



# Résilience des habitations aux inondations en milieu urbain : le cas d'Andohatapenaka, un quartier de la ville d'Antananarivo

**By/Par** | **Jean Lucien Razafindrakoto**

Chercheur au CERED (Centre d'Études et de Recherches Économiques pour le Développement) à la Faculté de Droit, d'Économie, de Gestion et de Sociologie de l'Université d'Antananarivo Madagascar.  
e-mail : razafy\_lucien@yahoo.fr

## **ABSTRACT**

There is a large literature on vulnerability to flooding. However, two crucial dimensions that are particularly relevant tend to be underrepresented in most academic research. On one hand, most of the time floods are results of cyclones. On the other hand, when we talk about vulnerability to floods, the first thing that comes to our mind is the vulnerability of the household and their livelihoods. Thus, the aim of this paper is to show, using a field survey of the low area of Antananarivo that vulnerability of households to flooding is of academic interest as far as the study of vulnerability is concerned. The results show that most of the houses in the area under study do not meet construction standard to withstand floods.

**Key words:** Household, flood risk, Low-lying area, Antananarivo, Madagascar.

## **RÉSUMÉ**

Un foisonnement de littérature existe sur la vulnérabilité aux inondations. Cependant deux importants aspects sont mal représentés dans les recherches académiques. D'un côté, les inondations sont en général le résultat d'un passage de cyclone. De l'autre côté, lorsqu'on parle de vulnérabilité aux inondations, la première chose qui nous vient à l'esprit est la vulnérabilité des habitations et des moyens de subsistances. L'objectif de cet article est donc de montrer à travers une enquête auprès des ménages dans les Bas-quartiers d'Antananarivo que l'étude de la vulnérabilité des habitations aux inondations est d'un intérêt académique. Les résultats de l'enquête montrent que la majorité des habitations ne respectent pas les normes de construction qui leur permettraient de résister aux inondations.

**Mots clés :** Habitation, inondation, Bas-quartier, Antananarivo, Madagascar.

**JEL Classification:** H12, H43, Q54

## **INTRODUCTION**

Comme en témoignent les changements climatiques provoqués par le réchauffement de la planète et l'impact des catastrophes, l'environnement est à la fois victime des catastrophes et l'un des facteurs responsables de l'augmentation des risques et de la vulnérabilité. La mauvaise gestion de la croissance urbaine, par exemple, est un facteur qui accroît la vulnérabilité d'une communauté face aux inondations (Chardon, 1996).

Dans le cas de Madagascar, quelle que soit la stratégie durable choisie pour la gestion/réduction des risques et des catastrophes (G/RRC), elle nécessitera en tout premier lieu l'analyse des risques, de la vulnérabilité et de la résilience liés à l'environnement ; urbain ou rural. Comme nous le verrons dans la partie consacrée à la méthodologie, l'étude du quartier d'Andohatapenaka doit permettre de dégager des tendances pour l'ensemble de la ville d'Antananarivo concernant la situation de la résilience des habitations en milieu urbain.

L'article est structuré de la manière suivante : dans la première section nous présentons la méthodologie. Dans la deuxième section, l'accent est mis sur la notion de résilience des habitations ; l'objectif étant de faire ressortir à partir d'une revue de littérature les nombreuses facettes de ce qui constitue une habitation résiliente. La dernière section met en exergue les réalités du terrain par rapport à ce que nous avons développé dans la deuxième section.

## **MÉTHODOLOGIE**

Afin de mieux cerner la résilience des habitations face aux inondations en milieu urbain, nous avons choisi le fokontany<sup>1</sup> d'Andohatapenaka. Le choix a été dicté par les résultats d'entretiens avec les acteurs locaux et institutionnels et l'image que ce quartier véhicule. En effet, Andohatapenaka se trouve dans la zone basse (Bas-quartier) de la capitale de Madagascar (Antananarivo) et est réputé comme un quartier très vulnérable aux inondations (Razafindrakoto, 2011). Nous donnons ici quelques précisions sur ce qu'il faut entendre par fokontany et sur la méthodologie de l'enquête.

### *Structure d'un fokontany*

Antananarivo est administrée par le Préfet de Police de la ville qui est le représentant de l'Etat et des autorités élues. La ville d'Antananarivo est divisée en six arrondissements dirigés par un Délégué au Maire, désigné par le Maire sur proposition du Conseil Municipal. Son implantation géographique indique qu'Andohatapenaka se trouve dans la partie sud-ouest de la ville et fait partie du Premier Arrondissement.

Le fokontany est la plus petite unité administrative à Madagascar. Elle traduit la limite administrative d'un quartier mais cela signifie aussi une forme d'organisation de gestion de quartier. Dans chaque fokontany, il existe une subdivision en secteurs, chaque secteur étant

---

<sup>1</sup> Un fokontany est divisé en plusieurs quartiers mais nous utiliserons de manière interchangeable fokontany et quartier.

sous la responsabilité d'un "chef secteur" dont la compétence concerne surtout les affaires sociales. Les chefs secteurs sont désignés par le Chef du fokontany. A Andohatapenaka, il existe six secteurs. Juridiquement, toute la population doit être inscrite au fokontany et doit participer aux assemblées générales.

