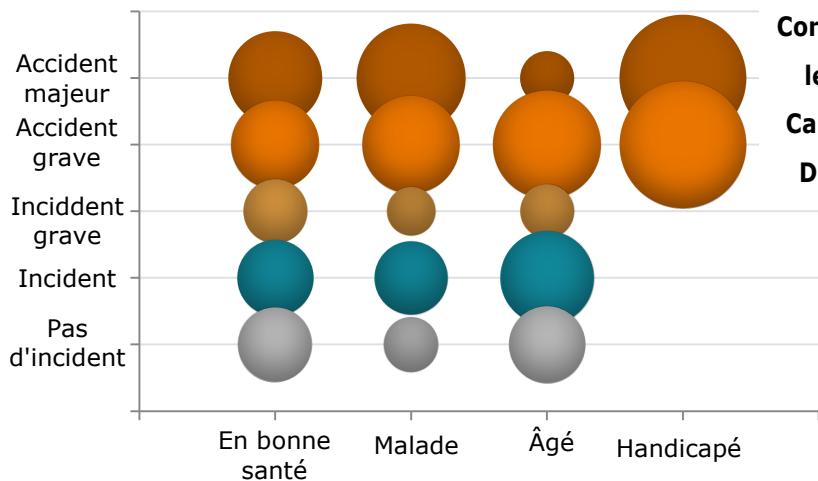
Figure 26:
Corrélation entre les Variables Capacité d'action au dernier évènement et Dégâts subits

La taille des cercles représente le nombre de réponses de chaque couple de classes des variables capacité d'action au dernier évènement et dégâts subits (en % du nombre total

Le coefficient de corrélation entre la variable capacité d'action au dernier évènement et les dégâts subits au dernier évènement est de 0.11. Cette variable influence peu la capacité des personnes à réduire leurs dégâts matériels.

Capital santé

Le coefficient de corrélation entre la variable capital santé et les dégâts subits au dernier évènement est de 0.24. Cette variable influence un peu la capacité des personnes à réduire leurs dégâts matériels. Plus une personne est en bonne santé et mieux elle saura



réduire ses dégâts matériels, mais cela reste relatif, la valeur reste faible.

Figure 27:
Corrélation entre les Variables Capital santé et Dégâts subits

La taille des cercles représente le nombre de réponses de chaque couple de classes des variables capital santé et dégâts subits (en % du nombre total de chaque classe de la variable capital santé).

b) Résultats du calcul

Nous avons utilisé 7 facteurs pour l'indice, il est donc sur un barème de 7 que nous découpons équitablement pour obtenir 4 classes.

Nous observons que les facteurs de capacité à agir concernant la population pour réduire leur vulnérabilité matérielle ont une très faible influence. Les résultats sont à 100% dans la catégorie la plus faible. Ce graphique n'indique pas d'échelle sur laquelle se baser pour avoir une idée de ce que représentent ces valeurs. Notre seuil est pour cet indice également à 1. En effet, comme expliqué

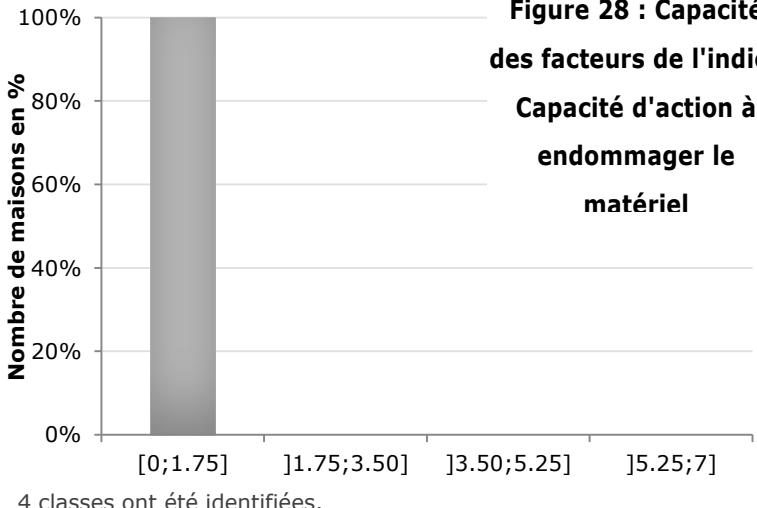
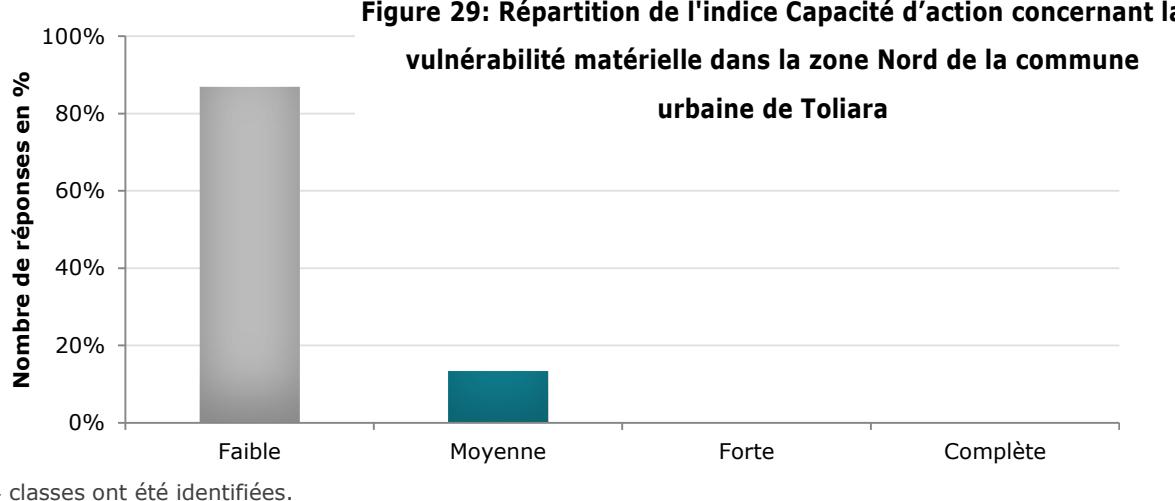
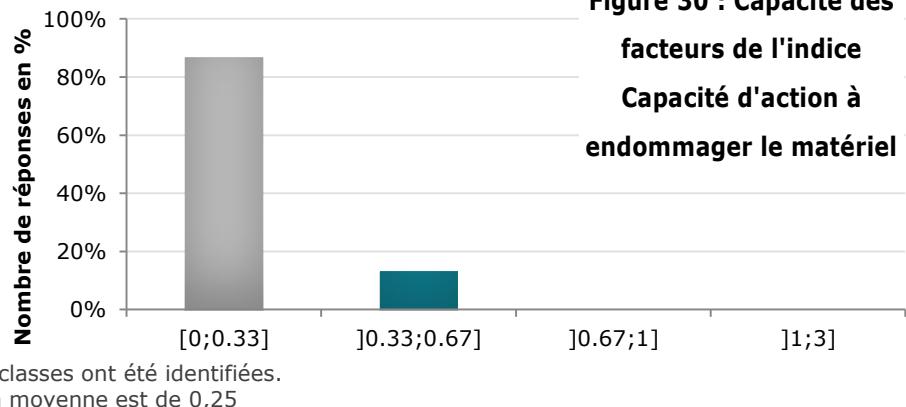


Figure 28 : Capacité des facteurs de l'indice Capacité d'action à endommager le matériel

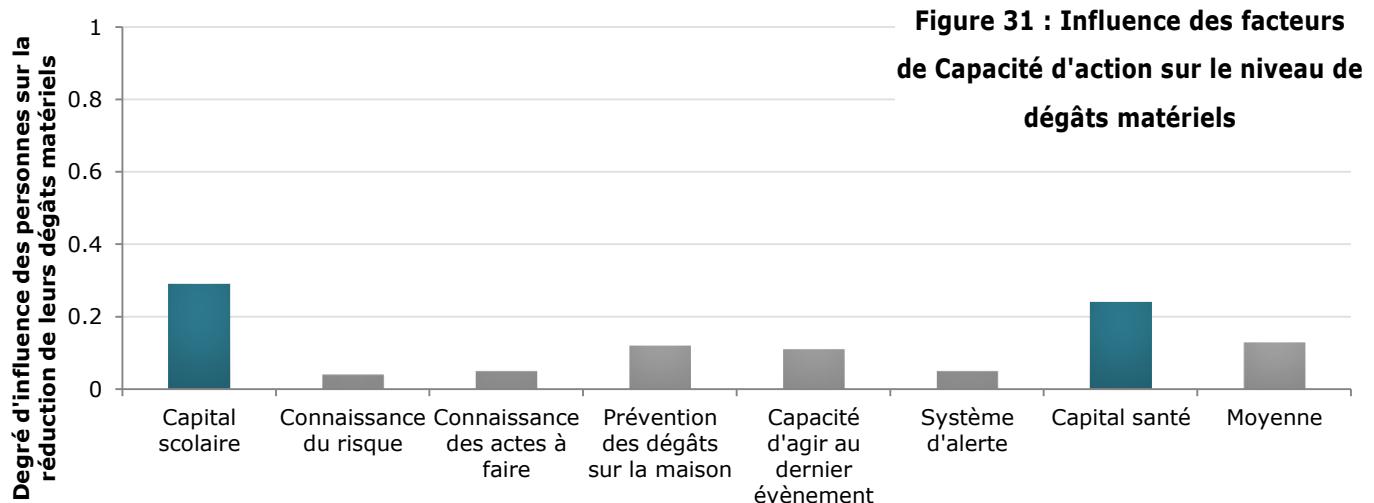
pour le premier indice, un résultat à 1 pour une variable signifie qu'elle permet à elle seul la réduction totale des dégâts matériels. Si la somme des variables réalisée dans le calcul va au-delà de ce seuil 1, le cumul des facteurs permettra alors de réduire la quasi-totalité des dégâts. Nous réalisons donc un nouveau découpage afin d'évaluer au mieux la répartition.

Après classification, on constate en effet, que les valeurs se situent dans la classe la plus faible. La capacité d'action n'a alors quasiment aucune influence sur la capacité à réduire la vulnérabilité. Cela signifie que les personnes n'ont pas la capacité de réduire leur vulnérabilité.

D'après ce graphique et comme nous avons un seuil de référence, nous pouvons nous permettre d'attribuer des noms aux classes afin de voir directement ce qu'elles représentent.



Nous pouvons également créer un graphique afin d'observer quels facteurs influencent le plus la capacité des personnes à réduire leur vulnérabilité.



Une valeur proche de 0 signifie que les personnes ont très peu d'influence sur la réduction de leurs dégâts matériels.
Une valeur proche de 1 signifie que les personnes ont une très grande influence sur la réduction de leurs dégâts matériels.

La valeur moyenne des facteurs de l'indice « capacité d'action » est de 0.13/1. C'est une valeur très faible, elle signifie que la population de notre zone d'étude a très peu d'influence sur sa capacité à réduire ses dégâts matériels. Dans ce contexte, elle a une forte vulnérabilité.

2.4. Indice « Résilience » sur la vulnérabilité matérielle

2.4.1. Collecte des données

a) Utilisation de données recodées

Importance de l'aide

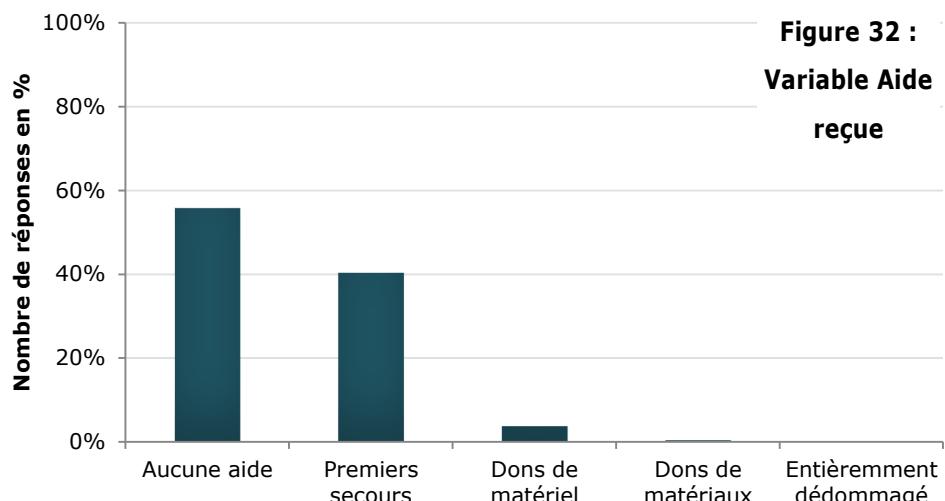
Par cette variable nous voulons évaluer la capacité de l'aide apporté à réduire les dégâts matériels.

Nous avons recodé la variable aide en deux catégories. La première transforme les données en une variable « Qui à apporté l'aide après le dernier évènement ? ». La seconde, hiérarchise les données en cinq classes pour obtenir le type d'aide. La première « Aucune

aide » concerne des réponses tels que « nous n'avons pas eu d'aide ; il y a eu de l'aide mais je n'ai personnellement rien reçu ». La deuxième « Premiers secours » regroupe des réponses telles que « J'ai reçu : savon, nourriture, bougies, eau... ». La troisième « Dons de matériels » regroupe des réponses telles que « J'ai reçu : du mobilier, des fournitures scolaires, du matériel de cuisine... ». La quatrième « Dons de matériaux » regroupe les éléments de réponses « J'ai reçu : du roseau pour reconstruire la maison, des briques, des tôles... ». La dernière « Dédommagement complet » sous entend que la personne à été complètement dédommagé que ce soit par l'état grâce à des assurances catastrophe naturel ou bien grâce aux aides privées. On note que dans le cas de la zone d'étude nous n'observons aucune réponse correspondant à cette classe.

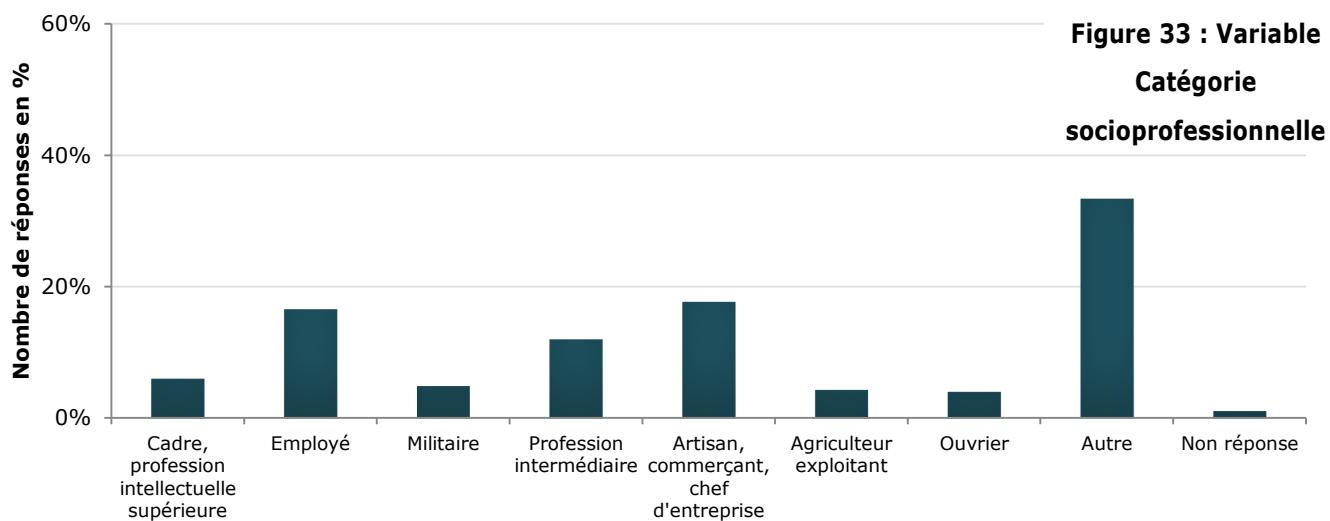
Plus de 50% des personnes ont répondu n'avoir bénéficiés d'aucune aide. De plus 91% de l'aide qui à été reçue se classe dans la catégorie premier secours.

Nous attribuons la classe aucune aide reçue comme étant la plus vulnérable.

