

Travail de fin d'études[BR]- Travail de recherche personnel[BR]- Travail d'expertise interdisciplinaire

Auteur : Diessana, Arthur

Promoteur(s) : Djaby, Bakary

Faculté : Faculté des Sciences

Diplôme : Master de spécialisation en gestion des risques et des catastrophes à l'ère de l'Anthropocène

Année académique : 2023-2024

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/20831>

Avertissement à l'attention des usagers :

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

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

ULiège - Faculté des Sciences - Département des Sciences et Gestion de l'Environnement

EVALUATION DE LA RESILIENCE DES MENAGES FACE AUX CHOCS CLIMATIQUES DANS LE DISTRICT DE MORONDAVA, SUD-OUEST DE MADAGASCAR

ARTHUR DIESSANA

**TRAVAIL DE FIN D'ETUDES PRESENTE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE
MASTER DE SPECIALISATION EN GESTION DES RISQUES ET DES CATASTROPHES A L'ERE DE L'ANTHROPOCENE**

ANNEE ACADEMIQUE 2023-2024

REDIGE SOUS LA DIRECTION DU DOCTEUR BAKARY DJABY

**COMITE DE LECTURE :
PIERRE OZER
FLORENCE DE LONGUEVILLE**

Copyright

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

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

Le présent document n'engage que son auteur.

Auteur du présent document : [DIESSANA Arthur ; adresse email : diessanauer1er@gmail.com].

DEDICACE

Je dédie ce travail à mes parents

REMERCIEMENTS

Le présent mémoire n'aurait pu se réaliser sans la collaboration et le soutien de nombreuses personnes. Je tiens à leur exprimer ma profonde gratitude et témoigner toute ma reconnaissance pour leur contribution à la réalisation de ce travail.

Je voudrais tout d'abord remercier le Docteur Bakary DJABY, pour avoir accepté de diriger ce travail. Je lui exprime ma profonde gratitude pour sa disponibilité, sa patience et ses judicieux conseils dont j'ai bénéficié tout au long de la rédaction de ce document.

J'adresse mes sincères remerciements à l'ARES pour le financement de cette formation de Master de Spécialisation en Gestion des Risques et des Catastrophes à l'ère de l'Anthropocène (MS-GRCA), me permettant ainsi d'acquérir de nouvelles compétences.

Ma profonde gratitude va au corps professoral et administratif de l'Université de Liège, pour leurs efforts de nous offrir un cadre de travail optimal et une formation de qualité. Mes remerciements particuliers s'adressent au Professeur Pierre OZER, Coordonnateur du Master GRCA, et à Docteure Florence DE LONGUEVILLE pour l'encadrement pédagogique. Je suis également reconnaissant envers Monsieur Koufanou HIEN, Assistant du Coordonnateur du Master, pour son soutien inconditionnel.

Je remercie l'équipe d'enquête terrain, notamment le chef d'équipe, Monsieur John ANDRIANDIMBYHARINOSY, pour le soutien dans la collecte de données.

Je tiens aussi à remercier l'ensemble de la promotion MS-GRCA 2023-2024, pour le partage d'expériences enrichissantes tout au long de la formation.

A tous ceux dont les noms n'ont pu être cités, mais qui ont contribué d'une manière ou d'une autre à la réalisation de ce document, recevez l'expression de ma sincère considération.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Synthèse des données utilisées par objectif spécifique.....	11
Tableau 2. Classification et interprétation du SPI (OMM, 2012).....	12
Tableau 3. Classes de tendance du test de Mann-Kendall sur la série de précipitations	12
Tableau 4. Indicateurs d'estimation de l'indice de perception des chocs climatiques	14
Tableau 5. Paramètres statistiques de l'analyse de tendance des précipitations.....	18
Tableau 6. Statistiques du test de test de corrélation de Spearman	21