### *Contexte et zone de l'étude*

A Madagascar en général et à Antananarivo en particulier, saison des pluies veut tout simplement dire saison cyclonique. Dans les deux cas on peut s'attendre à la montée des eaux et au pire à une inondation dont la gravité dépend de la localisation géographique du fokontany ou du quartier. La situation topographique des Bas-quartiers aggrave la situation car à l'accumulation des eaux de ruissellement après les orages s'ajoute la montée des eaux des rivières et des canaux qui traversent ces quartiers. Nous verrons un peu plus tard dans notre développement que ces quartiers ont été construits aux bords, sinon au milieu des marécages et des marais de la plaine d'Antananarivo. De plus, on associe souvent le terme Bas-quartier au niveau de vie des habitants de ces quartiers.

### *Organisation et déroulement de l'enquête*

Une enquête auprès des populations nécessite quelques précautions. Elles doivent être assurées qu'il s'agit d'une mission à caractère public, autorisée par les instances administratives compétentes et adéquates. On a donc approché la Commune Urbaine d'Antananarivo (CUA) qui a stipulé que les formalités administratives pour la descente au niveau des fokontany peuvent être résolues auprès du Délégué de l'Arrondissement. Quand nous avons approché les autorités locales pour les informer sur les formalités administratives et les démarches académiques, le visa administratif du délégué a été effectivement demandé par le Chef du fokontany.

La présente étude se propose de travailler la notion de résilience à partir d'expériences de terrains et d'études de cas. Notre objectif est d'identifier les facteurs de vulnérabilité afin de mettre en place des actions pour les réduire, ce qui signifie augmenter la résilience.

Pour la réalisation effective des travaux sur terrain, cinq équipes composées chacune de deux enquêteurs ont été formées, encadrées par trois superviseurs qui ont relevé les données GPS de chaque habitation. En effet, l'élaboration des questionnaires doit considérer la possibilité de retrouver les mêmes ménages lors d'enquêtes ultérieures à passages répétés, ce qui nécessite d'utiliser des instruments de repérage comme le GPS assorti de prises photographiques. Le choix des enquêtés s'est fait d'une manière aléatoire (toutes les deux ou quatre maisons selon que celles-ci logeaient plus ou moins de ménages (maisons souvent occupées par plusieurs ménages). Chaque équipe de deux enquêteurs a interviewé en moyenne huit ménages<sup>2</sup> (soit au total 340 ménages enquêtés) et l'enquête a duré 10 jours.

---

<sup>2</sup> Dans cet article, un ménage est défini par une famille qui mange ensemble et qui vit dans un foyer sous le même toit.

## REVUE DE LITTÉRATURE

L'importance de la littérature académique sur la notion de résilience est révélatrice de la place de plus en plus grande des aléas naturels et catastrophes dans les débats académiques et scientifiques. La répétition et le renforcement des impacts des inondations sur l'habitat sont tels qu'on assiste depuis des décennies à une prolifération de publications sur le sujet (Verrhiest, 2005). La littérature sur le sujet est abondante mais nous nous cantonnerons à ce qui nous intéresse ici, c'est-à-dire la résilience des habitations en milieu urbain.

Le cadre d'action d'Hyōgo pour la période 2005-2015 a choisi pour thème « Pour des nations et des collectivités résilientes face aux catastrophes ». La Convention-Cadre et le Protocole de Kyoto traitent de l'urgente nécessité à mettre en œuvre des stratégies d'adaptation aux changements climatiques et de réduction des risques, et de renforcer les capacités et la faculté de résilience au niveau local<sup>3</sup>. La vulnérabilité aux catastrophes est un phénomène complexe avec des dimensions sociales, économiques, sanitaires, environnementales et culturelles. Elle a deux facettes : (i) le degré d'exposition aux catastrophes (sensibilité) et (ii) la capacité pour une société ou une communauté de faire face ou de se rétablir des conséquences de la catastrophe (résilience). Les programmes de réduction des risques visent à réduire la sensibilité et augmenter la résilience. Il est donc techniquement impossible de parler de résilience sans parler de vulnérabilité.

Depuis vingt ans la littérature scientifique en matière de vulnérabilités urbaines a connu de constants développements. Le dossier de Robert D'Ercole *et al.* (2009) « Vulnérabilités urbaines dans les pays du Sud » a tenté d'apporter un éclairage important pour la compréhension géographique de la dimension sociale. D'Ercole *et al.* ont fait notamment références aux publications de Pigeon (2005) et de Coanus et Pérouse (2006) qui concluent sur l'inefficacité conceptuelle du couple aléa et vulnérabilité. Puisque les espaces soumis à des aléas sont souvent déjà fortement urbanisés et que les ouvrages de protection ont montré leurs limites, la question s'est alors lentement reportée sur la compréhension de ce qui fait la vulnérabilité et la résilience.