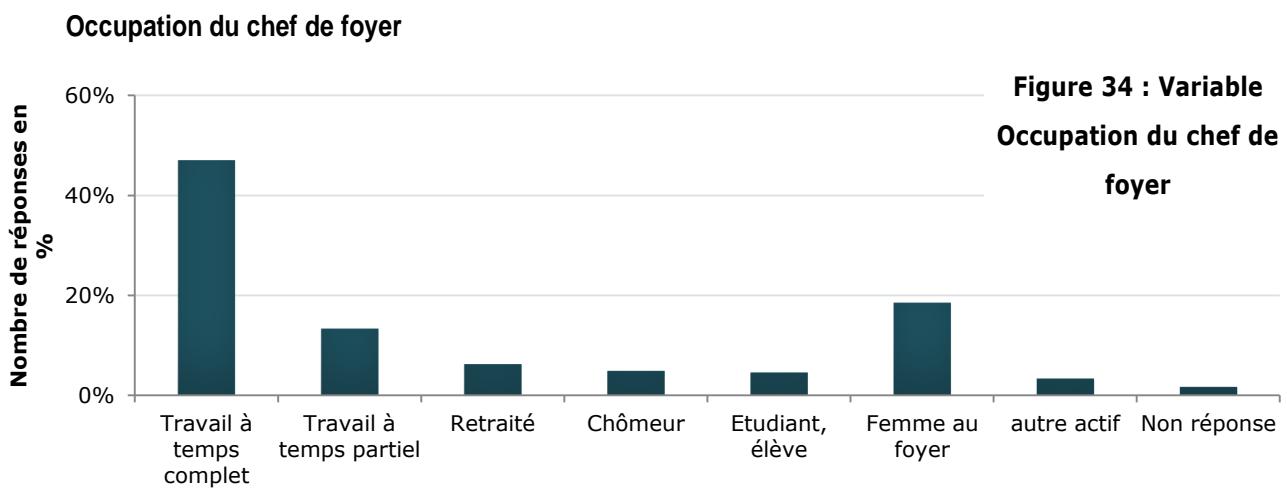


b) Utilisation de donnée recodée par groupement de variable

Profession du chef de foyer



Toutes les catégories de professions sont plus ou moins représentées, certaines catégories sont moins représentées dû au lieu de l'enquête qui se situe en ville ; par exemple le nombre d'agriculteurs exploitants, ils se situent plus généralement en brousse. C'est également pour cela que l'on retrouve plus d'employés et profession intermédiaire. La catégorie autre est quand à elle la plus nombreuse car elle englobe toutes les femmes aux foyers qui sont nombreuses dans la zone étudiée, ainsi que les étudiants et retraités. Les Artisans, commerçants sont nombreux, cela s'explique par l'omniprésence de petites épiceries. En effet, nous sommes dans un pays en développement ce qui signifie qu'une partie conséquente de la population n'a pas les moyens de s'approvisionner dans les centres commerciaux qui sont très peu nombreux, elle ne possède également pas de moyens de transport comme la voiture. Pour ces raisons, il est indispensable de n'avoir que de petites distances à parcourir pour se ravitailler et à bas prix (on peut noter que les produits se vendent pour la plupart à l'unité).



Plus de 50% des personnes interrogées travaillent à temps complet ou à temps partiels. Peu de personnes sont inactives. L'occupation représentée en deuxième est « femme au foyer ». Cette catégorie est très représentée, c'est une donnée qui nous informe sur la structure de la population : les modes de vie et les problèmes sociaux (cela signifie que ces femmes vivent seule ou avec leurs enfants et ne travaillent pas). Il y a peu de chômeurs, de retraités et d'étudiants.

Nouvelle variable obtenue grâce aux deux précédentes

La variable catégorie social a été calculée à partir des données de profession et occupation du chef de foyer ainsi que le type d'habitat du foyer. Le barème appliqué est le suivant. Profession : Autre (1), Ouvrier (2), Agriculteur (3), Artisan commerçant (3), Profession intermédiaire (4), Employé (5), Militaire (5), Cadre(6). Occupation : Autre actif (1), Femme au foyer (2), Etudiant élève (2), Chômeur(2), Retraité (3), Travail à temps partiel (4), Travail à temps complet (5). Type d'habitat : Maison en roseau (1), Maison en bois ou tôle (2), Maison en dur (3), Maison à étage (4). Ce barème s'appuie sur l'expérience terrain, la réalité des métiers et le degré de richesse qu'ils peuvent apporter. Attention, il faut avoir en tête qu'il y a une différence entre la catégorie moyenne et Élevée. En effet, nous n'avons pas crée de classe « moyennement élevée » entre les deux comme nous avons crée une classe « moyennement faible ». Ceci est dû à la disparité sociale visible en contexte, cette classe n'existe pas.

La répartition des catégories sociale est relativement homogène même si la catégorie « faible » ressort légèrement plus que les autres. Ceci s'explique par le fait que l'on a tenu à interroger le même nombre de maisons de chaque type d'habitat.

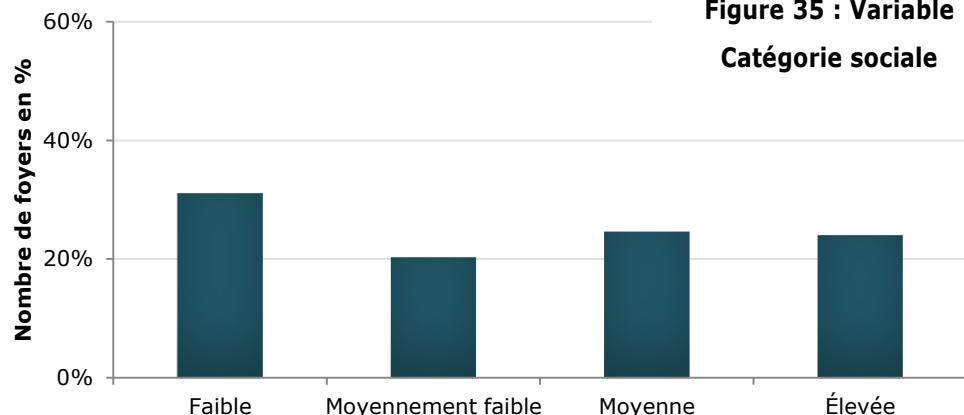


Figure 35 : Variable Catégorie sociale

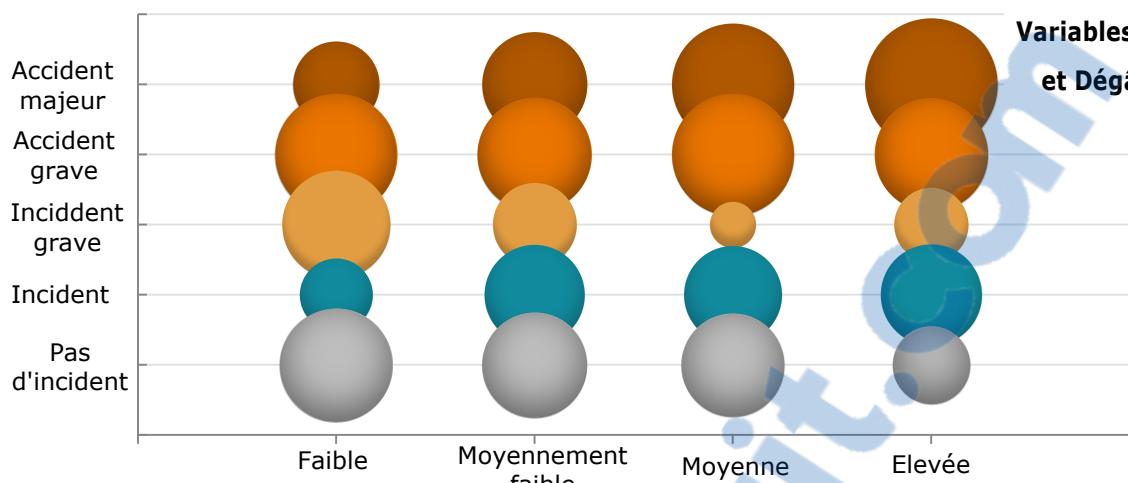
2.4.2. Traitement des données

a) Pondération des variables de l'indice

Ressources, activités professionnelles

Pour l'observation de ce facteur, nous utiliserons la variable « Catégorie social » que nous avons crée à partir de la base de donnée.

Figure 36 :
Corrélation entre les Variables Ressource et Dégâts subits

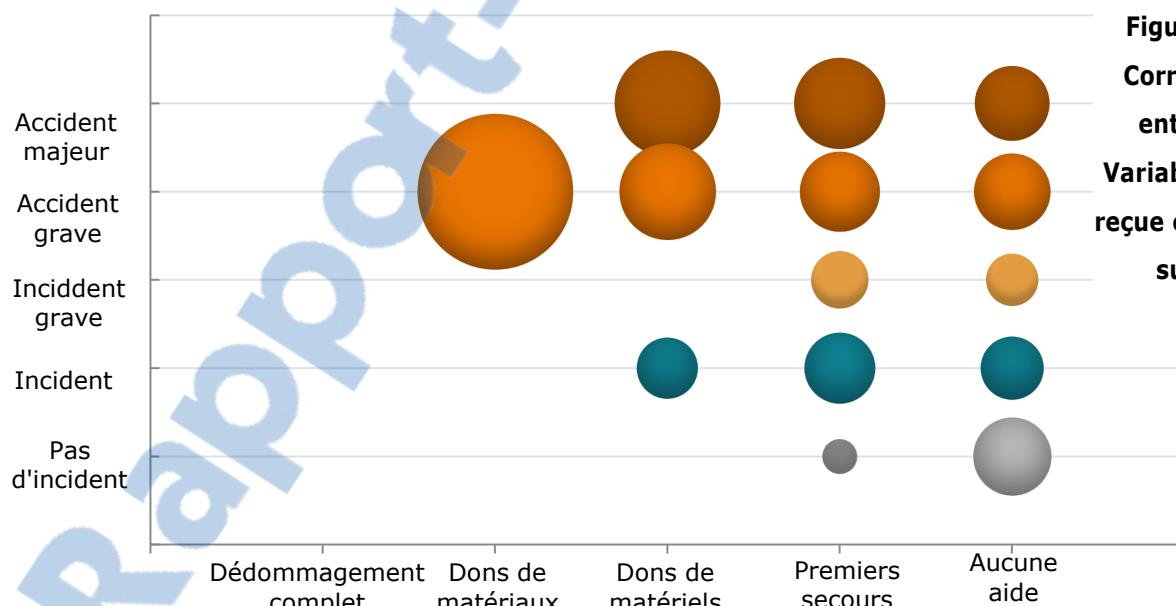


La taille des cercles représente le nombre de réponses de chaque couple de classes des variables Catégorie social et dégâts subits (en % du nombre total de chaque classe de Catégorie social).

Le coefficient de corrélation entre la variable Catégorie social et Dégâts subits au dernier évènement est de 0.34. La variable concernant la catégorie social à un poids plutôt important sur l'indice. Cela signifie que la catégorie sociale aura une certaine influence que la capacité des personnes à se remettre de l'évènement, en termes de dégâts matériels.

Importance de l'aide

Figure 37 :
Corrélation entre les Variables Aide reçue et Dégâts subits



La taille des cercles représente le nombre de réponses de chaque couple de classes des variables Aide reçue et dégâts subits (en % du nombre total de chaque classe de la variable Aide reçue).

Le coefficient de corrélation entre la variable aide reçue et les dégâts subits au dernier évènement est de 0.57. Cette variable prend une grande importance au sein de l'indice. Cela signifie que l'aide reçue aura une grande importance quand à la résilience possible en terme de dégâts matériels après un évènement.

b) Résultats du calcul

Nous avons deux variables, notre indice est donc sur un barème de 2, nous découpons donc l'indice en deux classes égales.

Ce premier graphique est obtenu d'après les maisons que nous avons interrogées et pour qui nous avons obtenus toutes les informations. Il permet d'observer que la totalité du panel se situe dans les valeurs hautes. D'après les

calculs effectuées, un résultat proche de 2 signifie une résilience très faible voir inexistante. Un résultat proche de 0 signifie une résilience presque complète.

Afin de mieux observer la répartition de notre indice, nous le découpons en quatre classes égales. Nous avons également nommé les classes car nous savons ce que signifient les résultats.

Nous avons définit quatre classes égales. Un cumul trop prononcé de facteurs de faible résilience entraîne une résilience très difficile pour les habitants. Nous constatons que 61% des maisons interrogées sont dans la classe « critique ». Ces 61% sont techniquement plus que très vulnérables, le cumul de leurs facteurs est au-delà d'une résilience matérielle très difficile. Les 39% restant se trouvent dans une catégorie à faible résilience. Ils sont très proches de la résilience critique.

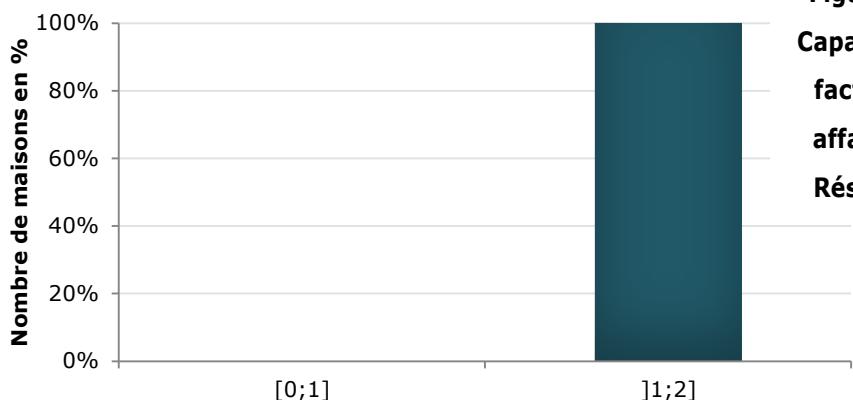
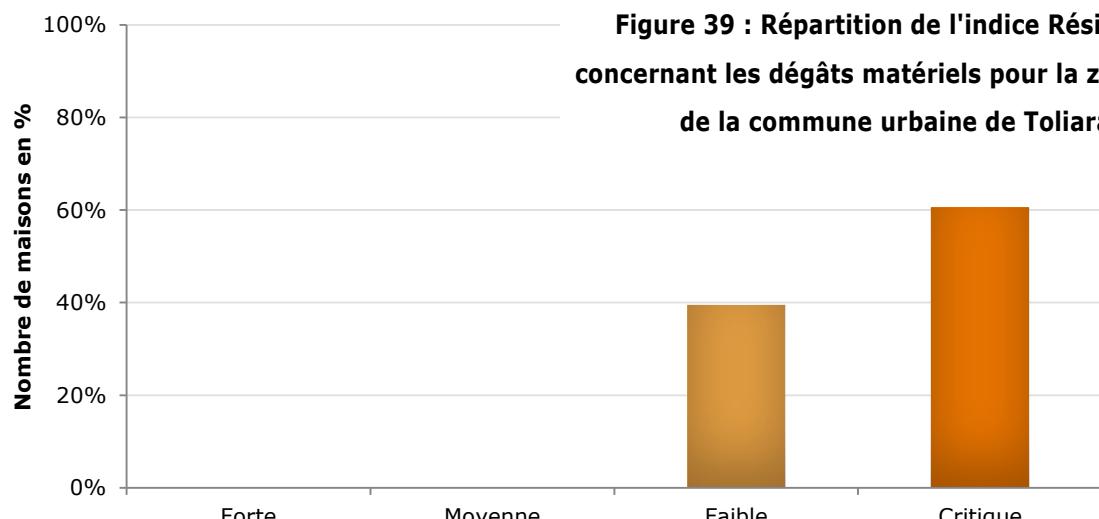


Figure 38 :
Capacité des facteurs à affaiblir la Résilience

Figure 39 : Répartition de l'indice Résilience concernant les dégâts matériels pour la zone Nord de la commune urbaine de Toliara



4 classes ont été identifiées.

Nous pouvons également crée un graphique afin d'observer quels facteurs influencent le plus la capacité de résilience pour se remettre des dégâts matériels.

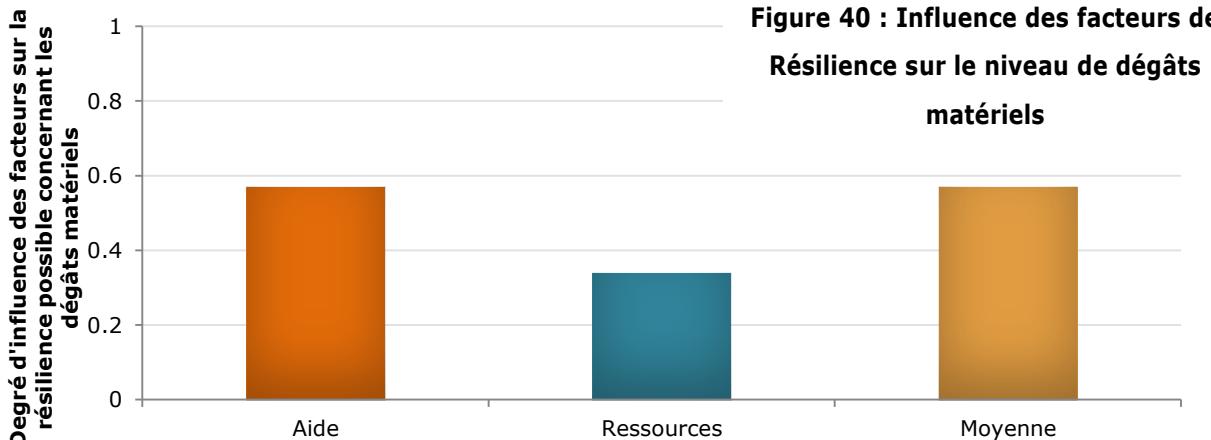


Figure 40 : Influence des facteurs de Résilience sur le niveau de dégâts matériels

Une valeur proche de 0 signifie que les facteurs ont très peu d'influence sur la résilience des dégâts matériels. Une valeur proche de 1 signifie que les facteurs ont une très grande influence sur la résilience des dégâts matériels.

2.5. Critique des résultats

Concernant l'indice Biophysique, les résultats sont incomplets, il manque plusieurs facteurs qui pourraient évaluer la vulnérabilité Biophysique, par exemple l'étude de la rugosité de surface, pour n'en citer qu'un. Nous avons choisis de citer celui-ci car nous avons pu observer sur le terrain, en discussions avec la population que durant l'inondation l'eau avait tendance à s'engouffrer et suivre le cheminement des routes. Une maison se trouvant à la fin d'une route porteuse d'un grand courant d'eau sera extrêmement vulnérable.