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Dispositif national de gestion des risques et des catastrophes (BNGRC, 2021b).....	5
Figure 2. Localisation de la zone d'étude.....	8
Figure 3. Modèle RIMA II d'estimation de la résilience (FAO, 2022).....	15
Figure 4. Anomalies de précipitations SPI 12 de la zone d'étude	17
Figure 5. Tendance des précipitations de la zone d'étude	18
Figure 6. Profil sociodémographique des ménages enquêtés	19
Figure 7. Caractéristiques économiques des ménages enquêtés.....	19
Figure 8. Indice de perception moyen type de choc climatique	20
Figure 9. Indice de perception des chocs climatique par commune	20
Figure 10. Variation des indices de perception des chocs selon le niveau d'études	21
Figure 11. Profil de consommation alimentaire des ménages enquêtés.....	22
Figure 12. Contribution des piliers de résilience à l'ICR global dans la zone d'étude.....	22
Figure 13. Indice de capacité de résilience par commune	23
Figure 14. Matrice de structure de la résilience moyen par commune	23
Figure 15. Indice de capacité de résilience moyen par sexe/genre	24
Figure 16. Matrice de structure de la résilience par sexe/genre.....	24
Figure 17. Indice de capacité de résilience et profil de consommation alimentaire	25
Figure 18. Radar de corrélation entre indicateurs et piliers de résilience	26

SIGLES ET ABREVIATIONS

ABS : Access to Basic Services (Access au Service de Base)

AC : Adaptive Capacity (Capacité d'Adaptation)

AST : Assets (Actifs)

BNGRC : Bureau National de Gestion des Risques et des Catastrophes

CPGU : Cellule de Prévention et de Gestion des Urgences

CREAM : Centre de Recherches, d'Etudes et d'Appui à l'analyse économique de Madagascar

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

FCS : Food Consumption Score (Score de Consommation Alimentaire)

FEWS NET : Famine Early Warning Systems Network

GIEC : Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC)

HEA : Household Economy Approach

ICR : Indice de Capacité de Résilience

INSAT: Institut National de la Statistique

IPC : Indice de Perception de Choc

IPC : Indice de Perception des Chocs

IRC : Indice de capacité de Résilience

PNGRC : Politique Nationale de la Gestion des Risques et des Catastrophes

RIMA: Resilience Index Measurement and Analysis

RSM : Résilience Structure Matrix (Matrice de Structure de la Résilience)

SNGRC : Stratégie Nationale de Gestion des Risques et des Catastrophes

SSN : Social Safety Nets (Filets sociaux de sécurité)

TAMSAT : Tropical Applications of Meteorology using SATellite data

TABLE DES MATIERES

DEDICACE.....	ii
REMERCIEMENT	iii
LISTE DES TABLEAUX	iv
LISTE DES FIGURES.....	iv
SIGLES ET ABREVIATIONS.....	v
RESUME.....	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUCTION.....	1
Objectifs de l'étude	2
Questions et hypothèses de recherche	2
Intérêt de l'étude.....	2
1. SYNTHESE DE L'ETAT DES CONNAISSANCES	4
1.1. <i>Chocs climatiques à Madagascar et dispositif de gestion des risques et des catastrophes ...</i>	4
1.1.1. Chocs climatiques.....	4
1.1.2. Dispositif de gestion des risques et des catastrophes.....	5
1.2. <i>Résilience, concept et méthodes de mesure.....</i>	6
1.2.1. Concept de la résilience.....	6
1.2.2. Méthodes de mesure de la résilience	6
2. MATERIEL ET METHODES	8
2.1. <i>Zone d'étude.....</i>	8
2.2. <i>Données de l'étude.....</i>	9
2.2.1. Données satellitaires : données de pluie	9
2.2.2. Données primaires issues d'enquête terrain	9
2.2.3. Données secondaires complémentaires	10
2.3. <i>Méthodes d'analyse</i>	11
2.3.1. Caractérisation des chocs climatiques	11
2.3.2. Analyse de la perception des chocs climatiques.....	13
2.3.3. Détermination de l'indice de résilience des ménages.....	14
2.4. <i>Outils de traitement et d'analyse statistique des données</i>	16
3. RESULTATS	17
3.1. <i>Caractérisation des chocs climatiques dans la zone d'étude.....</i>	17
3.1.1. Etat des lieux des chocs climatiques.....	17
3.1.2. Variabilité climatique : indice standardisé de précipitation (SPI).....	17
3.1.3. Tendances des précipitations.....	18
3.2. <i>Perception des chocs climatiques</i>	18