En outre, les travaux de Pelling (2003) ou encore ceux de Chardon (1996), de Cutter *et al.* (2000) et Weichselgartner (2001), mettent l'accent sur la vulnérabilité sociale, la vulnérabilité des populations, la vulnérabilité économique, etc.

En ce qui concerne la vulnérabilité des habitations en milieu urbain, D'Ercole et Metzger (2009) ont fait une avancée significative en mettant en exergue le concept de vulnérabilité intrinsèque qu'ils définissent comme étant les faiblesses propres qui caractérisent chaque enjeu. Ils ont pris comme exemples le faible niveau socioéconomique de la population, l'ancienneté des installations, les déficiences des composants des systèmes techniques et la mauvaise qualité du bâti.

Salagnac lui pense que l'eau est l'ennemi numéro un du bâtiment. (Salagnac, 2006). On peut être tenté de penser qu'il faut avoir un mètre d'eau dans la maison pour être déclaré sinistré

---

<sup>3</sup> Cadre d'action de Hyogo pour 2005-2015 : pour des nations et des collectivités résilientes face aux catastrophes, adopté le 22 janvier 2005 par la Conférence mondiale sur la prévention des catastrophes. [www.unisdr.org/we/dtr/intergov/official-doc/L-docs/Hyogo-framework-foraction-french.pdf](http://www.unisdr.org/we/dtr/intergov/official-doc/L-docs/Hyogo-framework-foraction-french.pdf)

mais Vinet et Defossez (2006) notent qu'à partir du moment où l'eau pénètre dans le lieu habité, peu importe qu'il y ait 20 cm ou 1,5 m d'eau, c'est une catastrophe.

Dans son plan de contingence pour l'année 2010-2011, le Bureau National de Gestion des Risques et des Catastrophes de Madagascar (BNGRC, 2010) estime que les pauvres vivent généralement dans des endroits exposés à des aléas et construisent des habitations qui n'offrent aucune sécurité en cas de catastrophe. La précarité des infrastructures (faute de moyens matériels et financiers) amplifient donc l'impact des catastrophes sur la population, surtout sur les personnes les plus vulnérables et dans les zones vulnérables. Comme mesure de prévention, le Groupe sectoriel Habitat du BNGRC a donc comme mandat de reconstruire ou réhabiliter leurs habitations, tout en promouvant l'adoption de normes et standards adaptés aux conditions climatiques spécifiques à chaque région. Il faut reconnaître que le coût des réhabilitations des habitats est l'un, sinon le principal problème auquel doit faire face une ménage après une catastrophe. (Aviotti, 2011)

Le degré de résistance à un choc est la définition la plus simpliste de la résilience. Une définition plus élaborée (UNISDR, 2009), et peut être la plus citée dans la littérature sur le sujet, note que la résilience est la capacité d'un système, une communauté ou une société exposée aux risques de résister, d'absorber, d'accueillir et de corriger les effets d'un danger, en temps opportun et de manière efficace, notamment par la préservation et la restauration de ses structures essentielles et de ses fonctions de base.

Par ailleurs, la résilience d'une société ou d'une communauté peut être appréhendée comme : (i) la capacité de celle-ci à absorber le choc par la résistance ou l'adaptation (Ballet *et al.* 2003) (ii) la capacité de gestion ou de maintien de certaines fonctions ou structures de base (Randrianalijaona, 2008), et enfin (iii) la capacité à récupérer ou « rebondir » après un choc. De par cette troisième définition, la résilience comporte une dimension temporelle. Elle suppose que la résilience ne peut être appréciée qu'après une catastrophe ou un choc. On rencontre donc une panoplie de méthodes de calcul du temps de résilience ou de récupération. Cette dernière définition partage néanmoins la communauté scientifique, avec d'un côté ceux qui considèrent que la résilience peut être évaluée avant même une catastrophe (D'Ercole *et al.* 2009). Pour eux la résilience est la capacité d'une communauté à se préparer « avant » le choc et à se relever « après ». De l'autre côté, des chercheurs pensent qu'il faut d'abord un choc pour déterminer la résilience d'une collectivité face à ce choc. (Randrianalijaona 2008, Razafindrakoto 2011)

Par conséquent, le caractère multidimensionnel de la résilience rend sa définition complexe. Ainsi, il existe plusieurs indicateurs de perception de la résilience et la mesurer n'est pas aisée. Des chercheurs de l'Université d'Antananarivo<sup>4</sup> ont relevé le défi et ils sont arrivés à l'élaboration de ce qu'ils appellent l'Indice Multidimensionnel de Résilience (IMR). L'indice est multidimensionnel car pas moins de six critères sont retenus pour le calcul de

---

<sup>4</sup> Le CERED (Centre d'Etudes et de Recherches Economiques pour le Développement au sein de l'Université d'Antananarivo) a été consulté par CARE pour construire un outil pour évaluer l'impact des actions de RRC des partenaires de CARE sur la vie des communautés. Le score de l'IMR va permettre à un partenaire de CARE d'orienter ses actions dans le critère où il n'a pas obtenu un bon score. Par exemple : il a obtenu un bon score en ce qui concerne le critère économique, mais il a obtenu un mauvais score dans le critère environnemental. Il va donc devoir porter ses efforts sur ce dernier critère pour avoir un meilleur score global (IMR).