3. Analyse

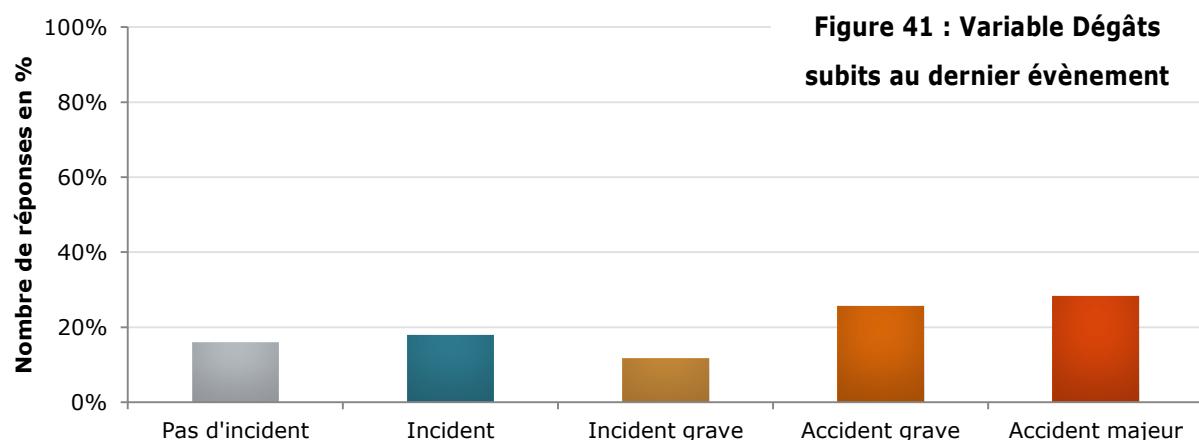
3.1. Résultats d'analyse

3.1.1. Analyse géographique

La zone d'étude correspond à la partie Nord de la ville de Toliara. Elle regroupe quatre quartiers. C'est à environ 3 km au Nord de cette zone que se trouve le fleuve Fiherenana. La ville de Toliara se situe juste au Sud de l'exutoire du bassin versant du Fiherenana, sur une vaste plaine littorale dont les altitudes sont d'environ 10m et n'excèdent pas les 20m. Environ à 7 km à l'Est de la ville, les altitudes commencent à être beaucoup plus élevées. Étant en pleine ligne de front, en cas d'inondation due au débordement du fleuve, notre zone d'étude sera la première partie de la ville touchée. A quel point sera-t-elle touchée ? C'est la question à laquelle veut répondre notre indice Biophysique.

Grâce à notre méthode de calcul, nous savons que des trois facteurs c'est la hauteur d'eau qui importe le plus dans la destruction matérielle. Viennent ensuite les facteurs de structure de l'habitation et la récurrence des événements. Comment agissent-ils sur notre zone d'étude ? Le graphique obtenu après application des trois facteurs sur toutes les habitations de notre zone d'étude (Figure 13 : Répartition de l'indice Biophysique concernant la vulnérabilité matérielle dans la zone Nord de la commune urbaine de Toliara) a montré que plus de 40% des maisons se trouvent en zone à forte vulnérabilité et également plus de 40% des maisons se

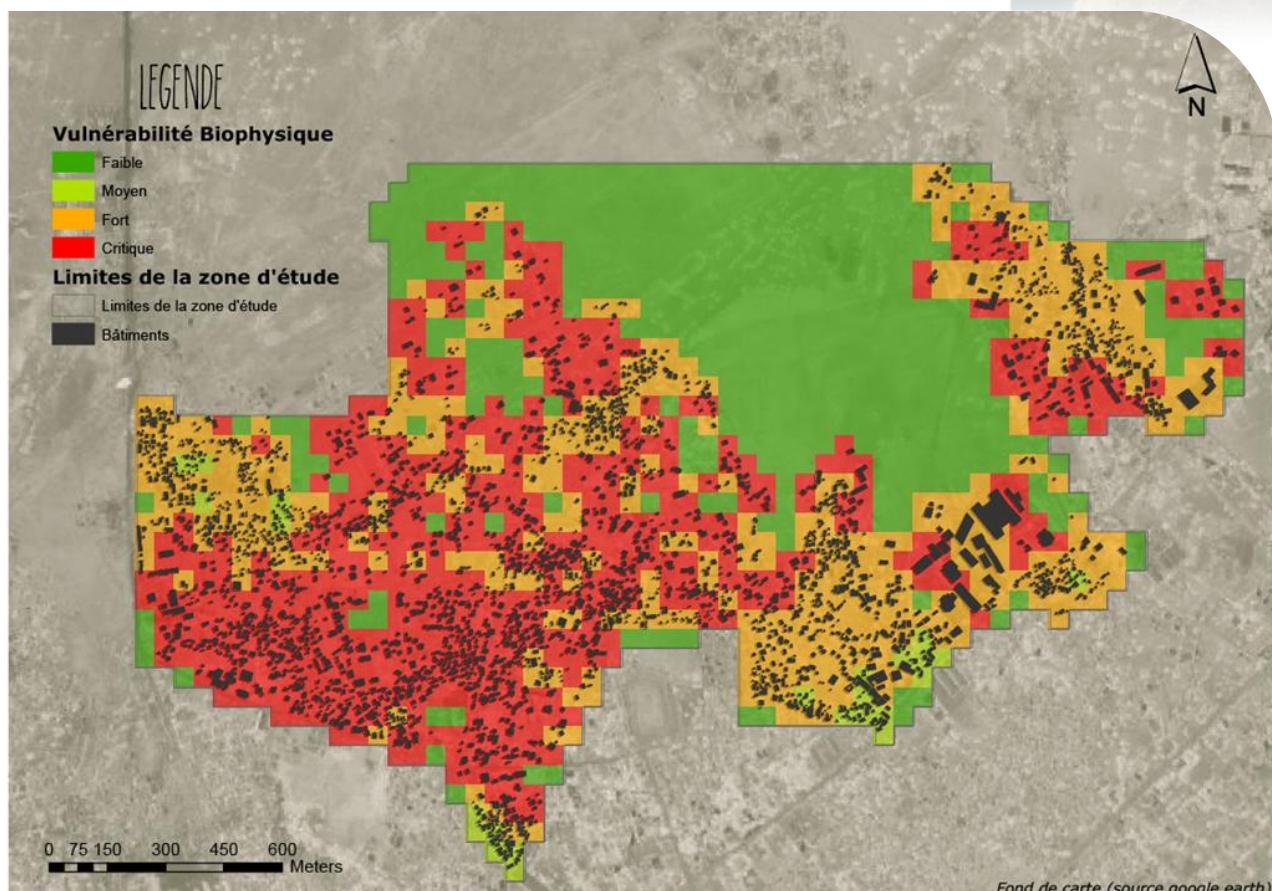
trouvent en zone critique. Les données valident l'idée que la zone est très vulnérable avec des dégâts



La somme des pourcentages est inférieure à 100% du fait des suppressions de non-réponses. majoritairement en accident majeur et grave.

Les résultats que nous avons obtenus recoupent plutôt bien les données récupérées du BNGRC (Bureau National de Gestion des Risques et des Catastrophes) de Madagascar. Leur bilan concernant l'habitat à Toliara indique une grande majorité de cases détruites (1 729) et une minorité de cases endommagées (pas de données chiffrée).

Grâce à notre indicateur Biophysique, nous avons pu mettre en place une



carte des zones de la vulnérabilité biophysique. C'est une carte en carroyage où pour chaque carreau est indiqué un niveau de vulnérabilité biophysique. Nous observons ainsi les différentes zones plus ou moins vulnérables.

Nous pouvons constater qu'une grande partie de la zone d'étude est en zone de vulnérabilité critique. La quasi totalité des surfaces construites de notre zone d'études sont en vulnérabilité critique ou forte. Il est normal pour les zones non construite de ne pas être vulnérable, rien n'est menacé. Nous notons toutefois qu'il s'agirait peut-être de champs de cultures, c'est un aspect que nous n'avons pas évalué mais qui pourrait l'être dans la poursuite de ces travaux. Nous pouvons observer trois zones moins vulnérables. C'est zones pourraient éventuellement être des zones refuge, mais il faudrait analyser plus en profondeur la question.

3.1.2. Analyse sociologique

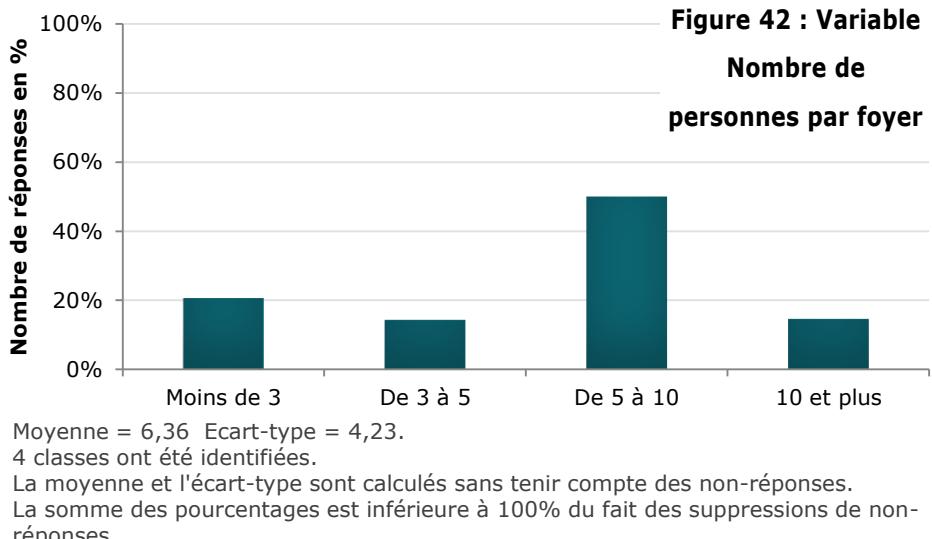
a) Prévention

La ville de Toliara est la capitale du Sud Malgache. C'est le plus grand centre urbain de la région. Elle abrite près de 172 546 habitants selon l'enquête FID 2007. Elle observe une nette croissance ces dernières années.

Dans notre zone d'étude, la moyenne des ménages est de 6.36 habitants par foyer. Cela représente une forte densité, c'est autant de personnes vulnérables.

C'est la pauvreté qui domine, dans ce pays en voie de développement. La population est donc plutôt pauvre et vivant à beaucoup de personnes sous le même toit. Nous sommes face à une population fragile. Quelle perception a cette population face au risque inondation qui la menace ?

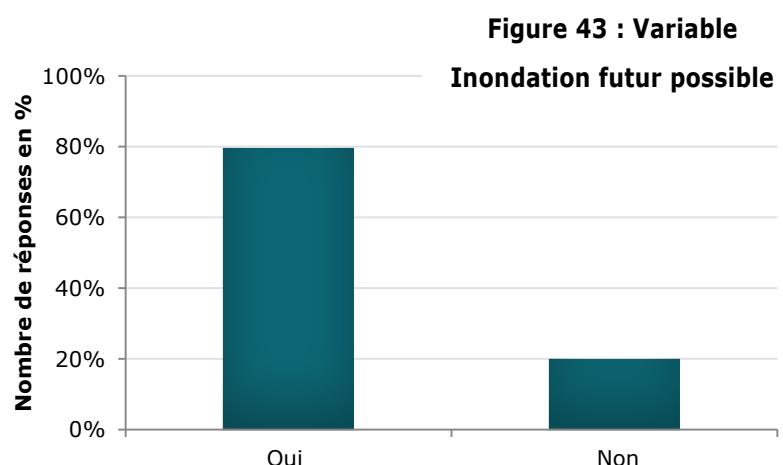
Tout d'abord, nous pouvons évoquer le mythe qui nous a souvent été conté lors de la passation de l'enquête. Ce mythe raconte qu'un serpent vivant dans le fleuve grossirait de jour en jour. Jusqu'à ce qu'un jour il soit devenu tellement gros qu'il dû rejoindre l'Océan. Ce n'est qu'en provoquant une inondation gigantesque qu'il pourra y parvenir. C'est pour cela qu'on lieu des inondations dans la ville de Toliara d'après ce que raconte ce mythe. Cette histoire révèle une facette de la société malgache qui correspond à des croyances très prononcées. Une autre histoire nous donne des informations sur le fleuve. C'est la légende de l'arbre sacré « Fihamy ». Nous avons trouvé l'histoire raconté par A. GYRE « L'arbre sacré « Fihamy » se trouve dans le village de Miary. En 1760, le fleuve Maninday allait inonder le village de Mamangoa, il a fallu sacrifier une jeune



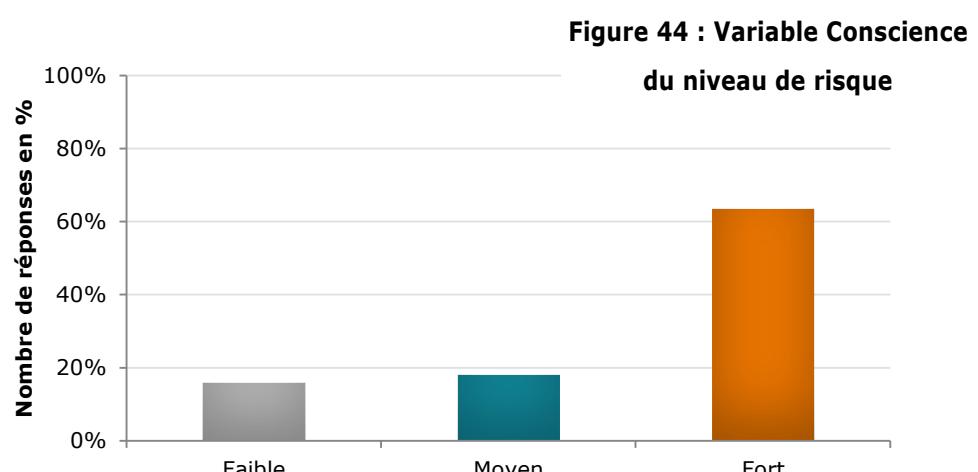
fille encore pure pour sauver le village. Les parents de Pelavolo ont accepté de donner leur fille afin d'éviter l'inondation du village. Pelavolo, agée seulement de 12 ans a été enterrée vive dans une grosse marmite. « La fleuve changea de direction », en malgache cela signifie MIARY, depuis ce jour, le village Mamangoa sauvé des eaux fut appelé Miary. Et on donna désormais comme nom du fleuve : « Fiherenana ». Quelques années plus tard, un arbre a poussé à l'endroit où a été enterrée Pelavola.».

80% des personnes interrogées pensent qu'une nouvelle inondation est possible. Même si lorsque nous avons posé la question, les personnes nous répondaient que la réponse est de l'ordre de la volonté de Dieu (il ne faut pas oublier le caractère très religieux de la population). Les personnes ont tout de même très majoritairement conscience qu'une nouvelle inondation est possible. Ils sont préparés psychologiquement à faire face à une nouvelle catastrophe.

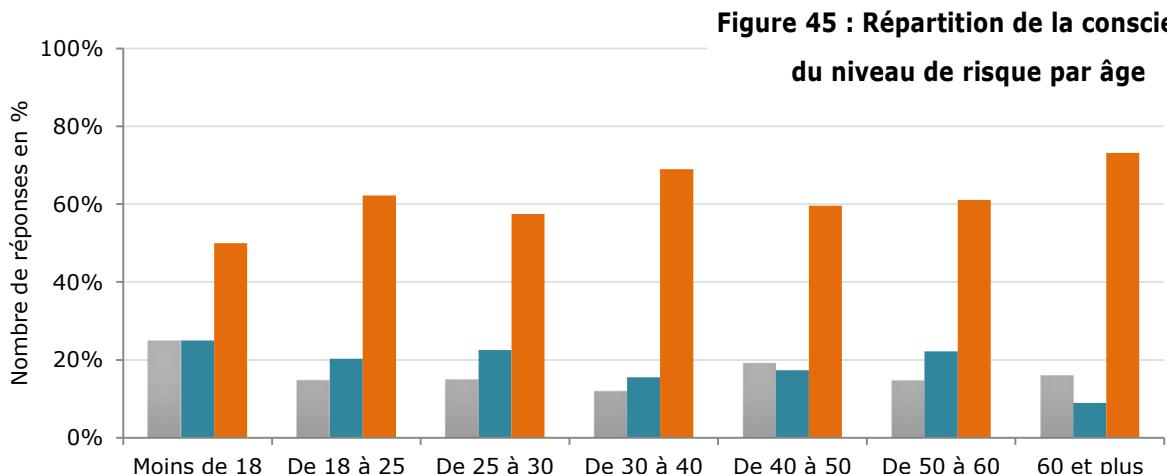
En posant la question diriez-vous que le risque inondation pour votre habitation est plutôt faible moyen ou fort, on se rend compte que les personnes ont une assez bonne conscience du niveau de risque auquel ils sont exposés.



La question est à réponse unique sur une échelle. Les calculs sont effectués sans tenir compte des non-réponses.



La somme des pourcentages est inférieur à 100% du fait des non-réponses.



Les valeurs du tableau sont les pourcentages en colonne établis sur 350 observations.