3.3.	<i>Détermination de l'indice de capacité de résilience des ménages.....</i>	22
3.3.1.	<i>Profil de consommation alimentaire des ménages.....</i>	22
3.3.2.	<i>Indice de capacité de résilience des ménages</i>	22
3.3.3.	<i>Indice de capacité de résilience selon la zone géographique.....</i>	23
3.3.4.	<i>Indice de capacité de résilience selon le sexe/genre</i>	24
3.3.5.	<i>Indice de capacité de résilience et sécurité alimentaire</i>	25
3.3.6.	<i>Corrélation entre l'indice de résilience et les composantes des piliers de résilience.....</i>	25
4.	DISCUSSION.....	27
4.1.	<i>Caractérisation des chocs climatiques</i>	27
4.2.	<i>Perception des chocs climatique.....</i>	27
4.3.	<i>Détermination de l'indice de capacité de résilience des ménages.....</i>	28
	CONCLUSION.....	30
	REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE.....	32
	ANNEXES.....	I
	<i>Annexe 1 : Questionnaire d'enquête</i>	I
	<i>Annexe 2 : Liste des indicateurs par pilier utilisé pour l'analyse de l'ICR</i>	VI
	<i>Annexe3 : Paramètres de qualité du modèle RIMA.....</i>	VI

RESUME

L'évaluation de la résilience des ménages face à la récurrence et l'augmentation de l'intensité des chocs climatiques dans le district de Morondava, situé dans le sud-ouest de Madagascar, est essentielle pour orienter les décideurs vers des réponses stratégiques appropriées pour la gestion de ces risques. L'étude s'est focalisée sur deux communes de ce district à savoir, Befasy et Morondava. il s'est agi spécifiquement de caractériser les chocs climatiques en occurrence, les sécheresses, inondations et cyclones dans ces communes, analyser le niveau de perception des ménages et évaluer leur capacité de résilience vis-à-vis de ces risques climatiques. Pour la caractérisation des chocs climatiques, les données de précipitations de TAMSAT couvrant la période de 1991-2023 ont été croisées avec les statistiques nationales relatives aux risques climatiques. La perception des ménages et leur résilience ont été évaluées au moyen d'une enquête menée auprès de 390 ménages répartis entre les deux communes ciblées. La mesure de l'indice de capacité de résilience (ICR) des ménages a été réalisée en utilisant le modèle RIMA II de la FAO. Les résultats révèlent une alternance d'années humides et sèches avec une tendance régressive des précipitations évoluant vers des années de plus en plus sèches dans la zone. Les cyclones et inondations sont considérés comme des menaces plus importantes que les sécheresses dans la zone. Les ménages de Morondava perçoivent plus les cyclones et inondations, tandis que la sécheresse est davantage ressentie à Befasy. L'indice de capacité de résilience moyen déterminé dans la zone est faible ($ICR\ 0,47 < 0,50$). La matrice de la structure de la résilience a montré que les capacités d'adaptation et l'accès aux services de base sont les piliers déterminants de la résilience qui du reste est plus élevée à Morondava ($ICR=0,54$) qu'à Befasy ($ICR=0,37$). L'ICR des ménages dirigés par des femmes est inférieur à celui dirigé par des hommes, bien que cette différence ne soit pas significative. Une relation positive est également observée entre l'ICR et le score de consommation alimentaire des ménages, suggérant que les ménages moins résilients sont plus vulnérables à l'insécurité alimentaire. Ces conclusions soulignent l'importance de mettre en place des stratégies locales de gestion des risques climatiques et de renforcer les capacités d'adaptation pour améliorer la résilience des ménages dans cette partie de Madagascar.

Mots clés : Chocs climatiques ; Résilience ; RIMA II ; District de Morondava ; Madagascar.