l'IMR à savoir : les critères économique, social, culturel, institutionnel, organisationnel, et environnemental. En ce qui nous concerne, c'est-à-dire les infrastructures en général et les habitations en particulier, le critère institutionnel nous apprend que l'existence ou non de sensibilisation au niveau local en termes d'urbanisme et/ou de normes de construction sur le plan juridictionnel avant et après un choc est un élément important à considérer. En fait, il est nécessaire de savoir si un ménage a été informé et sensibilisé sur les textes et réglementations en vigueur. Si dans les pays développés on sensibilise les gens sur la manière de rendre leurs habitations moins vulnérables aux inondations (DRE, 2004), dans les Bas-quartiers d'Antananarivo on se demande si on a même des « habitations » dans le sens architectural du terme. Dans la partie consacrée aux discussions et résultats de cette étude, nous allons voir les matériaux de construction utilisés pour la construction de ces « habitations »

Un ménage informé et sensibilisé, même s'il ne suit pas ces textes et réglementations, est déjà plus résilient qu'un ménage qui ignore tout de ces textes et lois. Il en est de même du critère social qui soulève entre autres la question de la mise en place des installations sanitaires comme les toilettes, les systèmes de canalisation et les systèmes d'évacuation d'eaux usées.

Avant de conclure cette revue de la littérature sur la résilience, on ne peut passer sous silence le concept qu'on associe souvent avec la résilience : la capacité. Une communauté résiliente à un aléa est une collectivité qui a des capacités qui l'aident à faire face à une catastrophe et à s'en relever. Nombre de leurs mécanismes d'adaptation sont durables et bénéfiques, mais d'autres peuvent être néfastes. Les évaluations et les mesures de la résilience doivent donc identifier les stratégies positives qui augmentent la résilience, mais aussi rechercher les raisons qui poussent à adopter des stratégies négatives.

Cette revue de littérature sur la résilience en milieu urbain montre que l'accès ou le non-accès à une habitation saine, décente et appropriée constitue un facteur important de vulnérabilité ou de résilience d'une communauté. A ce stade de notre développement, la question qui se pose est d'analyser les réalités sur le terrain. C'est ce que nous avons tenté de faire lors de notre enquête.

## **LES RÉALITÉS SUR LE TERRAIN**

A Andohatapenaka, la plupart des habitations se trouvent à proximité des marais et des rizières. En général, elles sont construites de façon spontanée et informelle, donc illicite. Il y règne donc un fort sentiment d'insécurité lié au risque d'expulsion des lieux. Géographiquement, Antananarivo est aussi connu sous l'appellation de Haut Plateau. Les relevés d'altitude (GPS) montrent que la majorité des constructions à Andohatapenaka sont vulnérables au risque d'inondation.

### *Statut des logements*

Voronkoff (2010) a créé un modèle pour évaluer les dommages et pertes financières consécutives aux inondations. Selon cet auteur, les coûts des dégâts supportés par les

occupants sont proportionnels aux temps mis pour revenir à une situation normale. Plus les dégâts sont conséquents plus le retour à la normale est longue. Hydratec et Siee (1998) ajoutent que l'absence d'entretien est susceptible d'aggraver les dommages matériels. Si on pose comme hypothèse que si les occupants sont des propriétaires ils sont plus enclins à entretenir l'habitat, il est donc intéressant de voir le statut des logements (propriétaire ou locataire).

D'une façon générale, les constructions précaires et illicites représentent 70% du total des constructions dans le quartier et sont souvent habitées par des gens très pauvres. On y trouve aussi des maisons plutôt en bon état, le long des principales voies de communications, pour la plupart des constructions bien bâties (immeubles en béton à plusieurs étages) souvent entourées de grands murs pour mieux se défendre, à cause d'un sentiment permanent d'insécurité.

Les résultats de l'enquête révèle que le statut des logements se présente comme suit : 66,67 % des occupants sont propriétaires, 25,83 % louent leurs habitations, 3,75 % des habitations sont prêtées. Il convient de faire remarquer que beaucoup de locataires disent ne pas faire de réparations parce qu'ils ne sont pas propriétaires, ce qui constitue un réel handicap car les maisons non entretenues sont les premières victimes des inondations. Par rapport à la littérature, on peut donc dire qu'être propriétaire constitue un facteur de résilience face à un aléa.

### *Superficie des habitations*

La vulnérabilité des habitations et la santé de ses occupants sont intimement liées. Il y a une forte corrélation entre la vulnérabilité de l'habitat et la vulnérabilité de ces habitants (occupants). Après un choc, la remontée des eaux usées peut entraîner des odeurs persistantes et endommager l'intégralité de la maison et fragiliser la santé de ses occupants. L'inondation d'une station d'épuration ou le déversement d'une cuve de fioul aux abords de l'habitat peuvent conduire à sa destruction.