Si on observe la répartition de la conscience du niveau de risque par âge, on se rend compte d'une légère tendance à évaluer le risque plus fort lorsque l'âge avance. Cette donnée est intéressante, elle signifie que les plus jeunes ont tendance à évaluer le risque moins fort. Les personnes plus âgées quand à elles ont de l'expérience et elles évaluent le risque plus fort. Cela indique qu'une prévention est à faire pour les catégories les plus jeunes.

D'après ces résultats, il est de circonstance d'observer les résultats concernant le niveau de scolarisation. D'après nos calculs, le niveau de scolarisation est le facteur le plus important parmi ceux que nous avons évalués, concernant la capacité à réduire les dégâts matériels. Le niveau de scolarisation est donc un facteur plutôt important pour permettre la réduction des dégâts matériels. Or en observant le niveau de scolarisation (cf : Quel est le plus haut niveau de diplôme du chef de foyer, dans le tableau des résultats), on constate que 70% des chefs de foyers n'ont pas eu l'occasion de dépasser le niveau Collège. Il serait donc important de faire de la prévention dès le plus jeune âge. Nous avons posé la question à savoir si les enfants ont été sensibilisés au risque inondation à l'école. Nous avons effectué le coefficient de corrélation comme pour les autres facteurs afin d'observer l'influence de ce que les enfants apprennent sur la réduction des dégâts matériels. Le coefficient est très bas puisque de 0.09. Même si 60% des enfants ont affirmé apprendre des choses quand au risque inondation à l'école, cela ne leur est quasiment d'aucune utilité quand à la préservation des biens matériels.

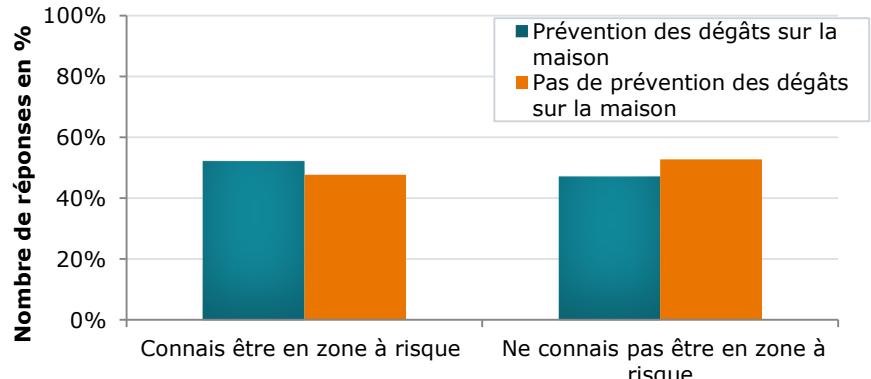
Quoi qu'il en soit, ce n'est pas le seul facteur qui observe une inutilité quand à la réduction des dégâts matériels. En effet, tout les facteurs de notre indice de capacité à agir ont une influence très faible quand à leur capacité à réduire les dégâts matériels.

Concernant le facteur de connaissance des actes à faire, c'est même l'inverse qui se produit, les personnes qui pensent savoir ce qu'elles doivent faire, d'après nos calculs, sont plus vulnérables. Il sera donc important de bien prévenir les personnes, bien les orienter sur ce qu'elles doivent faire pour protéger leurs biens matériels.

C'est principalement pour des raisons économiques que la population est dans l'incapacité d'agir. On peut par exemple observer si le fait de connaître être en zone à risque impact le fait de réaliser de la prévention des dégâts sur la maison.

On constate par ce graphique que le fait de savoir que l'on est en zone inondable n'influence pas ou très peu (5%) le fait d'intervenir en prévention des dégâts matériels. Que les personnes soient au courant ou non, les chiffres sont les mêmes. En discutant avec les personnes interrogées, nous avons constaté qu'ils aimeraient vraiment réaliser des travaux ou prévoir des

Figure 46 : Connaitre être en zone à risque influence t'il la prévention des dégâts sur la maison?



Les valeurs du tableau sont les nombres de citations de chaque couple de classes des variables connaissance du risque et prévention des dégâts. Les réponses sont en % du total des réponses pour chaque classe de connaissance du risque.

aménagements directement sur leur maison comme par exemple la mise en place d'une dalle de fondation sous la maison. Malheureusement, ils n'en ont pas les moyens financiers.

D'après le résultat général de notre indice, nous constatons que les personnes n'ont quasiment aucun pouvoir pour réduire leurs risques matériels.

Un aspect intéressant peut également être notifié, une maison en roseau est plus facile à reconstruire qu'une maison en dur, en tôle ou en bois. Selon ce point de vue, la vulnérabilité ne serait-elle pas plus faible avec une maison en roseau ?

D'après ce constat, nous nous sommes demandé si les dégâts matériels étaient vraiment un souci pour la population. En effet, une population qui ne craint pas les dégâts matériels est finalement peu vulnérable. Il est important de vérifier cet aspect afin de confirmer nos résultats. Nous avons donc demandé si les personnes accordaient une valeur sentimentale ou économique à leur habitat.

Le graphique révèle que plus de 80% des personnes ont un attachement qu'il soit sentimental ou économique envers leur habitat. Force est de constater que les dégâts matériels sont en effet un fléau pour cette population. Il est tout de même intéressant d'observer les raisons de cet attachement.

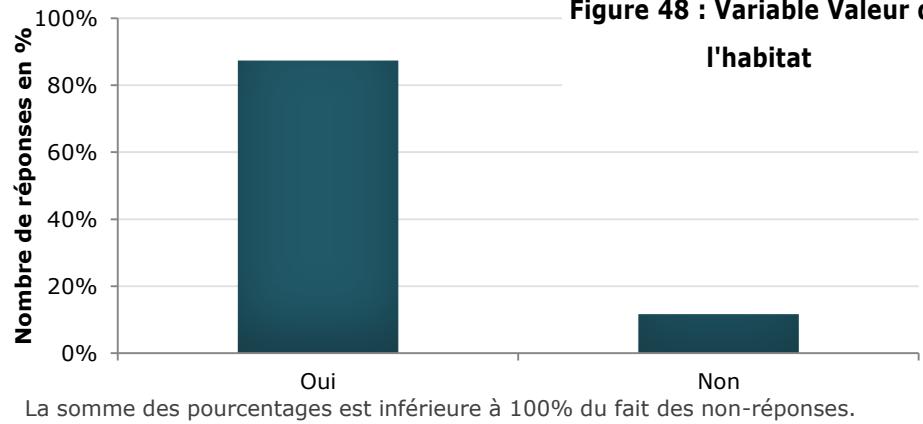


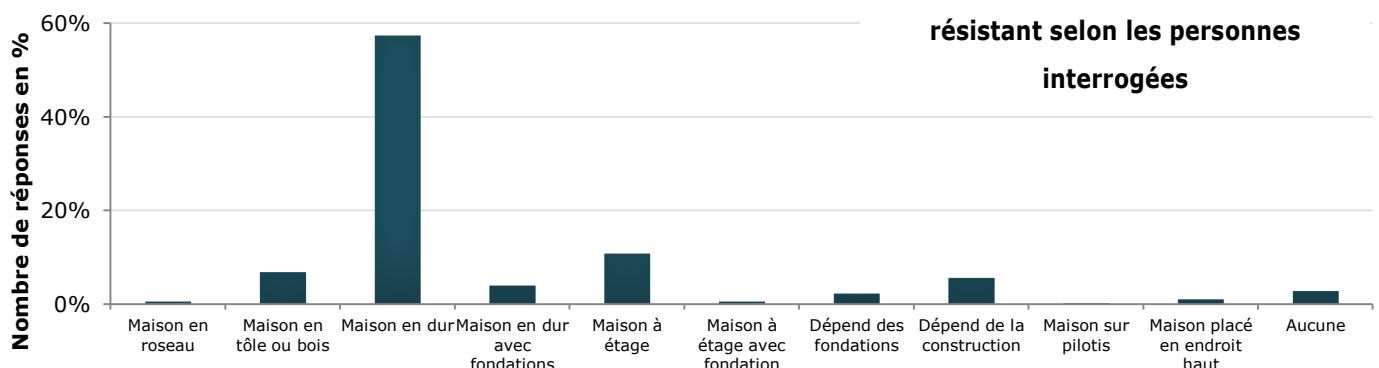
Figure 48 : Variable Valeur de l'habitat



Figure 47 : Variable Raisons de la valeur de l'habitat

On constate que la raison majeure évoquée pour l'attachement à l'habitat est de nature économique. D'après nos discussions avec les personnes, il a souvent été évoqué que les personnes n'avaient pas d'attachement sentimental pour leur maison car c'est une maison en roseau. Cela révèle un élément important qui constitue cette population et qui est souvent ressorti lors des conversations ouvertes ; il existe un certain rejet des traditions dites « trop anciennes ». L'habitat traditionnel en roseau en est une. Les personnes préféreraient vivre dans des maisons en dur, plus occidentales. On le constate lorsqu'on pose la question de quel habitat est le plus résistant.

Figure 49 : Variable Type d'habitat résistant selon les personnes interrogées



C'est le type de maison en dur qui ressort nettement par rapport aux autres. Or, la maison à étage qui permet une protection beaucoup plus assurée n'est que très peu évoquée. De plus, lorsque nous avons observé l'influence du type d'habitat sur la capacité d'endommagement, il ne ressort pas comme un facteur majeur. La maison en dur n'est pas réellement le type d'habitat le mieux adapté en cas d'inondation. C'est une question de représentation. Notamment en étudiant l'histoire de la ville on se rend compte que ces maisons en dur qui existent aujourd'hui ne sont que le résultat du colonialisme. En effet, la quasi-totalité des maisons en dur sont des maisons qui datent du colonialisme et qui ont été réapproprié par la population. C'est un symbole de nos sociétés occidentales vers lequel cette société ci veut tendre. Il est donc logique que ce soit le type d'habitat vers lequel ils aimeraient se diriger s'ils en avaient les moyens. La maison en dur n'étant pas le meilleur type d'habitat adapté aux inondations, il conviendrait de faire comprendre à la population qu'ils ne doivent pas copier un idéal mais s'adapter à leur propre environnement.

Lorsque nous avons évoqué le type d'habitat sur pilotis qui est une structure plus adapté aux inondations, les mêmes réponses sont ressortis, elles faisaient référence

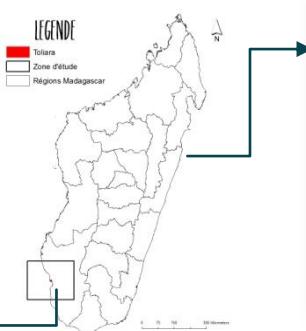


Photo 1 : Maison sur pilotis à Sarodrano

également à un rejet de ce type d'habitat traditionnel. En effet, les habitants de l'île



observer dans des communes au Sud de Toliara.

de Madagascar sont loin d'ignorer ce type de construction. On en retrouve beaucoup au niveau de la côte Est. Mais inutile d'aller aussi loin pour trouver ce type d'habitat, on peut en

Nous conseillons donc d'informer la population et lui faire comprendre qu'il est important de s'adapter à son environnement et non pas vouloir imiter quelque chose qui existe ailleurs et qui est adapté à un autre environnement.

Contrairement à ce que nous venons de constater et qui s'inscrit dans un mouvement actuel, juste après la décolonisation il y a eu un rejet du colonisateur. Ceci c'est observé par le démantèlement des canaux d'évacuation qui avaient été mis en place durant l'époque colonial. Après notre enquête, nous avons constaté une installation bien ancrée sur les anciens parcours de ces canaux d'évacuation. Force est de constater qu'à la moindre inondation, l'eau s'y engouffre directement. C'est exactement le même phénomène qui s'opère lorsque l'inondation à tendance à se diriger vers l'ancien lit de la rivière. Durant un entretien, le chargé de l'Urbanisme de la ville de Toliara nous a expliqué que les dégâts dus aux inondations avaient beaucoup moins d'ampleurs quand ces canaux d'évacuations existaient. Cela pourrait être éventuellement une explication de pourquoi à l'époque, la population n'a pas commencé à construire de maison sur pilotis, elle n'en avait peut-être pas tant besoin à l'époque. Depuis la disparition de ces canaux, le constat est que les inondations provoquent d'énormes dégâts. Une étude pourrait être menée sur le fait d'envisager la réimplantation de canaux d'évacuation. En effet, même s'il existe une digue, c'est un aménagement qui n'est pas adapté à la population car la pauvreté entraîne son démantèlement. Les canaux d'évacuation pourraient être plus adaptés, d'ailleurs plusieurs personnes enquêtées ont évoqué la



Photo 4 : Parcours des anciens canaux d'évacuation



Photo 3 : La digue (intacte à gauche, démantelée à droite)

Les paroles d'un habitant seront plus convaincantes qu'un discours « On me met une motopompe à disposition c'est gentil mais l'eau je l'évacue où ? Chez mon voisin ? Je ne suis pas sûr qu'il sera content ». Cette phrase reflète parfaitement la réalité du terrain et la certaine nécessité de la mise en place de canaux d'évacuation.

disposition de la population afin d'évacuer les eaux stagnantes.

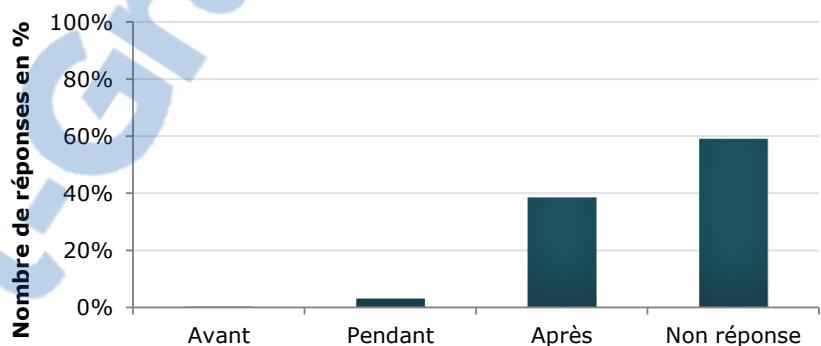
nécessité de canaux d'évacuation. Après une inondation, l'eau stagne en plusieurs endroits, or comment se débarrasser de cette eau ? Des motopompes sont mis à

Attention, il faudra prendre en compte la complexité de la population avant d'entreprendre n'importe quel aménagement. C'est-à-dire faire comprendre l'importance de ces aménagements, mais surtout faire en sorte que la population se les approprie en expliquant qu'ils sont adaptés à leur environnement. Un aménagement mis en place et qui ne serait pas approprié par la population pourrait vite devenir inutile voir même dangereux et causant plus de dégâts encore que s'il n'existe pas. Nous avons le parfait exemple de la digue pour illustrer nos propos.

b) Pendant l'évènement

Lors de l'arrivée d'un évènement, dans la ville de Toliara, aucun système d'alerte n'est mis en place. D'après ce que la population nous a indiqué, il n'existe pas d'alarme sonore. Les personnes qui ont eu la chance d'être prévenues l'ont été par radio, contact direct avec d'autres habitants ou par téléphone. Ceux qui n'ont pas eu la chance d'être prévenus ont été surpris par la catastrophe. D'autant plus que lors du dernier évènement Haruna en 2013, l'inondation est arrivée très tôt le matin. Nous avons demandé lors de la passation de nos questionnaires, à quel moment une aide avait été apportée.

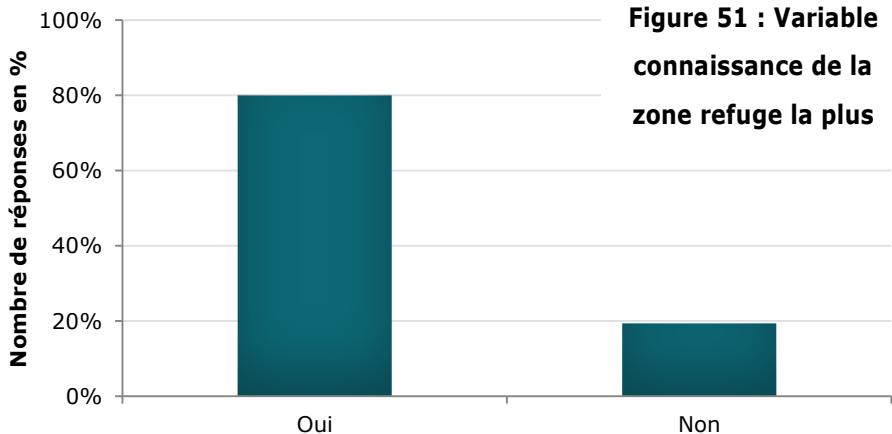
Figure 50 : Variable Temporalité de l'aide



Le nombre de citations est supérieur au nombre d'observations du fait de réponses multiples (3 au maximum).