ABSTRACT

Assessing the resilience of households to the recurrence and increasing intensity of climate shocks in the Monrodava district in south-west Madagascar is essential to guide decision-makers towards appropriate risk management responses. The study focused on two communes in this district, Befasy and Morondava. Specifically, the aim was to characterize the climatic shocks, in this case droughts, floods and cyclones, in these communes, analyze the level of perception of households and assess their resilience to these climatic risks. To characterize climate shocks, TAMSAT rainfall data covering the period 1991-2023 have been cross-referenced with national statistics on climate risks. Household perceptions and resilience were assessed by means of a survey of 390 households in the target communes. The household Resilience Capacity Index (RCI) was measured using the FAO's Resilience Index Measurement and Analysis (RIMA II) model. The results show alternating wet and dry years, with a downward trend in rainfall towards increasingly dry years in the area. Cyclones and floods are seen as greater threats than drought in the area. Households in Morondava perceive cyclones and floods more, while drought is felt more in Befasy. The average resilience capacity index determined for the area is low (RCI $0.47 < 0.50$). The resilience structure matrix shows that adaptive capacity and access to basic services are the main determinants of resilience, which is higher in Mondorava (RCI=0.54) than in Befasy (RCI=0.37). The RCI of female-headed households is lower than that of male-headed households, although this difference is not significant. A positive relationship was also observed between the RCI and the household food consumption score, suggesting that less resilient households are more vulnerable to food insecurity. These findings underline the importance of implementing local climate risk management strategies and building adaptive capacity to improve household resilience in this part of Madagascar.

Key words: Climate shocks; Resilience; RIMA II; Monrodava district; Madagascar.

INTRODUCTION

Comprendre et s'adapter aux bouleversements environnementaux dus au changement climatique à l'ère de l'anthropocène est l'un des défis majeurs auxquels l'humanité est confrontée au XXI^e siècle (Scroxton *et al.*, 2023). En effet, le changement climatique affecte négativement l'environnement, la biodiversité et les moyens d'existence des communautés. Ce phénomène exacerbe les risques et les catastrophes naturelles, qui influent sur le bien-être des populations (Kabir *et al.*, 2016). Dans un monde en mutation, les conséquences potentielles des risques environnementaux deviennent de plus en plus systémiques et ont des effets globaux significatifs. Par conséquent, les programmes de gestion des risques et des catastrophes doivent être conçus de manière holistique et intégrée (Keys *et al.*, 2019). En effet, le réchauffement climatique induit une augmentation des extrêmes climatiques, qui sont souvent interconnectés par des processus complexes (Alizadeh *et al.*, 2020; Zou *et al.*, 2020; Tootoonchi *et al.*, 2022). Dans l'océan indien, le changement climatique provoque une amplification des événements climatiques extrêmes comme les cyclones, les inondations et les sécheresses (Space for Climat Observatory [SCO], 2022). Madagascar, de par sa position géographique, est l'un des pays fortement exposés et vulnérables aux effets des changements climatiques (Direction Générale de la Météorologie [DGM], 2019; Rakotoarisoa, 2019; Weiskopf *et al.*, 2021). Madagascar en général et la région du Sud-ouest en particulier sont de plus en plus touchés par les risques climatiques. Au cours des dernières décennies, le pays a enregistré des cas d'épisodes cycloniques, des inondations et des sécheresses intenses affectant les moyens d'existence des ménages agropastoraux qui représentent plus de 80% de la population (Garruchet *et al.*, 2023; INSTAT, 2023). En effet, entre 2000 et 2024, Madagascar a enregistré environ 51 épisodes cycloniques, 9 épisodes d'inondations et 8 épisodes de sécheresse. Ces catastrophes naturelles ont causé 2 031 victimes, affecté plus de 12 millions de personnes, et entraîné des pertes estimées à plus de 1,4 milliard de dollars US (EM-DATA, 2024). De plus, l'analyse des tendances des paramètres climatiques dans le pays entre 1958 et 2018 a révélé une hausse des températures et une modification de l'amplitude des précipitations, accompagnée d'une intensification des séquences sèches (Randriamarolaza *et al.*, 2022). Ces différents chocs climatiques mettent à rude épreuve la sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations, notamment les ménages pauvres. En 2022, le nombre de personnes en situation d'insécurité alimentaire était de 8,8 millions soit 33% de la population (Fayad, 2023).

Le district de Morondava dans la région de Menabe, située dans le Sud-Ouest de Madagascar à climat semi-aride, n'est pas une exception à ces phénomènes climatiques extrêmes. Dans cette région où 81,3% de la population vit en dessous du seuil de pauvreté (INSTAT, 2023), les chocs climatiques ont de considérables répercussions sur les communautés affectées, exacerbant ainsi les vulnérabilités et les inégalités.