L'eau de l'inondation et l'infiltration de l'eau de l'inondation dans les réseaux d'eau courante peuvent aussi contaminer l'eau potable (puits) qui devient impropre à la consommation. Pour les ménages pauvres qui ne peuvent pas désinfecter cette eau, il y a un risque sanitaire. L'humidité et l'insalubrité de l'eau sont à l'origine de développements bactériologiques.

Aviotti (2011) a mis en exergue ce qu'elle appelle la « vulnérabilité individuelle » considérée comme dépendante d'une « vulnérabilité collective ». On peut illustrer cela par l'exemple qui suit : si un ménage a un WC et que le voisin immédiat n'en a pas et fait ses besoins n'importe où et n'importe comment, on est en présence d'une vulnérabilité collective. Les conséquences des actes irresponsables en matière d'hygiène du voisin sont ressenties par tout le voisinage. De la même manière que l'individu est capable d'une certaine résilience face aux aléas et à l'adversité, la communauté en est également capable, et la résilience individuelle est dépendante d'une résilience collective. Cette constatation nous permet de dire qu'on ne peut parler de facteur de résilience à l'échelle individuelle (un ménage) sur la question de l'hygiène et de la santé lors d'une inondation.

Aviotti insiste aussi sur la dimension « structurelle » pour rassembler les critères liés aux caractéristiques architecturales de l'habitat (ex : types constructifs, agencement des pièces, matériaux de construction, etc.). En ce qui concerne les « pièces vitales » (cuisine, chambres, etc.), si celles-ci sont inondées, certains besoins fondamentaux ne sont plus assurés. Beaucoup de questions demandent ainsi des réponses ; « Y a-t-il une zone où se réfugier, un accès hors d'eau ? Il arrive à la conclusion qu'un habitat de plain pied et sans étage est vulnérable. La vie des personnes est ainsi mise en péril par un habitat vulnérable (Jonkman, 2007, Vinet *et al.* 2011).

Le logement ne doit donc pas présenter de danger pour la santé et la sécurité de ses occupants. La santé et la sécurité dépendent de l'agencement du logement, de sa superficie, de l'existence ou non de toilettes.

Dans les Bas-quartiers d'Antananarivo, la forte concentration de la population<sup>5</sup> s'explique en partie par le faible coût du loyer par rapport au centre ville. Cette concentration entraîne une certaine promiscuité qui favorise des violences de voisinage, viols et incestes. Par rapport à la taille des ménages, on peut dire que les habitations sont très exigües. En effet presque la surface d'un quart des logements mesure entre 5 et 10 m<sup>2</sup>. Les constructions se sont faites dans une anarchie préjudiciable par ailleurs à l'hygiène et à la sécurité. Les habitations sont construites selon la disponibilité des surfaces, et comme nous allons le voir, la disponibilité des matériaux. Les résultats de l'enquête nous ont permis de désagréger la superficie des maisons.

En ce qui concerne les 9.77% des répondants qui ont déclaré avoir une cuisine séparée, la répartition se fait comme suit : 5.65% ont une superficie inférieure à 5m<sup>2</sup>, 1.22 % ont une superficie de 6 à 10 m<sup>2</sup>, 0.31% de 10 à 15 m<sup>2</sup>, 0.15% de 31 à 40 m<sup>2</sup> 0.15% et les 2.44% restants ne savent pas la superficie de leurs cuisines.

Dans les Bas-quartiers, la superficie des cuisines joue un rôle important en période cyclonique, donc lors des inondations, car on ne peut pas cuisiner en dehors de la maison à cause de la pluie. Pourtant, on sait que la grande majorité des gens utilisent encore du charbon et du bois de chauffe. Avoir une cuisine spacieuse est donc un facteur de résilience face au cyclone en général et les inondations en particulier.

On peut écrire la même chose sur la possession d'un bassin ou lavoir. Seulement 0.15 % des répondants ont un bassin pour laver le linge (superficie inférieure à 5m<sup>2</sup>). La superficie importe peu ici, l'essentiel est d'avoir un endroit où laver son linge. Il faut savoir que la circulation au sein du quartier est difficile à cause des montées des eaux et avoir son propre lavoir est donc un facteur de résilience car on n'est pas obligé de faire la queue aux lavoirs publics, la plupart du temps sous une pluie battante et les pieds dans la boue.

Enfin les résultats de l'enquête révèlent que 26.56% seulement ont répondu par l'affirmative à la question de savoir s'ils ont un WC. Il est vrai que la superficie des toilettes n'a pas un impact significatif sur la résilience d'une communauté. Les résultats de l'enquête sur la superficie des habitations nous permettent donc d'affirmer que l'exigüité et la concentration des habitations sont autant de facteurs qui diminuent la résilience des occupants lors des inondations ; d'un côté l'exigüité favorise la prolifération des bactéries et microbes dans les

---

<sup>5</sup> Nous parlerons même de surpeuplement si on en déduit les superficies des marais, des marécages inhabitables et les rizières.



eaux stagnantes et de l'autre côté, résultat de la première, la forte concentration de personnes sous un même toit n'est pas sans préjudice sur la santé des habitants.