On constate majoritairement qu'aucune aide n'a été apporté. En effet, les non réponse dans ce graphique correspondent au fait que ces personnes n'ont reçues absolument aucune aide, que ce soit avant, pendant ou après l'évènement. Près de 40% des personnes ont affirmées avoir reçue une aide après l'évènement. Seulement 3% des personnes interrogées ont été aidée pendant l'évènement. Cette aide, pour la grande majorité de ces personnes, c'est manifestée par un bateau venant chercher les personnes bloquées chez elles par la montée des eaux. Est-ce vraiment une aide pendant l'évènement ? Nous pourrions la catégoriser comme une aide après l'évènement. Ces personnes ont eu le temps de subir tout les préjudices correspondants à l'inondation. Nous avons même d'ailleurs recueilli le témoignage d'une femme nous expliquant « J'étais enceinte à ce moment, je ne pouvais pas courir pour m'enfuir, je me suis alors réfugiée dans un arbre, j'y suis resté des heures, attendant que l'eau descende. Personne n'est venu nous chercher. ». Ce témoignage saisissant marque bien l'insuffisance extrêmement marqué de l'absence d'aide durant une inondation. Moins de 1% des personnes ont indiquées avoir reçu une aide avant l'évènement. Il n'existe aucun système d'évacuation mis en place pour mettre en sécurité la population. La population se retrouve livrée à elle-même. Pour les plus chanceux, un voisin vivant dans une maison à étage fait office de refuge à ce moment. Les autres tentent de rejoindre une zone refuge proche, c'est-à-dire un point élevé. Cela peut correspondre à la topographie mais c'est le plus souvent dans des bâtiments élevés que les personnes se réfugient. Par exemple, le stade maître Kira avec ses hauts gradin sert de refuge à énormément de personnes des quartiers alentours. Lorsque nous avons demandé aux personnes interrogées si elles

connaissaient la zone refuge la plus proche, 80% ont répondues que oui. Cette information révèle bien que la connaissance de la zone refuge la plus proche est quasiment l'unique moyen pour cette population de se protéger.



La question est à réponse unique sur une échelle.

Figure 51 : Variable connaissance de la zone refuge la plus



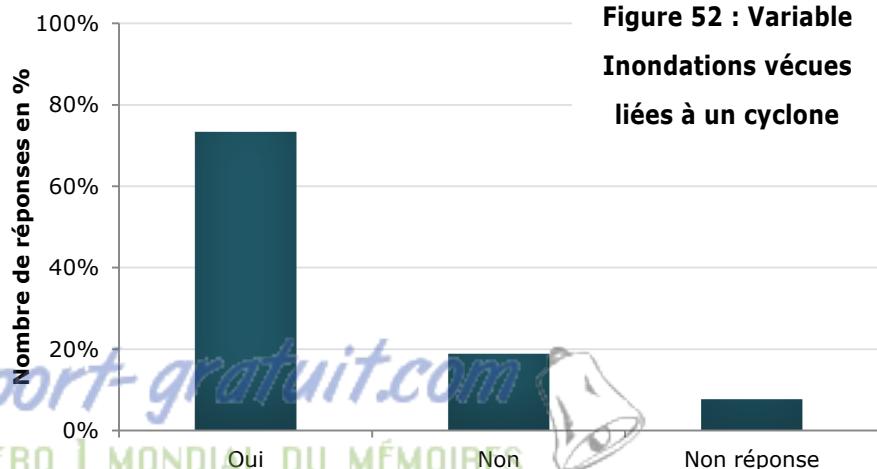
Photo 5 : Le stade maître Kira devient une zone refuge durant les inondations

La réponse à cette question a été obtenue après l'occurrence du dernier évènement. On peut donc se demander si au moment de l'inondation de 2013, les personnes avaient déjà cette information ou bien si elles l'ont obtenues à leurs dépends lors de ce dernier évènement. Si un évènement se reproduit dans le futur, la connaissance de ces zones refuges sera-t-elle toujours d'actualité, aura-t-elle été transmise ? Peut-on laisser cet élément au hasard ? Il serait sûrement plus judicieux de constituer de réels zones de refuges en cas de catastrophe plutôt que laisser la population les improviser pendant l'occurrence d'un évènement d'autant plus que près de 20% des personnes répondantes ont affirmé n'avoir aucune idée de l'emplacement de la zone de refuge la plus proche. Nous conseillons donc de définir des zones refuges sûres prêtes à accueillir la population en cas d'inondation et transmettre la localisation de ces zones à la population. De plus, il serait intéressant d'indiquer aux personnes si leur habitation est en zone inondable. En effet, comme l'information n'est pas connue, voyant une inondation arriver, des personnes pourraient avoir le réflexe de s'enfuir, or ils auraient sûrement plus de chance de survie en restant simplement chez eux. Même problème dans le sens inverse, des personnes pourraient se sentir en sécurité, avec une topographie un peu élevée mais ne le seraient pas en réalité. Ils resteraient chez eux et se mettraient ainsi en danger. Il n'existe pas à l'heure actuel de carte précise des zones inondables et encore moins à la disposition de la population.

Au-delà de ce problème, on pourrait également imaginer que même prévenus, absolument personne ne quitte son domicile. La présence de la digue donne un sentiment de sécurité. Au moment de la passation de l'enquête, ce n'était absolument plus le cas. Lors de l'inondation de 2013, la digue c'est rompue en différents endroit, provoquant une inondation subite. Les personnes nous ont indiqué qu'avant ce dernier évènement, la digue leur insufflait un sentiment de sécurité. Mais ce n'était plus du tout le cas après la rupture qui a entraîné un effet de surprise en 2013. Beaucoup de personnes ont demandé la réparation de cet ouvrage de protection, ils réclament également une surveillance accrue pour éviter le vol des matériaux la constituant. Comme évoqué avant, la précarité de la population entraîne le vol des matériaux de la digue et c'est ce qui provoque des ruptures lors d'inondations. C'est un nouvel argument qui montre que la digue n'est pas adaptée à cette société. Cet aménagement devient même un danger. S'il se produit une inondation futur, les habitants se sentiront-ils toujours en sécurité grâce à la digue, penseront-ils qu'elle a été réparée ou bien ne feront-ils aucunement confiance en cet aménagement ? Dans les deux cas, cet aménagement mis en place pour lutter contre l'inondation est inefficace voire même dangereux.

Nous observons une accumulation de facteurs poussant les habitants à rester chez eux parmi eux nous pouvons en citer deux autres. En se remettant dans le contexte, il faut savoir que les inondations catastrophiques sont en grande majorité liées à un cyclone. Pour valider cette affirmation, nous avons demandé à la population et 73% des personnes affirment nos dires.

Un cyclone est un évènement violent, il entraîne des vents d'une extrême violence



ainsi que des pluies torrentiels. On imagine sans mal que les personnes exposées à ce type de conditions météorologique n'ont absolument aucune envie de sortir de chez elles pour se réfugier ailleurs. C'est une des causes de l'évacuation difficile en cas d'inondation.

Le contexte de la société entraîne le dernier facteur. Beaucoup de personnes ont indiqués au-delà de tout les facteurs précédents vouloir rester chez-elles coûte que coûte. Nous avons très souvent entendu le même récit. Profitant de la défaillance du système de prévention de risque et de mise en sécurité de la population, des groupes organisés profitent de pluies inhabituelles afin d'alerter la population de l'arrivée d'une inondation. Evidemment, aucune inondation n'arrivera, ce stratagème est mis en place afin que les personnes quittent leur domicile laissant leur biens sans protection. Ces groupes organisés sont des voleurs qui profiteront de l'absence des habitants et de la panique engendrée pour dérober ce que bon leur semble. Cette arnaque mise en place suite au dernier évènement de 2013 pousse les gens à rester chez eux. En effet, ils n'ont aucune envie de se faire voler leurs biens et l'alerte à l'inondation perd toute crédibilité. Cette information montre l'urgence d'organiser une véritable prévention du risque et de réels secours.

c) Résilience

Comme nous l'avons expliqué depuis le début, nous sommes face à une population en situation économique difficile. Mais les ressources même si elles sont un facteur important de la difficulté de résilience ne sont pas le facteur principal. Dans le sens où cette population à extrêmement mal à se remettre de la catastrophe par ses propres moyens, l'aide extérieur est indispensable. L'aide est un facteur très important, il influence beaucoup la capacité de résilience. Or d'après les résultats que nous avons obtenus, on se rend compte parfaitement que la capacité de résilience de notre zone d'étude est très faible. En discutant ouvertement avec les personnes interrogées, nous nous sommes rendu compte du caractère très aléatoire, largement insuffisant, mal géré et corrompu de l'aide apportée pour aider la population à se remettre.

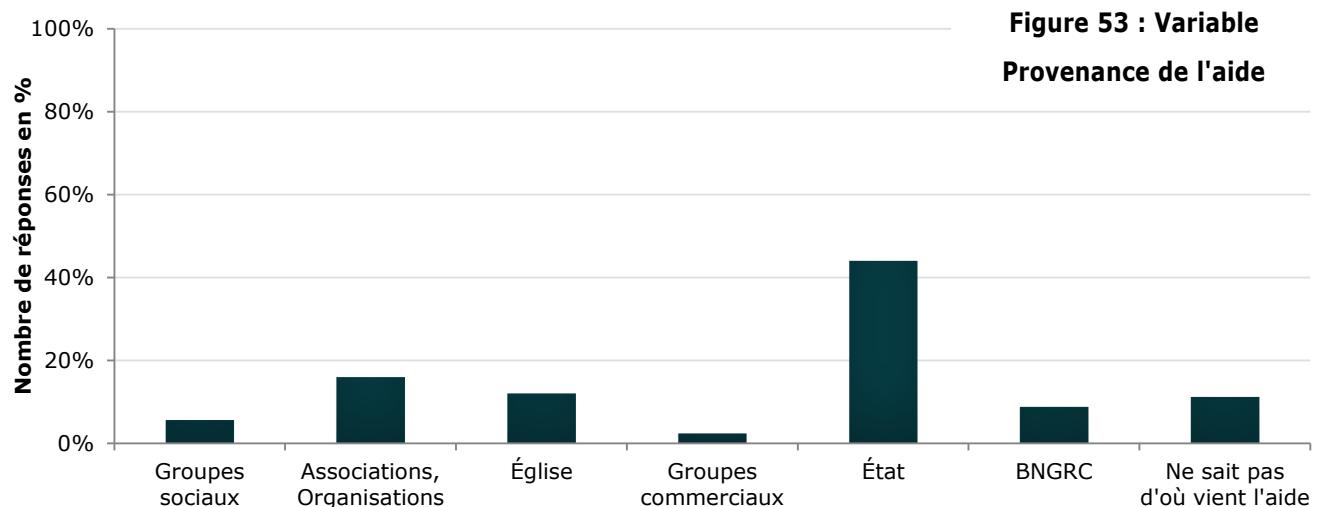
Nous avons recueilli les paroles d'une femme âgée pour illustrer nos propos « Oui, nous avons eu de l'aide, on nous a donné des vêtements. Ils se sont installés avec le tas de vêtements et nous avons fait la queue pour en recevoir. Arrivé devant la personne en charge de la distribution, on vous tend un vêtement au hasard. Un seul par personne, complètement au hasard. Certains se sont retrouvé avec des vêtements de bébé, ils n'avaient même pas d'enfant. » Ces propos reflètent bien le caractère aléatoire de l'aide apportée.

Il faut comprendre que la ville de Toliara est découpée en quartiers, il existe un Maire pour chaque quartier mais à une échelle encore plus petite, il existe des chefs de quartiers. L'aide apportée est fournie à ces représentants qui ont la charge de la redistribuer à leurs habitants. La même plainte est revenue très souvent lors des discussions. L'aide n'a jamais été distribuée ou bien attribué à des personnes faisant partie du cercle familiale ou de connaissance. Tout les chefs et maires de quartiers n'agissent pas ainsi bien heureusement mais c'est une pratique qui existe et qui se révèle être plus courante que rare. Cet aspect vérifie bien le caractère de mauvaise gestion et corruption de l'aide apportée.

Une aide est apportée certes, mais elle est largement insuffisante. Comme nous avons pu l'observer (cf : Avez-vous reçu de l'aide, dans le tableau des résultats), 50% du panel n'a reçu absolument aucune aide. 40% ont reçu une aide, mais il ne s'agit que d'aide de premiers secours. L'aide de premier secours correspond à des dons de bougies, savons, eau et nourriture, les plus chanceux ont eu l'occasion de dormir dans des tentes en zone refuge, mais c'est quelque chose qui a rarement été évoqué. L'aide concernant la

nourriture à été ridicule, on nous à expliqué qu'après la catastrophe, chacun à eu le droit à une « cup » de riz par personne, cela correspond à une portion de riz par personne pour tenir tout le temps de la reconstruction. Nous constatons également qu'absolument personne de notre panel n'a été entièrement dédommagé.

Nous nous sommes donc posé la question de qui avait apporté cette aide, quel a été la part de l'état ? Nous avons donc posé la question en même temps que nous avons demandé le type d'aide reçu.



L'aide provient en majorité de l'État d'après ce que nous ont dit les personnes interrogées. L'État malgache, les mairies, chefs de quartiers doivent revoir la qualité de l'aide apportée. Cette aide se doit d'être plus importante, à la mesure de la catastrophe ; mieux répartie avec une meilleure gestion.

3.2. Critique des résultats

Il faut être conscient qu'une enquête par questionnaire s'appuie sur les réponses des personnes. Ce n'est pas une science exacte qui voudrait s'appuyer sur des chiffres précis. Les réponses peuvent être biaisées pour plusieurs raisons, par exemple mensonge, certaines personnes mentent par honte de la réponse véritable, c'est arrivé concernant des questions sur l'emploi par exemple et le niveau de diplôme. Les résultats que nous avons obtenus montrent une tendance générale. L'analyse ne peut être complète car nous n'avons pas pu effectuer l'analyse concernant le vécu de la population. Il manque tout une partie concernant les facteurs évaluant la capacité des personnes concernant leur propre survie. Nous avons également beaucoup entendu parler des maladies qui font suite à la catastrophe. Ce sont des maladies autant physiques que psychologiques.

Le passage et la stagnation des eaux entraîneraient une prolifération accrue de moustiques. C'est des insectes qui sont très souvent vecteurs de maladies. De plus, le système d'approvisionnement en eau se retrouve endommagé suite à l'inondation, l'accès à une eau potable est donc compromis. La population n'ayant pas les moyens de se procurer de l'eau en bouteille qui de toute manière viendrait à manquer rapidement est obligé de boire une eau polluée. Cette eau est un fort vecteur de maladies. Beaucoup des personnes interrogées nous ont expliqué que leurs enfants étaient tombées malades.

Apparemment, suite à la perte de tout les biens, la maison, beaucoup de personnes tombent malades psychologiquement. Certains allant même jusqu'à l'AVC (accident vasculaire cérébral).

Ce sont des arguments qui pourraient étoffer le bilan provisoire que nous émettons concernant nos propositions. Des dommages économiques importants s'observent pendant la catastrophe mais ce qu'elle peut également entraîner par la suite est tout aussi important et plonger la région dans une crise économique.

Conclusion

L'objectif de ce mémoire est de comprendre la vulnérabilité. La zone d'étude qui sert de support à ce travail est la ville de Toliara dans la province Sud de Madagascar. Cette zone est touchée de façon récurrente par le passage de cyclones. La structure géographique de ce territoire est telle que le passage d'un cyclone peut entraîner une inondation exceptionnelle. Ces inondations sont dévastatrices et interviennent dans un environnement social déjà perturbé. Des aménagements ont été mis en place par les autorités locales mais ne fonctionnent pas. Durant la dernière inondation exceptionnelle de 2013, ils se sont avérés inutiles. Notre travail est de comprendre rapidement l'intensité de l'évènement et les dommages qu'il peut alors causer. Comprendre au maximum le contexte de la société, c'est-à-dire comment les personnes peuvent influencer leur propre vulnérabilité. Enfin, comprendre pourquoi les aménagements présents ne fonctionnent pas. Ces travaux concernent la gestion et la lutte contre les inondations ; c'est à travers la compréhension de la vulnérabilité des populations que nous proposerons d'adapter les solutions de prévention et de résilience.

Ce travail ce base d'abord sur ceux de D'Ercole (1991), qui utilise une méthode d'enquête par questionnaire auprès de la population directement afin de créer une base de données, support de l'analyse de la vulnérabilité, des comportements et représentations. C'est ensuite en s'inspirant de méthodes de statistiques dans le domaine de la sociologie (O. Martin 2004) que nous avons mis en place un calcul. Ce calcul veut analyser chaque facteur d'analyse de la vulnérabilité pour rendre compte de son importance au sein de la vulnérabilité. Cela nous permettra de déceler les potentiels des personnes, quels éléments constituant cette société permettent de réduire la vulnérabilité et inversement.

Nous observons que l'intensité d'une inondation peut être d'une extrême violence, avec des dégâts matériels critiques pour la majorité de la population. Nous faisons le constat que cette société n'a quasiment aucune influence sur sa propre vulnérabilité. Entre quelqu'un qui connaît et quelqu'un qui ne sait pas, il n'y a pas de différence. Ce que les personnes pensent savoir ne leur est finalement pas utile pour ce qui est de la protection des biens matériels. Les facteurs de résilience ont une part importante dans la vulnérabilité. Fort est de constater que cette part importante va en la défaveur de la résilience. Le facteur analysé de ressources révèle une société pauvre et le facteur d'aide révèle une aide quasi inexistante et répartie sans logique et aléatoirement.