### Les matériaux de construction

Pour évaluer les dommages causés par les inondations, Voronkoff (2011) distingue la vulnérabilité structurelle des autres formes de vulnérabilité. Selon cette évaluation, pour un logement ancien, les techniques et matériaux de construction ne sont pas forcément adaptés au risque d'inondation. En ce qui concerne la sensibilité des matériaux de construction : si les matériaux sont trop sensibles à l'eau, ils résisteront difficilement à l'inondation (ex : dégradation, moisissures, décomposition, perte des propriétés, etc.).

Dans le fokontany d'Andohatopenaka, on trouve des habitations hétérogènes : des maisons en bon état souvent entourées de hauts murs. Derrière ces maisons, de petites habitations précaires en briques ou en planches avec une couverture de tôle, de bois ou de plastique constituent le paysage.

### Murs des logements

En ce qui concerne les matériaux utilisés pour construire les maisons, l'enquête montre l'utilisation des matériaux suivants : (i) construction en dur (tout ce qui est en brique : argile ou terre, crépi (ciment ou terre), (ii) construction en demi dur (tôle, bois, bambou, terre) et (iii) construction précaire (bâche, rabane, tissu, sachet plastique, carton).

### La toiture

L'enquête montre que le chaume (15.11 %) tient encore une place importante en ce qui concerne les toitures des logements.

**Tableau n°1 : Les matériaux constituant les toitures**

Types	Fût*	Composite	Tente	Pas de toiture	Toile paka	Tissu	Tôle	Sachet	Chaume	Tuile	Tôle et Tuile	Tôle et Fût	Total
%	2.89	0.22	0.67	4.89	0.89	0.44	64.89	0.22	15.11	8.89	0.44	0.44	100

\* Nous désignons par « fût » la toiture qui utilise un tonneau ou un fût vide aplati

Source : CERED, 2010

Les inondations sont souvent le résultat d'un passage d'un ou de deux cyclones. Cela signifie la plupart du temps vent violent. Le tableau ci-dessus montre que les tôles ondulées constituent 64.89% des toitures, ce qui laisse penser à une certaine solidité de la toiture. Il est toutefois à déplorer que 4.89% des maisons n'ont pas de toit. A noter aussi l'existence de 0.44% des maisons avec comme toiture des tissus.

Aussi étrange que cela puisse paraître, les matériaux constituant la toiture joue un rôle important lorsqu'on parle d'inondation dans les Bas-quartiers d'Antananarivo quand on sait qu'à Madagascar les inondations sont presque souvent le résultat d'un passage de cyclone.

En général, on peut donc dire que les maisons à Andohatapenaka sont résilientes aux inondations car presque 65 % des habitations ont des toits en tôle ondulées.

#### Sols des logements

A Madagascar saison cyclonique est synonyme de saison de pluie et inondation. Aux vents violents s'ajoutent donc les pluies abondantes et la montée des eaux. Identifier les facteurs de résilience ou de vulnérabilité des habitations revient donc à déterminer les bâtiments vulnérables. Si la toiture est mauvaise, une pluie abondante qui s'infiltré dans les murs peut entraîner l'effondrement de l'habitation. Les bâtiments résilients sont donc les infrastructures avec les toitures étanches, comme les tôles ondulées. Par contre les habitations vulnérables sont celles avec des toitures anciennes, non entretenues et qui laissent passer l'eau. Il en est de même des maisons avec des murs en terre, ou en brique de terre non stabilisé ou encore les maisons construites avec des matériaux non résistant à l'humidité. Dans le pire des cas, on peut donc s'attendre à des dommages physiques (effondrement de la structure, délabrement des murs, détachement partiel ou total de la toiture) qui peuvent entraîner des pertes de vies.

Les impacts des vents violents sur les bâtiments peuvent se résumer ainsi : (i) au niveau de la toiture (flexion importante, poinçonnement, coupure ou soulèvement) et (ii) au niveau des ossatures (flexion des murs, déclinaison ou renversement de la structure). La résilience des bâtiments est donc fortement liée à la solidité des murs et à l'étanchéité de la toiture.

On a aussi observé que près de 60 % des sols des logements sont soit en terre battue (30.74 %), c'est-à-dire le moins coûteux et nécessitant le minimum d'entretien, soit en ciment (30.32 %). En ce qui concerne la terre battue, il est inutile de dire qu'elle constitue un facteur de vulnérabilité, ce qui n'est pas le cas avec le ciment ou le parquet car ces derniers constituent un facteur de résilience.

**Tableau n°2 : Les matériaux constituant les sols des logements**

Type	Balatum	Carreau	Bois	Natte	Terre battue	Ciment	Parquet	+ Ciment parquet	Total
%	1.89	0.21	3.79	1.68	30.74	30.32	30.32	1.05	100.0

Source : CERED 2010

Ce que nous essayons de montrer à travers ce tableau est le fait que dans un quartier sujet à des inondations on trouve que 30.74% des habitations ont la terre battue comme sol. Par conséquent, l'état de la maison se dégrade et les eaux stagnantes qui s'infiltrent dans les habitations rendent encore plus fragile l'état de santé de ses occupants.

La montée des eaux, quant à elle, entraîne le désordre de la structure depuis la fondation en passant par les murs pour arriver jusqu'aux toitures. Les habitats vulnérables sont donc les maisons construites en zone inondables et dont les murs ne résistent pas à l'humidité. Dans le cas d'Andohatapenaka qui se trouve dans les Bas-quartiers, donc en zone inondable, seule la solidité des habitations peut rendre les maisons résilientes.

## **LIMITES DE L'ÉTUDE ET CONCLUSION**

La lecture, les critiques et les appréciations de cet article doivent prendre en considération les limites ci-après.

Premièrement, le choix des enquêtés s'est fait d'une manière aléatoire (toutes les deux ou quatre maisons selon que celles-ci logeaient plus ou moins de ménages (maisons souvent occupées par plusieurs ménages)).

Deuxièmement, malgré les précautions prises il y a eu des réticences de la part de quelques habitants, mais s'il y a eu aussi par ailleurs, des enthousiasmes qu'il a fallu calmer pour ne pas biaiser notre échantillon. Dans un pays en voie de développement comme Madagascar, une enquête est souvent assimilée à une distribution d'aide ultérieure. Il a fallu expliquer que les questions relatives aux inondations ne signifiaient pas que l'enquête était diligentée dans le but d'un quelconque dédommagement ou de l'obtention d'une quelconque aide qui nécessiterait la confection de listes de bénéficiaires. Malgré ces explications, les enquêteurs ont constaté que parfois les enquêtés sous-estiment ou surestiment des problèmes car ils pensent encore qu'il va y avoir des aides ultérieures.

Troisièmement, dans la partie méthodologie nous avons écrit qu'on a relevé les positions GPS de chaque habitation. Ces relevés ne sont pas exhaustifs étant donnée la densité des logements et de l'absence de réelles ruelles. Certains passages sont si étroits qu'il fallait les franchir de profil.

Une analyse plus approfondie de ce quartier va permettre de pallier à ses écarts et manquements lors des prochaines descentes, puisque cette étude constitue un « Etat-Zéro ». Cette première enquête de descente sur terrain montre aussi ses limites en ce qui concerne les éléments qui doivent être pris en compte lors des prochaines descentes. Le questionnaire doit donc dorénavant s'enquérir de la durée de submersion, la hauteur d'eau, les matériaux de construction des fondations, le nombre de pièces et l'existence d'étage ou non. Il serait aussi intéressant de demander le coût financier (réparation de l'habitat, perte en biens mobiliers) et humain (perte de vie humaine) et la durée du retour à la normale.

Dans la partie introductive de notre article, nous avons écrit que l'étude du quartier d'Andohatapenaka doit permettre de dégager des tendances pour l'ensemble de la ville d'Antananarivo concernant la situation de la résilience des habitations en milieu urbain. Au terme de cet article, d'une manière générale, on peut faire ressortir les nombreux facteurs qui peuvent conduire à la résilience.

En ce qui concerne le statut des logements, les résultats de l'enquête nous informent que le fait d'être propriétaire constitue un facteur de résilience car les locataires ont tendance à ne pas se soucier de l'état des habitations contrairement aux propriétaires.

Quand à la superficie des logements en général et celle de la cuisine en particulier, l'enquête menée dans le fokontany d'Andohatapenaka nous révèle qu'une cuisine plus ou moins spacieuse est un facteur de résilience lorsqu'un ménage utilise encore du charbon ou du bois de chauffe. Les résultats de l'enquête sur la superficie des habitations nous permettent

d'affirmer que l'exiguïté et la concentration des habitations sont autant de facteurs qui diminuent la résilience des occupants lors des inondations.

Enfin, les matériaux de construction des murs des logements, des toitures et du sol déterminent la résilience ou la vulnérabilité des habitations dans le sens où les constructions en dur constituent un facteur de résilience et les constructions précaires constituent un facteur de vulnérabilité. Il faut donc souligner que les constructions doivent être en rapport avec les conditions climatiques et les risques naturels connus. Des adaptations doivent être envisagées pour gérer l'impact local des changements climatiques. L'élaboration ou la modification des standards ou normes de construction suite à une catastrophe doit se faire en consultation avec la population touchée et les autorités compétentes.