De ces constats, nous avons analysé la situation pour proposer des orientations de solutions. Pour commencer, il est important de réaliser une prévention du risque efficace. Le contexte de la société, ressources et politique est tel que les personnes doivent se débrouiller seules. C'est en travaillant en amont que l'on pourra réduire les dégâts. Une fois le matériel détruit, c'est terminé, il faudra une aide extérieure. Il est nécessaire de trouver des solutions pour que les personnes puissent mettre leurs biens en sécurité et ensuite les orienter vers ces solutions mises à leur disposition, leur faire connaître que ces solutions existent. Nous avons notamment remarqué que les jeunes ont une tendance à sous-estimer le risque. Il est important d'effectuer de la prévention à leur niveau afin qu'ils se rendent compte de l'importance et de la gravité de la situation. De plus,

la majorité des personnes dans notre zone ne dépassent pas le niveau collège. Il est alors important d'effectuer cette prévention dès le plus jeune âge. Nous conseillons également la mise en place d'un système d'alerte efficace, trop de personnes se font surprendre et se retrouve donc sans aucune capacité d'agir. Comme nous l'avons expliqué, il est important que les personnes agissent d'elles-mêmes pour leur propre sécurité. Il est donc important de leur en donner les moyens en les alarmant et de manière officielle. Le caractère officiel est important, il permet d'éviter les arnaques. Nous conseillons la création de réelles zones de refuges, connues et indiquées sur des cartes. Comme elles n'arrivent pas à protéger leurs biens, les personnes protègent leur vie. L'évacuation vers une zone refuge est indispensable à la survie. Il est nécessaire d'organiser les secours, certaines personnes ont des difficultés de déplacement, il est important de savoir où elles se localisent. Pourquoi ne pas créer un groupe de « protecteur » dans chaque quartier, qui seraient des personnes en bonne forme et qui s'assureraient de la bonne évacuation des plus fragiles. C'est l'ambition et une envie de certains habitants que nous avons interrogés. Un homme nous a expliqué que lors de la dernière inondation « J'ai envoyé ma famille en sécurité et je me suis assuré que les voisins alentours avaient bien tous évacués ». Cet homme c'est retrouvé piégé par l'inondation et à dû se réfugier sur le toit de sa maison. Il est nécessaire d'organiser bien ces secours. D'autant plus que ce genre d'initiative de demande pas de ressource financière. C'est une solution collaborative qui s'intègre bien en société à faible ressources. Nous avons constaté que l'aide avait été complètement désorganisée, il est important d'assurer sa bonne gestion. Les ressources sont faibles, pour compenser, il est nécessaire de répartir l'aide en fonction des ressources. C'est dans l'intérêt de chacun, plus vite le système de la société se relève, plus vite tout le monde est arrangé. Il n'est agréable pour personne (même les plus riches, qui s'en sortent bien) d'évoluer dans une société compromise.

Nous avons relevé un souci quand à l'appropriation des aménagements. Il est nécessaire avant la mise en place de toute solution, de faire comprendre à la société qu'il est capital de s'adapter à son environnement et pas à celui des autres. Les aménagements mis en place ailleurs sont adapté à l'environnement de l'endroit où ils sont implantés. Un aménagement qui fonctionne quelque part ne fonctionnera pas forcément ailleurs. C'est pour cela que nous déconseillons d'investir dans la digue et plutôt se tourner vers des canaux d'évacuations, qui nous semblent bien plus adaptés à l'environnement.

Ce travail c'est limité à une analyse des dégâts matériels. L'analyse concernant les dommages aux personnes n'a pas été évalué. Il pourrait être très intéressant de réaliser cette analyse. D'ailleurs pour un prochain travail, il sera important de mener en même temps ces deux analyses et ne pas en omettre une. C'est la critique majeure de notre travail. Il serait également intéressant d'évaluer d'autres critères, nous n'avons pas tout pris en compte. Eventuellement, des croisements, imbrications de critères pourraient être intéressant, déceler de nouvelle problématique et proposer des solutions adaptées.

Bibliographie

ADGER, W. Neil. « Vulnerability ». *Global Environmental Change*, Resilience, Vulnerability, and Adaptation: A Cross-Cutting Theme of the International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change Resilience, Vulnerability, and Adaptation: A Cross-Cutting Theme of the International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change, 16 (3): 268-81. doi:10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006. 2006.

ARDILLY, Pascal. *Échantillonnage et méthodes d'enquêtes: cours et cas pratiques*. Paris: Dunod. 2004.

AREZKI, Hacène. *Climat, mensonges et propagande*. Vergèze: Souccar. 2010.

CHARDON, Anne-Catherine. « Etude intégrée de la vulnérabilité de la ville de Manizales (Colombie) aux risques naturels ». *Revue de géographie alpine*. 1994.82 (4): 97-111. doi:10.3406/rga.1994.3777.

CREACH, Axel. Cartographie et analyse économique de la vulnérabilité du littoral atlantique français face au risque de submersion marine. 2015.448 pages. Thèse de doctorat en géographie, Université de Nantes.

CREACH, Axel. PARDO, Sophie. GUILLOTREAU, Patrice [et al.]. « The Use of a Micro-Scale Index to Identify Potential Death Risk Areas due to Coastal Flood Surges: Lessons from Storm Xynthia on the French Atlantic Coast ». *Natural Hazards*, mars 2015. 1-32. doi:10.1007/s11069-015-1669-y.

D'ERCOLE, Robert. Représentations cartographiques des facteurs de vulnérabilité des populations exposées à une menace volcanique. Application a la région du volcan Cotopaxi (Equateur). *Bulletin de l'Institut Français d'Etudes Andines*, 1996, Les risques naturels et leur gestion en Equateur. Diversité des exemples, complémentarité des approches, 25 (3), pp.479-507.

D'ERCOLE, Robert. Vulnérabilité des populations face au risque volcanique. Le cas de la région du volcan Cotopaxi (Equateur). *Sciences de l'Homme et Société*. Université Joseph Fourier, Grenoble, 1991. Français.

DAUPHINE, André. *Risques et catastrophes: observer, spatialiser, comprendre, gérer*. 2003. Paris: A. Colin.

DENHEZ, Frédéric. PETIT, Michel. MAZOYER, Krystyna. *Atlas du réchauffement climatique un risque majeur pour la planète: supplément, La France en 2100*. 2007. Paris: Autrement.

JONES, Jeanne. NG, Peter. WOOD, Nathan J. The Pedestrian Evacuation Analyst – geographic information systems software for modeling hazard evacuation potential. *Geographic Information Systems Tools and Application*. 2014. Chapter 9 of Section C, Book 11, Collection and Delineation of Spatial Data. 38 pages.

LAGHI, Mario. CAVALLETTI, Alessandra. POLO Paolo. Evacuation routes tools Arcgis toolbox. Asian Disaster Preparedness Center. 2007. Italian Ministry for the Environment and Territory. 98 pages.

LAVALLEE, Pierre. RIVEST, Louis-Paul. *Méthodes d'enquêtes et sondages: pratiques européenne et nord-américaine*. 2006. Paris: Dunod.

LEONE, Frédéric. PEROCHE, Mathieu. GUTTON, Rafaëlle. « Le risque tsunami en Martinique: planifier une évacuation préventive en optimisant l'accessibilité de sites refuges ». 2014. *VertigO*, n° Volume 14 Numéro 2 (septembre). doi:10.4000/vertigo.15046.

MARTIN, Olivier. SINGLY, François de. *L'analyse quantitative des données*. 2012. Paris: A. Colin.

REGHEZZA, Magali. Réflexions autour de la vulnérabilité métropolitaine : la métropole parisienne face au risque de crue centennale. 2006. Thèse en Géographie, Université de Nanterre - Paris X. Français.

SAHAL, A. Le risque tsunami en France : contributions méthodologiques pour une évaluation intégrée par scénarios de risque, thèse de Doctorat de Géographie, sous la direction des Pr. F. Lavigne et F. Leone. 2011. Mémoire, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 268p. + Annexes.

SCARWELL, Helga-Jane. LAGANIER, Richard. *Risque d'inondation et aménagement durable des territoires*. Environnement et société. 2004. Villeneuve d'Ascq: Presses universitaires du Septentrion.

SINGLY, François de. *Le questionnaire*. 2016.

THOURET, Jean-Claude. D'ERCOLE, Robert. Vulnérabilité aux risques naturels en milieu urbain : effets, facteurs et réponses sociales. *Cahiers des sciences humaines*. ORSTOM, 1996, 32 (2), pp.407-422.

Table des matières

INTRODUCTION	1
ANALYSE DE LA VULNERABILITE, UNE APPROCHE QUI VEUT COMPRENDRE LES COMPORTEMENTS ...	4
1. Méthodologie	4
1.1. Collecte des données	4
1.1.1. Travail préparatoire aux travaux de terrains	4
a) Le questionnaire	4
b) Cartes et tableaux	6
1.1.2. Méthodologie de terrain	7
1.1.3. Limites de la méthode	8
1.2. Traitement des données	8
1.2.1. Recodage des classes	9
1.2.2. Calculs des indices	9
1.2.3. Méthodologie de la cartographie	11
a) Traitement des variables	11
Variable hauteur d'eau et récurrence de l'évènement	11
Variable Typologie des constructions	11
b) Carte en tâches de la vulnérabilité	12
1.2.4. Limites de la méthode	12
2. Résultats.....	12
2.1. Résultats de l'enquête	13
2.2. Indice « Biophysique » sur la vulnérabilité matérielle	17
2.2.1. Collecte des données	17
a) Données utilisables brut	17
Type d'habitat	17
b) Données recodées	17
Hauteur d'eau	17
Récurrence de l'évènement	18
2.2.2. Calcul de l'indice physique pour les dégâts matériels	19
a) Pondération des variables de l'indice	19
Hauteurs d'eau	19
Type d'habitat	20
Récurrence de l'évènement	20
b) Résultats du calcul	21
c) Utilisation de la cartographie pour améliorer l'indice	22
2.3. Indice « Capacité d'action » sur la vulnérabilité matérielle	23
2.3.1. Collecte des données	23
a) Utilisation de données bruts	23
Système d'Alerte	23
Connaissance du risque d'inondation	24
Connaissance des actes à faire en cas d'évènement	24
Niveau de santé de la personne	25
Prévention des dégâts matériels en cas de prochaine inondation	25
Capacité à agir lors du dernier évènement	25
b) Utilisation de données recodées	26
Niveau de scolarisation	26
2.3.2. Traitement des données	26
a) Pondération des Variables	26
Système d'alerte	26
Niveau de scolarisation	27
Connaissance du risque	28
Connaissance des actes à faire	28
Prévention du risque matériel mise en place par les particuliers sur leur habitation	29
Capacité d'action au dernier évènement	29
Capital santé	30
b) Résultats du calcul	30

2.4.	Indice « Résilience » sur la vulnérabilité matérielle	32
2.4.1.	Collecte des données	32
a)	Utilisation de données recodées.....	32
	Importance de l'aide.....	32
b)	Utilisation de donnée recodée par groupement de variable	32
	Profession du chef de foyer	32
	Occupation du chef de foyer	33
	Nouvelle variable obtenue grâce aux deux précédentes.....	34
2.4.2.	Traitement des données	34
a)	Pondération des variables de l'indice	34
	Ressources, activités professionnelles	34
	Importance de l'aide.....	35
b)	Résultats du calcul	35
2.5.	Critique des résultats	37
3.	Analyse	37
3.1.	Résultats d'analyse	37
3.1.1.	Analyse géographique	37
3.1.2.	Analyse sociologique	39
a)	Prévention	39
b)	Pendant l'évènement	45
c)	Résilience.....	48
3.2.	Critique des résultats	49
CONCLUSION .	50	
BIBLIOGRAPHIE	52	
ANNEXES.....	56	
TABLE DES PHOTOGRAPHIES.....	68	
TABLE DES FIGURES	69	
TABLEAU DES CARTES.....	71	
TABLE DES TABLEAUX.....	72	

Annexes

Enquête vulnérabilité Toliara

Université Angers

Déterminants sociaux		Indicateurs																													
<p>Les questions qui portent sur la catégorie sociale pourront aider à mieux cibler la prévention du risque, mais notamment déceler quelle population est la moins informée et donc la plus vulnérable.</p> <p>1. De combien de personnes se compose le foyer? <input type="text"/></p> <p>2. Quel est l'âge de la personne interrogée? <input type="text"/></p> <p>3. Quelle est la profession, catégorie socio-professionnelle du chef de foyer?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Agriculteur exploitant <input type="checkbox"/> Artisan, commerçant, chef d'entreprise <input type="checkbox"/> Cadre, profession intellectuelle supérieure <input type="checkbox"/> Profession intermédiaire <input type="checkbox"/> Employé <input type="checkbox"/> Ouvrier <input type="checkbox"/> Militaire <input type="checkbox"/> Autre <p>4. Quelle est l'occupation actuelle du chef de foyer?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Travail à temps complet <input type="checkbox"/> Travail à temps partiel <input type="checkbox"/> Chômeur <input type="checkbox"/> Etudiant, élève <input type="checkbox"/> Retraité <input type="checkbox"/> Femme au foyer <input type="checkbox"/> autre actif <p>5. Quel est le plus haut niveau de diplôme du chef de foyer? <input type="text"/></p> <p>6. Vous considérez-vous comme une personne:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> En bonne santé <input type="checkbox"/> Malade <input type="checkbox"/> Handicapée <input type="checkbox"/> Âgée 		<p>Quelqu'un de vulnérable se caractérise par son faible niveau de connaissance face au risque et sa faible capacité d'agir face au risque. Nous déterminons alors des indicateurs pour révéler ces caractéristiques. Ils donneront un indice de vulnérabilité.</p> <p>Education face au risque</p> <table border="0"> <tr> <td style="text-align: right;">Oui</td> <td style="text-align: left;">Non</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p>Historique du risque</p> <table border="0"> <tr> <td style="text-align: right;">Oui</td> <td style="text-align: left;">Non</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p>Actions face au risque</p> <table border="0"> <tr> <td style="text-align: right;">Oui</td> <td style="text-align: left;">Non</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Oui	Non	<input type="checkbox"/>	Oui	Non	<input type="checkbox"/>	Oui	Non	<input type="checkbox"/>																			
Oui	Non																														
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																														
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																														
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																														
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																														
Oui	Non																														
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																														
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																														
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																														
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																														
Oui	Non																														
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																														
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																														
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																														
Conscience du niveau de risque																															
<p>Evaluation du degré de conscience de la population face au risque d'inondation.</p> <p>7. Diriez-vous que le risque inondation pour votre habitation est:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Faible <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Fort <p>8. Diriez-vous que votre capacité de réaction face au risque inondation est plutôt :</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Faible <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Fort 																															
Questions annexes																															
<p>Nous profitons de ce questionnaire pour demander à la population de répondre à quelques questions qui complèteront le sujet.</p> <p>23. En quelles années avez-vous subit des inondations ? <input type="text"/></p> <p>24. Les inondations vécus auparavant étaient-elles toutes liées à un cyclone ?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non <p>25. Quelle hauteur d'eau avez-vous déjà vécu auparavant ? <input type="text"/></p> <p>26. Si répondu non à la question 17, quels types de dégâts ont-ils subis ? <input type="text"/></p> <p>27. Si répondu oui à la question 21, de quel type d'aide c'est-il agit, qui les a aidés ? <input type="text"/></p> <p>28. Si répondu oui à la question 21, quand cette aide a-t-elle eu lieu ?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Avant <input type="checkbox"/> Pendant <input type="checkbox"/> Après 																															
Type d'habitat																															
<p>Déterminer le type d'habitation du foyer questionné. Les gens ne sont peut être pas forcément attaché à leur habitat et sa destruction leur paraît peut être quelque chose d'habituel, de commun et sa reconstruction "facile" et rapide.</p> <p>9. Accordez-vous une valeur sentimentale et/ou économique à votre habitat ?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non <p>10. Pourquoi ? <input type="text"/></p> <p>11. Selon vous, quel habitat serait le plus résistant face à une inondation ? <input type="text"/></p>																															

29. Discussion ouverte, réponses à des questions non présentes :

Observations de terrain

Certains indicateurs sont visibles directement sur le terrain, pas besoin d'encombrer le questionnaire de ces questions qui le rendraient trop lourd.

30. Quel est le type d'habitation ?

- Maison en roseau Maison en bois
- Maison en dur Maison à étage

31. Quel est le type de quartier dans lequel s'insère l'habitation ?



Enquête vulnérabilité Toliara

Université Angers

Famaritana ara-piarahamonina

Ny fanontaniana izay mifototra amin'ny sokajim-piarahamonina dia hanampy amin'ny fahafantarana ny fiomanana ny loza ho avy, indrindra fomba ahaizana ny olona tsy dia maharam-baovao, izany hoe, ny tara ara-baovao.

1. Firy anareo ato an-trano?

2. Firy taona ianao miteny amiko io?

3. Inona ny asan'ny Ray aman-den'y ato, sokajin'asa?

- Mpamboly
- Mpanao asatanana, mpivarora, lehiben'orinasa
- Piasam-panjakana, mpandraharaha ambony
- mpandraharaha tsotra
- mpiasa tsotra
- mpanao kibarao
- miaramila
- hafa

4. Miasa sa tsia ny Ray aman-dreny ato?

- Miasa tontolo andro isan'andro
- miasa manelanelan'andro
- tsy an'asa
- mpianatra oniverisite, mianara amin'ny ambaratonga ambany (EPP, CEG, Lycée)
- misoro ronono
- mikarakara tokatrano
- asa hafa

5. Inona ny fianarana farany vitanao?

6. Mahatsampa tena miaina toa olon-ddrehera ve ianao:

- salama sara
- marary
- sembana
- antitra

Fahatsapana ny loza hitranga

Fanombanana ny fahatsapan-tenan'ny olona momba ny tondra-drano

7. Nanao ahoana ny faharavana nahazo an'ity tranonareo ity tamin'ny tondra-drano niseho ireny:

- Tys naninona
- nisy fahasimbana anonona
- tena simba mafy

8. Nanao akory ny fahafahanareo mamonjy aina tamin'ireny tondra-drano ireny :

- Tsy afa-nanoatra
- nanao ze azo natao
- tena afaka nanavora aina sara

Karana trano

Famaritana ny karazan-rano hita. Sy voatery mipetraka amin'ny tronony ny tompony, ka ny fahasimbana'izany dia mety ho mahazatra azy, amivana aminy, iraisan'ny rehetra, ka ny fanarenana azy dia mora sy malaky

9. Manandaja amino ve ity tranonareo ity araka ny vola laninao nanamboara azy ?

- Eny
- Tsia

10. Inona ny antony ?

11. Araka ny hevirao, trano inona no tena mahatany rano be ?

Famantarana

Ny olona sokajina ho mora azo-doza dia olona tsy dia ampy fahalala ny loza hahazo azy, eo ihany koany tsy faharaha-baovao. Hofaritantsika eto ary ireo sokaj-famba sasany. Izay dia famariparitana ankapobeny ny fahalemena manoloana ny loza.

Fampianarana momba ny loza

	Eny	tsia
12. Fantatrao izany hoe loza izany ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Fantatrao ve ny tokony hataonao raha avy ny todra-drano ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Ampianarina ny loza momba tondra-drano ve ny zanakareo any ampianarana ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Fatratrao ve ny toerana tokony hamonjenao aina mandritra ny loza ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tanaaran'ny loza

	Eny	Tsia
16. Niazon'ny ranobe va ety aminareo tety?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. Nisy raha maro simba ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. Efa nisy fampandrenesana taty aminareo aminareo talohan'ny hiavian'ny ranobe ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19. Mety mbola hisy ranobe ho avy koa va?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ny Tokony hatao manoloana ny loza

	Eny	Tsia
20. Ka hainareo ny tokony hataonareo amin'izay raha misy ho avy indray ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21. Nahazo fanampiana va hianareo ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22. Efa misy fiarovan-tenanareo hiatrehana ny ho avy ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fanotaniana fanampiny

Hararaotina ireo fanontaniana ireto mba hamalian'ny olona ireto fanontaniana fanampiny sasatsasany ireto.

23. Tamin'ny taona firy aby no nisy ranobe teto aminareo ?

24. Iafa misy sikiloanina avao vô misy ranobe aty sa misy ranobe noho ny oran-be fotsiny ? Eny Tsia

25. Hatraiza ny haavon'ny rano tety ?

26. Raha mamany ENY amin'ny fanaotaniana faha 16. Ino iaby ny raha simba taminareo tamin'ny rano be iny ?

27. Raha namaly ENY tamin'ny fanaotaniana 20. Ino avy ny fanampiana azonanreo tanin'ireny ?

28. Raha namaly ENY tamin'ny fanontaniana 20. Hafiriana ny ranobe no nahazaonareo izany fanampiana izany ?

- Talona ny ranobe
- Nandrira ny ranobe
- tafaran'ny ranobe

29. Fanontaniana malalaka, famaliana ny fanontaniana tsy voapetraka :

Fanombanana ny toerana

Mba tsy hahamaro ny fanotaniana dia tsy voatery hanotaniana avokoa ny famatarana hita maso minvantana. Ireny anefà dia tokony ho soratana sy ho raketin'ny mpanao fànadihadiana avokoa.

30. Karazan-trano inona no hita ?

- Trano vondro
- trano hazo
- rano vato
- trano rihana

31. Fokontany manao ahoana no misy io karazan-rano io ?

Annexe 2 : Questionnaire en Malgache

11/05/16

Liste des étudiants participant à l'enquête sur la vulnérabilité de la population à Toliara.

NOM ET PRENOM	DEPARTEMENT	NIVEAU	PRÉSENCE
CHAMPIN Laura	Géographie	D	
RANIRIKETRA Clarisse	Géoscience, Aménagement et Environnement	Doctorante	
HERINDRAZA Alvidine	Science de la terre	Doctorante	
RANDRIATSI TOHAINA Jacques Bablon	Science de la terre	Doctorant	
BOTOUFAFA Nelson Mendelas	Science de la terre	E	
PAUL Vorisoa	Science de la terre	D	
ASSMAHANT Gilberto	Science de la terre	E	
SOALALA Paquerette	Science de la terre	E	
IBRAHIM Mahomed	Science de la terre	E	
MARA Theodosse	Géographie	D	
MARA Tsitohaina	Géographie	D	
TSIORISOA Harempahosonana	Science de la terre	ST4	
LOVANOMEZANAHARY Arnel Célestin	Sciences naturelles	SN3	
FITAHANTSOA Noury Romuald	Sciences naturelles	SN3	
RANDRIAMAMOKATRA Gibert Tonisoa	Sciences naturelles	SN3	
DIDIE Cresson	Sciences naturelles	SN3	
RAHELMALALA Julisca Antoine	Sciences naturelles	SN3	
RANDRIANANTENAINA Jean Marcel	Sciences naturelles	SN3	
ETIENNE Raveloson Famomeza	Sciences naturelles	SN3	
RAZAFINDRAMBELSON Fanambinana Jean Roger	Sciences naturelles	SN3	
RAJAONARIVELO Jules Fils	Sciences naturelles	SN3	
LABOKOSON Aline Mamintsitsaha	Sciences naturelles	SN3	
PATRICK Honoré	Sciences naturelles	SN3	
RAKOTOSON Mauhamed Galien			

Arrêté cette liste au nombre de 24 personnes.

Notice de procédure concernant l'enquête sur la vulnérabilité de la population de Toliara.

Tous les étudiants participant à cette enquête s'engagent à être polis et courtois avec les habitants de la ville de Toliara qu'il seront amenés à interroger. Ils s'engagent également, à se présenter dans les meilleures conditions qu'il leur est possible d'apporter.

Récapitulatif des documents à avoir sur vous pendant l'enquête :

- Une carte du quartier, où sont, colorés en vert les maisons à interroger, et marquée d'un numéro.
- Un tableau récapitulatif des différentes maisons avec leur numéro et coordonnées GPS.
- Une autorisation du chef de quartier, pour le quartier à enquêter..
- Cette notice explicative.
- Des questionnaires, le nombre dépend du quartier à enquêter.

Pour commencer, si l'autorisation du chef de quartier n'est pas signée, il faut aller à sa rencontre afin de lui présenter notre projet et qu'il l'a signe.

Ensuite, grâce à la carte vous vous rendrez dans les différents lieux d'habitation désignés. En arrivant, plusieurs cas sont possibles. Si la maison ne correspond pas au type d'habitat mentionné dans le tableau, marquer de quel type est en réalité la maison dans la case Type. L'enquête pour cette maison sera alors annulée, cherchez une autre maison à proximité qui correspond bien au type d'habitat voulu, afin de l'interroger. N'oubliez pas de noter sur la carte la nouvelle maison choisie. Dans le tableau notez « R » pour remplacé dans la colonne Q.

Si malgré toutes nos bonnes attentions, les gens refusent de répondre, n'insistez pas et dans la case marquer « NR » pour non réponse. Il faudra également trouver une autre maison à proximité et suivre la même procédure qu'évoquée précédemment.

Si les gens sont heureux de pouvoir vous répondre, sortez le questionnaire et c'est partit. Chacune des questions doit être remplie ! Faute de quoi c'est tout le questionnaire qui ne serait pas valable. Dans la mesure du possible essayer de faire perdre le moins de temps aux personnes que ce soit celles interrogées ou celles traitant les données et même vous. Veillez à ce que toutes les questions soient répondues.

Pour finir, remerciez les gens qui nous ont donnés de leur temps. Passez ensuite à la prochaine maison, ainsi de suite jusqu'à ce qu'elles soient toutes terminées ou que la nuit tombe ou si vous êtes trop fatigués bien sûr.

Signature

Page 1/1

Annexe 4 : Notice de procédure

Carte 3 : Carte technique pour la passation de l'enquête dans le quartier d'Andamasina Tanambao



Annexe 5 : Exemple d'une carte technique pour le terrain



UNIVERSITÉ DE TOLIARA
FACULTÉ DES SCIENCES
DÉPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE



Réf. 009-2015/UU/Fac. Sc /DST/FD

ATTESTATION DE RECHERCHE

A qui de droit :

Je soussigné, **Théodore RAZAKAMANANA**, Professeur titulaire de classe exceptionnelle, directeur du département, atteste que

Mademoiselle Laura CHAMPIN, étudiante en master de géographie à l'université d'Angers en France, réalise son stage sur « **Caractérisation des risques inondations dans la ville de Toliara (Madagascar)** ». Par ailleurs, les résultats de son travail sont d'un intérêt majeur pour la ville de Toliara, les inondations faisant partie des enjeux majeurs d'aménagement de ce territoire et il sera à ce titre valorisé auprès des autorités locales en charge de sa gestion.

Ce stage qui s'effectue entre le **31 août et 01 mars 2016** est dans le cadre de convention entre l'Université de Toliara (Madagascar) et l'Université d'Angers (France)

En foi de quoi, cette attestation lui est délivrée pour servir et valoir ce que de droit.

Faite à Toliara, le 09 septembre 2015



Théodore Razakamanana

Professeur Titulaire de Classe Exceptionnelle

Annexe 6 : Autorisation de recherche

Annexe 7

À Tuléar, le 16 septembre 2015

Autorisation d'enquête de terrain par le Maire de Tuléar

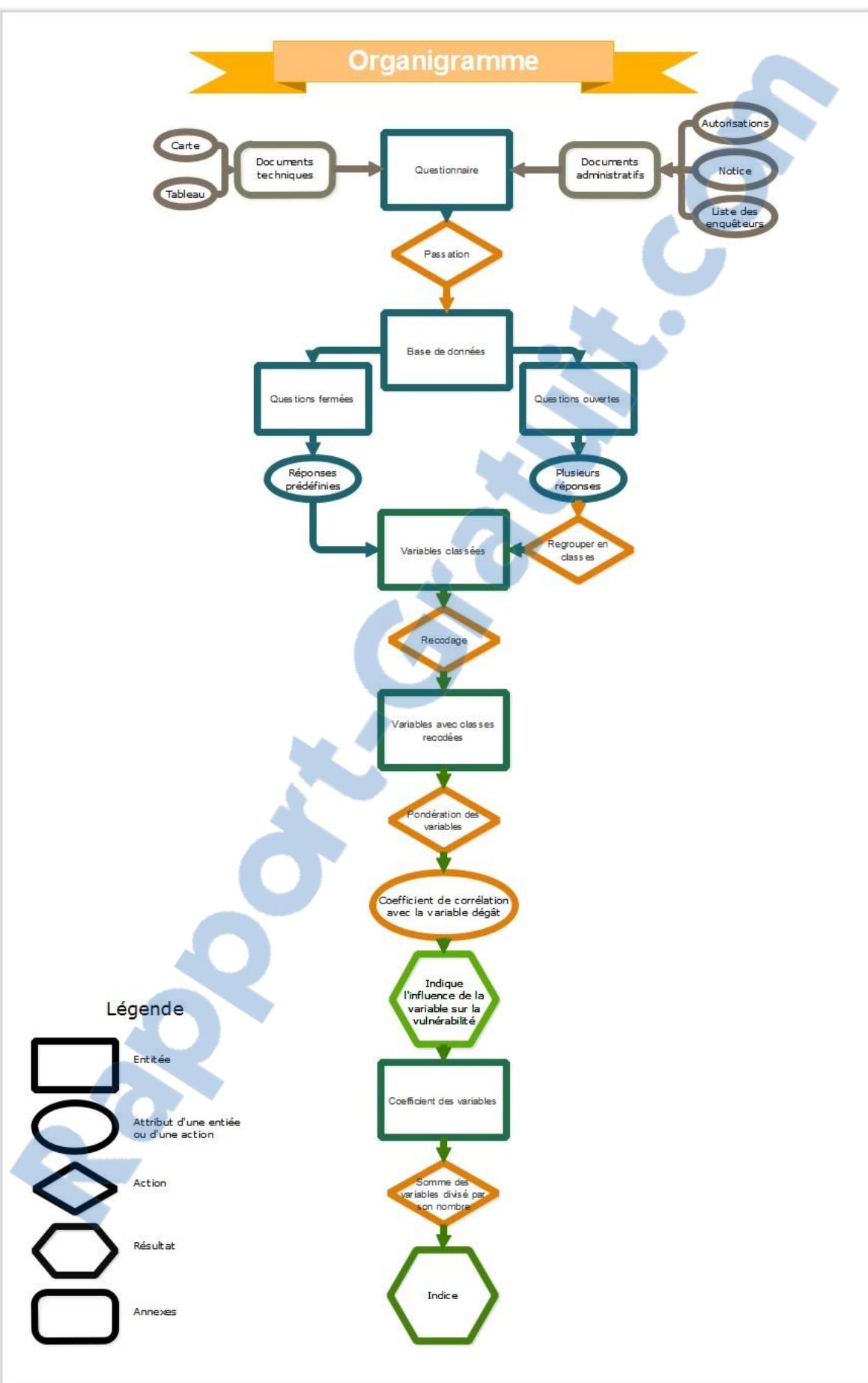
Je soussigné.....R.E.S.O.J.A....., Maire de la Commune
Rurale de Mitsinjo-Betanimena, ayant pris connaissance du projet d'étude
de la vulnérabilité de la ville, concernant les inondations liées au fleuve
Fiherenana .Autorise les étudiants de l'Université de Tuléar. Ainsi que
l'étudiante Laura Champin de l'Université d'Angers en France. À mener
leur enquête de terrain concernant la vulnérabilité de la population de
Tuléar dans ma commune.