Les populations peuvent être vulnérables ou résilientes pour de nombreuses raisons mais une relation étroite existe entre la vulnérabilité ou la résilience aux catastrophes et le développement socio-économique. D'un côté, la croissance démographique et l'inexistence d'un plan d'urbanisme engendrent l'installation des familles à bas revenu dans les zones exposées aux inondations ou à d'autres aléas. De l'autre côté, la faiblesse des infrastructures constituent un des facteurs de vulnérabilité majeurs pour certains types d'aléas comme les cyclones, les inondations et les séismes. Faute de moyens, la population pauvre bâtit souvent ses habitations avec les matériaux locaux qu'elle trouve à sa disposition. Par conséquent, on assiste à la dégradation des conditions sanitaires des gens qui vivent dans ces zones exposées, ce qui entraîne des impacts négatifs sur la capacité de production.

Pour conclure, la rédaction de cet article a montré une fois encore la difficulté de tracer une ligne de démarcation claire entre la résilience et la vulnérabilité.

## **RÉFÉRENCES**

- Alwang J., Siegel P., Jorgensen S. (2001). *Vulnerability: A view from Different Disciplines*, The World Bank, Washington, Social Protection Discussion Paper Series n°115.
- Aviotti A. (2011). *Contribution à la caractérisation de la vulnérabilité de l'habitat individuel face à l'inondation. Vers un outil d'autodiagnostic*, thèse de doctorat, École nationale supérieure des mines de Paris.
- Ballet J., Dubois J.L., Mathieu FR. (2003). *Le développement socialement durable : un moyen d'intégrer capacités et durabilité*, communication for the 3rd Conference on the Capability Approach, University of Pavia.
- BNGRC (2010). *Plan national de contingence sur les cyclones et les inondations 2010-2011*, Version N°4, Ministère de l'intérieur.
- Chardon A.-C. (1996). *Croissance urbaine et risques « naturels »*. Évaluation de la vulnérabilité à Manizales, Andes de Colombie, thèse de doctorat, Université Joseph Fourier – Grenoble.
- Cutter S.-L., MitShell J.T., Scott M. S. (2000). 'Revealing the vulnerability of people and places: a case study of Georgetown county, South Carolina'. *Annals of the Association of American Geographers*, 90(4): 713-737.

- Direction Régionale de l'équipement de Bretagne (2004). *Rendre son habitation moins vulnérable aux inondations, Guide à l'usage des professionnels.*
- D'Ercole R. et Metzger P. (2009). 'La vulnérabilité territoriale : une nouvelle approche des risques en milieu urbain'. *Cyberge*, Vulnérabilités urbaines au sud, article 447, mis en ligne le 31 mars 2009, modifié le 14 mai 2009. URL : <http://cyberge.revues.org/index22022.html>. Consulté le 01 mars 2010.
- D'Ercole R., Gluski P., Hardy S., Sierra A. (2009). 'Vulnérabilités urbaines dans les pays du Sud. Présentation du dossier'. *Cyberge*, Vulnérabilités urbaines au sud, mis en ligne le 06 avril 2009, modifié le 14 mai 2009. URL : <http://cyberge.revues.org/index22151.html>. Consulté le 01 mars 2010.
- Hydratec et Siee (1998). *Evaluation des dommages liés aux crues en Région Ile de France, 1998.*
- Jonkman S.N. (2007). *Loss of life estimation in flood risk assessment-theory and applications*, PhD thesis, Delft University.
- Lallau B. (2010). 'La résilience : moyen et fin d'un développement durable ?'. *Ethique et économique*, 8:1-5
- Mark P. (2003). *The Vulnerability of Cities: Natural Disasters and Social Resilience*. London: Earthscan Pub.
- Randrianalijaona T.M (2008). *Gestion communautaire des ressources naturelles et développement durable : Dans quelles mesures les contrats de transfert de gestion à Madagascar peuvent-ils contribuer durablement à la lutte contre la pauvreté en milieu rural tout en préservant l'environnement?*, Thèse de doctorat, Université d'Antananarivo, Madagascar.
- Razafindrakoto J. L. (2011). 'Vulnérabilité urbaine aux inondations : une étude de cas d'un Bas-quartier d'Antananarivo' ; in J. Ballet et M. Randrianalijaona (Eds), *Vulnérabilité, insécurité alimentaire et environnement à Madagascar*. Paris, L'Harmattan, p.191-213.
- SALAGNAC JL. (2006). *Vulnérabilité des bâtiments à l'inondation : qualification du comportement des matériaux*, Décembre 2006. Centre Scientifique et Technique du Bâtiment.
- UNISDR (2009). *Terminologie pour la prévention des risques de catastrophe*, Genève, Suisse.
- Verrhiest G. (2005). *Synthèse bibliographique relative à la vulnérabilité au risque d'inondation Présentation des principaux documents publiés*, CETE méditerranée.
- Vinet F., Boissier L., Defossez S. (2011). *La mortalité comme expression de la vulnérabilité humaine face aux catastrophes naturelles : deux inondations récentes en France (Xynthia, Var, 2010)*, Paris : L'Harmattan.
- Voronkoff M. (2010). *La modélisation des dommages et pertes financières consécutives aux inondations*, EQECAT.
- Weichselgartner J. (2001). 'Disaster Mitigation: the Concept of vulnerability Revisited'. *Disaster Prevention and Management*, 10(2): 85-94.