Signature

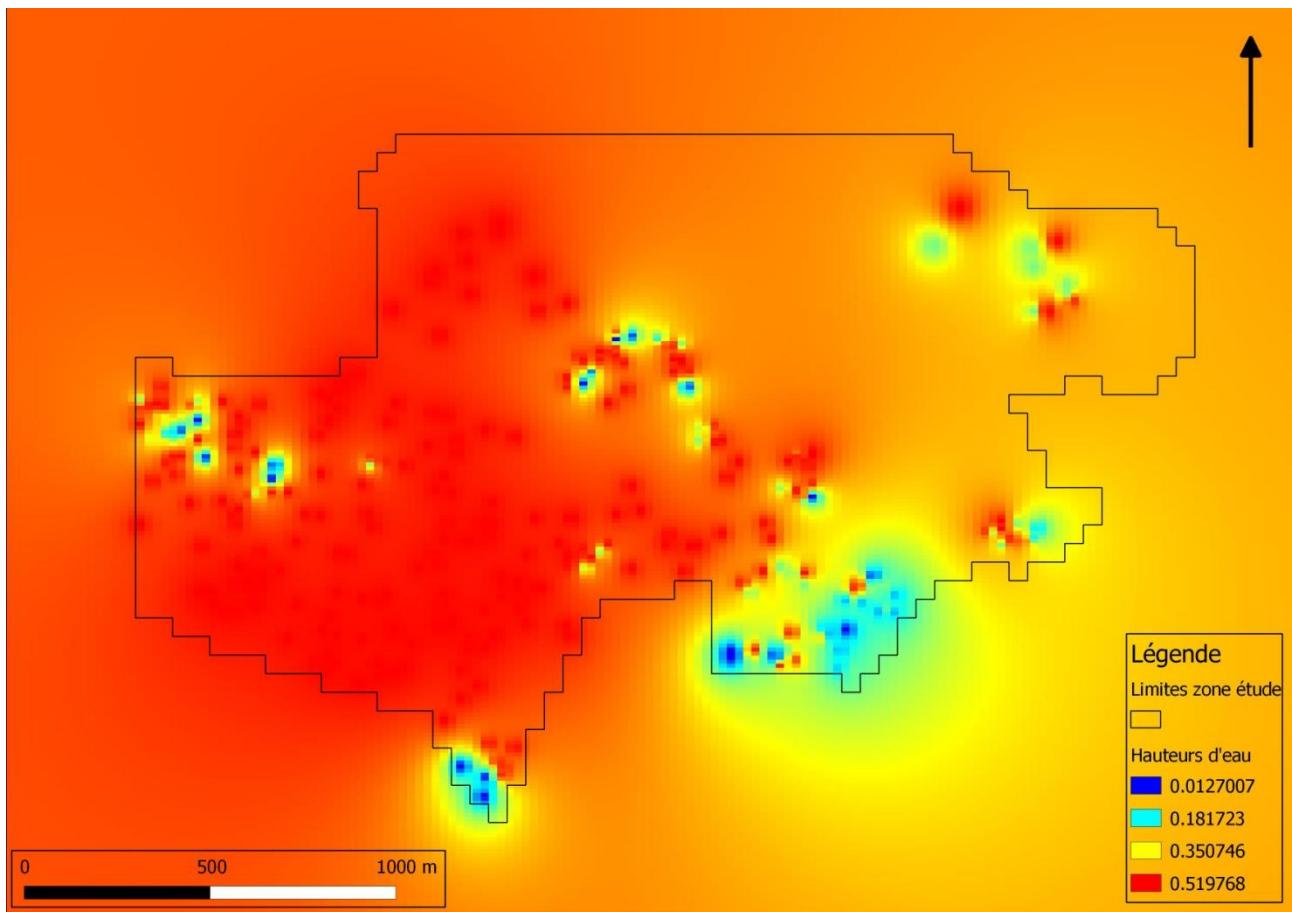


Annexe 7 : Autorisation du Maire

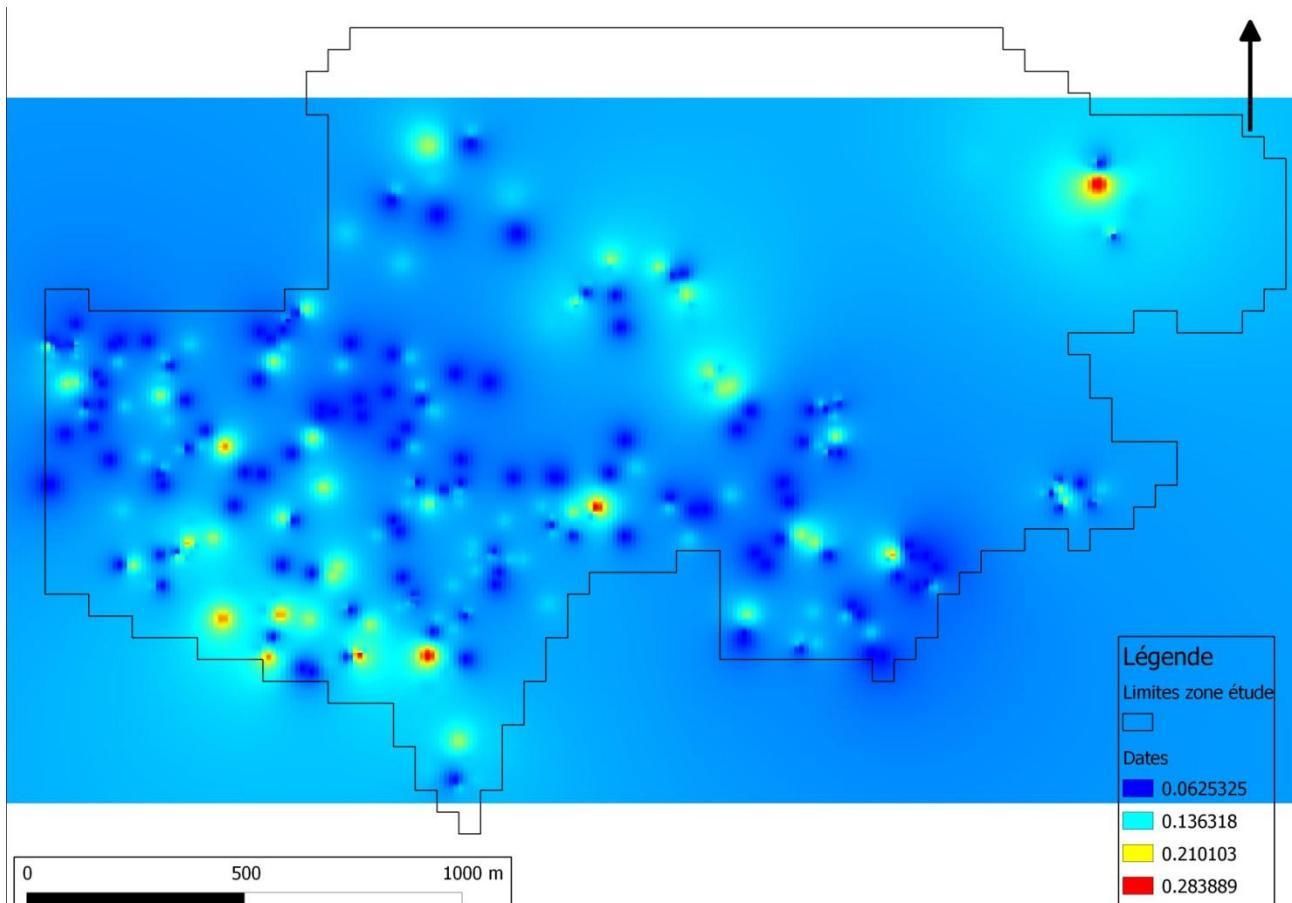
Organigramme



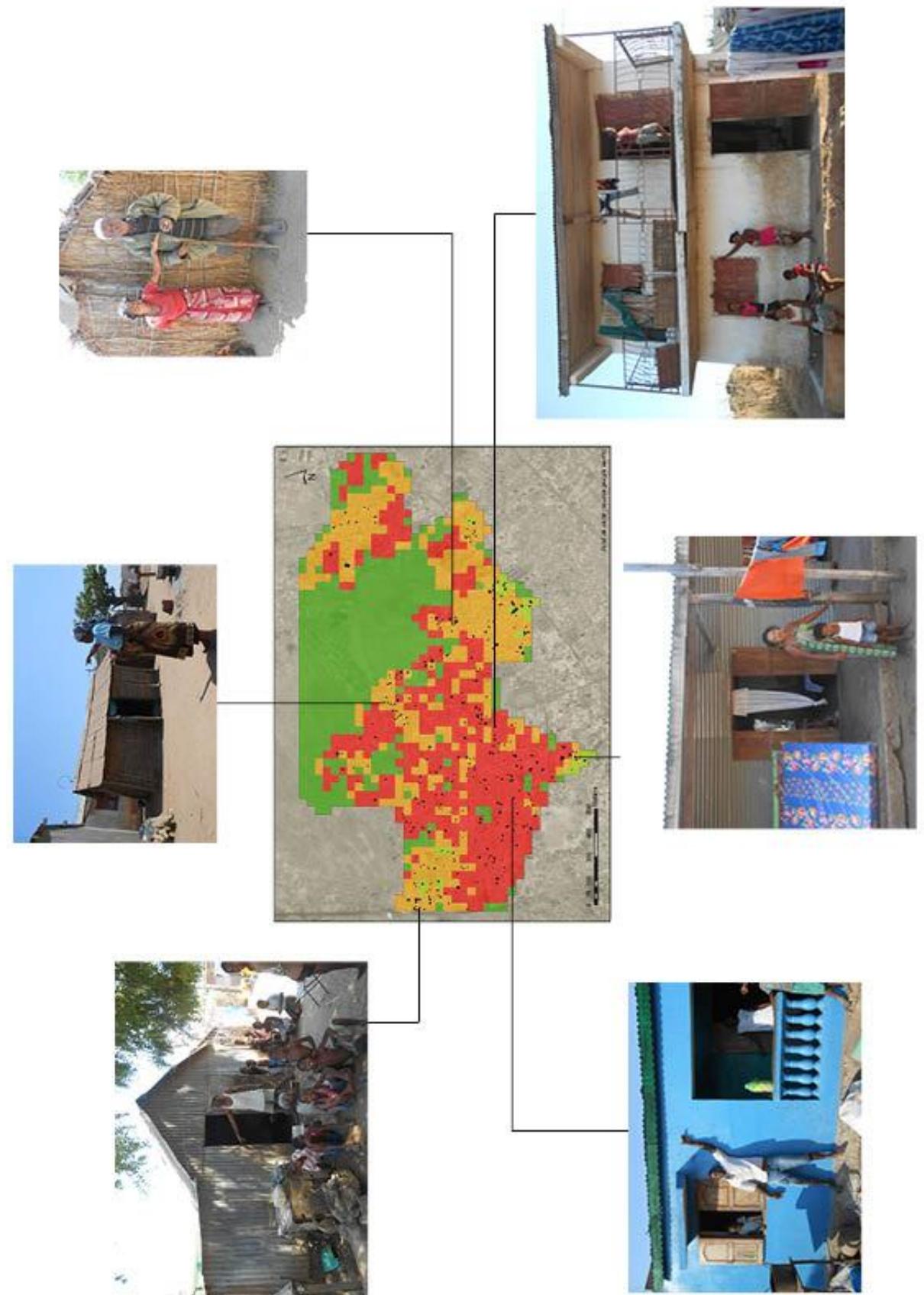
Annexe 8 : Organigramme de la méthode



Annexe 9 : Interpolation des résultats, hauteurs d'eau



Annexe 10 : Interpolation des résultats, nombres de dates inondées



Annexe 11 : Carte de la répartition de l'indice biophysique, accompagné de photos des habitants indiquant la hauteurs d'eau auquel ils ont fait face durant Haruna en 2013.

Table des Photographies

Photo 2 : Maison sur pilotis à Sarodrano	43
Photo 1 : Maisons sur pilotis vers Tamatave	43
Photo 3 : La digue (intacte à gauche, démantelée à droite).....	44
Photo 4 : Parcours des anciens canaux d'évacuation	44
Photo 5 : Le stade maître Kira devient une zone refuge durant les inondations	46

Table des figures

Figure 1 : Variable Type d'habitat.....	17
Figure 2 : Variable Hauteurs d'eau	17
Figure 3 : Variable dates inondées	18
Figure 4 : Variable Nombre de dates inondées	19
Figure 5 : Corrélation entre les Variables Hauteurs d'eau et Dégâts subits	19
Figure 6 : Corrélation entre les Variables Type d'habitat et Dégâts subits	20
Figure 7 : Corrélation entre les Variables Nombre de dates inondées et Dégâts subits	20
Figure 8 : Capacité des facteurs de l'indice Biophysique à endommager le matériel	21
Figure 9 : Capacité des facteurs de l'indice Biophysique à endommager le matériel	21
Figure 10 : Capacité des facteurs de l'indice Biophysique à endommager le matériel, données étoffées de la cartographie.....	22
Figure 11 : Capacité des facteurs de l'indice Biophysique à endommager le matériel, données étoffées de la cartographie.....	22
Figure 12 : Influence des facteurs Biophysique sur le niveau de dégâts matériels	23
Figure 13 : Répartition de l'indice Biophysique concernant la vulnérabilité matérielle dans la zone Nord de la commune urbaine de Toliara	23
Figure 14 : Variable Alerté de l'arrivée de la catastrophe	23
Figure 15 : Variable connaissance du risque	24
Figure 16 : Variable Connaissance des actes à faire.....	24
Figure 17 : Variable Capital santé.....	25
Figure 18 : Variable Prévention des dégâts sur la maison.....	25
Figure 19 : Variable Capacité d'action lors d'une inondation passée	26
Figure 20 : Variable Capital scolaire	26
Figure 21 : Corrélation entre les Variables Alerté et Dégâts subits	27
Figure 22 : Corrélation entre les Variables Capital scolaire et Dégâts subits	27
Figure 23 : Corrélation entre les Variables Connaissance du risque et Dégâts subits.....	28
Figure 24 : Corrélation entre les variables Connaissance des actes à faire et Dégâts subits	28
Figure 25 : Corrélation entre les Variables Prévention du risque matériel par les habitants et Dégâts subits	29
Figure 26: Corrélation entre les Variables Capacité d'action au dernier évènement et Dégâts subits	29
Figure 27: Corrélation entre les Variables Capital santé et Dégâts subits	30
Figure 28 : Capacité des facteurs de l'indice Capacité d'action à endommager le matériel	30
Figure 29: Répartition de l'indice Capacité d'action concernant la vulnérabilité matérielle dans la zone Nord de la commune urbaine de Toliara	31
Figure 30 : Capacité des facteurs de l'indice Capacité d'action à endommager le matériel	31
Figure 31 : Influence des facteurs de Capacité d'action sur le niveau de dégâts matériels	31
Figure 32 : Variable Aide reçue.....	32
Figure 33 : Variable Catégorie socioprofessionnelle	33

Figure 34 : Variable Occupation du chef de foyer	33
Figure 35 : Variable Catégorie sociale	34
Figure 36 : Corrélation entre les Variables Ressource et Dégâts subits	35
Figure 37 : Corrélation entre les Variables Aide reçue et Dégâts subits	35
Figure 38 : Capacité des facteurs à affaiblir la Résilience	36
Figure 39 : Répartition de l'indice Résilience concernant les dégâts matériels pour la zone Nord de la commune urbaine de Toliara	36
Figure 40 : Influence des facteurs de Résilience sur le niveau de dégâts matériels	37
Figure 41 : Variable Dégâts subits au dernier évènement	38
Figure 42 : Variable Nombre de personnes par foyer	39
Figure 43 : Variable Inondation futur possible	40
Figure 44 : Variable Conscience du niveau de risque	40
Figure 45 : Répartition de la conscience du niveau de risque par âge	40
Figure 46 : Connaitre être en zone à risque influence t'il la prévention des dégâts sur la maison? ..	41
Figure 47 : Variable Raisons de la valeur de l'habitat	42
Figure 48 : Variable Valeur de l'habitat	42
Figure 49 : Variable Type d'habitat résistant selon les personnes interrogées	43
Figure 50 : Variable Temporalité de l'aide	45
Figure 51 : Variable connaissance de la zone refuge la plus proche	46
Figure 52 : Variable Inondations vécues liées à un cyclone	47
Figure 53 : Variable Provenance de l'aide	49

Tableau des cartes

Carte 1: Localisation de la zone d'étude à Madagascar	1
Carte 2 : Vulnérabilité Biophysique sur la partie Nord de la commune rurale de Toliara	38
Carte 3 : Carte technique pour la passation de l'enquête dans le quartier d'Andamasina Tanambao	62

Table des tableaux

Tableau 1 : Tableau pour travail sur le terrain, exemple du quartier Andamasina Tanambao	7
Tableau 2 : Résultats d'enquêtes par quartiers	13

RÉSUMÉ

Le cyclone Haruna (2013) a entraîné un débordement exceptionnel du fleuve Fiherenana ce qui provoqua des inondations catastrophiques dans la ville de Toliara à Madagascar. Les aménagements de gestion du risque inondation se sont révélés inutiles lors de cet évènement. Dans le contexte d'un pays en voie de développement où le gouvernement est instable, il est nécessaire de trouver de nouvelles solutions, incluant la capacité de la population à agir. Dans un contexte d'étude concernant la gestion et la lutte contre les inondations, nous choisissons une approche qui veut comprendre la vulnérabilité à travers les comportements afin d'adapter la prévention, la gestion et la résilience.

L'évaluation des comportements s'appuie sur une enquête par questionnaire menée directement au contact de la population. Les données obtenues à l'aide de ce questionnaire, grâce à une méthode de traitement inspiré de la sociologie, ont permis la mise en place de trois indices. Le premier est un indice Biophysique, il évalue la quantité de dommages et la capacité de résistance matérielle. Le deuxième est un indice de Capacité d'action, il évalue l'influence des personnes sur leur propre vulnérabilité et le niveau de vulnérabilité que cela peut entraîner. Le troisième est un indice de Résilience, il évalue la capacité de la société à se remettre d'un évènement. Il évalue la réponse individuelle et collective.

La méthode de calcul mise en place permet d'évaluer les facteurs analysés un par un et ainsi déceler les problèmes de la société qui entraînent une vulnérabilité. L'indice Biophysique montre une capacité de dommage très importante et une très faible résistance matérielle. L'indice de Capacité d'action révèle une société qui n'a pas la capacité d'agir actuellement sur sa propre vulnérabilité. L'indice de Résilience met en avant le caractère extrêmement insuffisant et aléatoire de l'aide mise en place, dans une société largement pauvre.

Nous proposons des solutions adaptées à la société. C'est-à-dire des solutions adaptées à l'environnement, mais surtout des solutions qui peuvent émaner de la société elle-même sans coûts économiques.

Mots-clés : Risques, Inondation, Vulnérabilité, Enquête par questionnaire, Analyse comportements, Indice, Toliara, Madagascar.

ABSTRACT

The cyclone Haruna (2013) led an exceptional overflow of the Fiherenana river, which caused catastrophic flooding in the city of Toliara in Madagascar. The frameworks management flood risk turned out to be useless at this event. In terms of developing country where the government is unstable, it is necessary to find new solutions, including the ability of the population to act. In a context of study of the management and fight against floods, we choose an approach that wishes to understand the vulnerability through behaviors to adapt the prevention, management and resilience.

The evaluation of the inhabitants behavior is based on a questionnaire survey conducted directly with the population. The datas obtained using this questionnaire, through a treatment method inspired by sociology, enabled the establishment of three indexes. The first is a biophysics index which evaluates the amount of damage and material resilience. The second is an index of action capacity; it evaluates people's influence on their own vulnerability and the vulnerability that this may cause. The third is an index of resilience; it evaluates the Company's ability to recover from an event. It evaluates the individual and collective response.

The method of calculating establishment assesses the factors analyzed one by one and thus detects problems in society that cause vulnerability. The Biophysics index shows a very significant damage capacity and a very low resistance material. The index Action capacity reveals a society that has no ability to actually act on its own vulnerability. The index of resilience highlights the extremely poor and randomness of aid implementation, in a widely poor society.

We offer solutions adapted to the society. That is to say, solutions adapted to the environment, but especially solutions that can emanate from the society itself without economic costs.

Keywords: Risk, Flooding, Vulnerability, Questionnaire survey, Behavior analysis, Index, Toliara, Madagascar.

ENGAGEMENT DE NON PLAGIAT

Je, soussigné(e) Laura CHAMPIN
déclare être pleinement conscient(e) que le plagiat de documents ou d'une
partie d'un document publiée sur toutes formes de support, y compris l'internet,
constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée.
En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées
pour écrire ce rapport ou mémoire.

signé par l'étudiant(e) le 30 / 06 / 2016

**Cet engagement de non plagiat doit être signé et joint
à tous les rapports, dossiers, mémoires.**

Présidence de l'université
40 rue de rennes – BP 73532
49035 Angers cedex
Tél. 02 41 96 23 23 | Fax 02 41 96 23 00