Mieux appréhender l'impact territorial des chocs climatiques et la résilience des communautés dans le temps constituent donc un enjeu important. L'augmentation de l'occurrence des aléas climatiques exige des autorités, des réponses concrètes de renforcement de la résilience des populations (Bigot *et al.*, 2021).

Des études de cas régionales fournissent des perspectives spécifiques sur la résilience des ménages dans des contextes similaires, illustrant les défis uniques et les solutions potentielles.

Cependant, seules quelques recherches ont exploré en détail la résilience des ménages dans cette partie du pays, soulignant la nécessité d'une analyse approfondie et contextualisée. Dans ce contexte de changement climatique marqué par une récurrence des événements extrêmes avec des spécificités locales, il est impératif de caractériser et d'analyser les impacts de ces chocs sur les moyens d'existence et la résilience des ménages dans la région de Menabe, en particulier dans les communes cibles du district de Morondava. Cette analyse doit prendre en compte des horizons temporels définis pour mieux comprendre les dynamiques de résilience. A terme, les résultats de ce travail pourraient constituer un outil d'aide à la décision dans le domaine de la gestion des risques et des catastrophes à Madagascar.

Objectifs de l'étude

La présente étude a pour objectif global de déterminer l'état de la résilience des ménages face à la récurrence des chocs climatiques dans le district de Morondava afin d'aider à une prise de décision stratégique et opérationnelle.

De façon spécifique, il s'est agi de :

- **OS1** : caractériser la dynamique des chocs climatiques dans la zone d'étude ;
- **OS2** : analyser la perception des ménages sur les chocs climatiques qui affectent leurs moyens d'existence;
- **OS3** : déterminer l'indice de résilience des ménages face aux chocs climatiques.

Questions et hypothèses de recherche

Le présent travail pose la réflexion autour de la question centrale suivante : La dynamique spatio-temporelle des chocs climatiques dans le district de Morondava affecte-t-elle la résilience des ménages ruraux ?

Autour de cette question centrale, s'articule trois sous-questions de recherche que sont :

- **question 1** : Quelle est l'état des lieux des chocs climatiques dans le district de Morondava au cours de ces 3 dernières décennies ?
- **question 2** : Quelle perception ont les ménages sur les chocs climatiques ?
- **question 3** : Quel est le niveau de résilience des ménages face aux chocs ?

Trois hypothèses sous-tendent cette recherche :

- **hypothèse 1** : le district de Morondava est caractérisé par une diversité et une variabilité géographique de chocs climatiques.
- **hypothèse 2**: la perception des chocs climatiques par les ménages varie en fonction des facteurs sociodémographiques (sexe/genre, zone géographique) ;
- **hypothèse 3** : les ménages du district ont un faible niveau de résilience.

Intérêt de l'étude

La présente étude s'inscrit dans la dynamique de la production d'informations en vue d'une meilleure gestion intégrée des risques et catastrophes dans la région de Menabe. En ce sens, les résultats pourraient entre autres servir d'informations de base pour caractériser les principaux risques climatiques afin de définir et d'adapter des programmes de résilience et de gestion des risques climatiques dans cette partie de Madagascar. En outre, ce travail est en adéquation avec les objectifs du développement durable (ODD), notamment l'objectif 2

« faim « zéro » et l'objectif 13 « mesures relatives à la lutte contre le changement climatique ». Par ailleurs, il est en droite ligne avec la politique actuelle du gouvernement malgache qui est de renforcer la résilience des personnes vulnérables et de réduire leur exposition et leur vulnérabilité aux phénomènes extrêmes liés au climat et à d'autres chocs et catastrophes d'ordre socio-économique ou environnemental.

Le contenu de ce document est structuré en trois sections principales. La première section, consacrée à la revue de littérature, explore en détail les aspects théoriques et contextuels du sujet, fournissant un aperçu de l'état actuel des connaissances. La deuxième section présente le matériel et les méthodes utilisés, en précisant les données collectées, les outils d'analyse employés et l'approche méthodologique adoptée pour cette étude. La troisième et dernière section expose les résultats obtenus, suivis de leur analyse et interprétation.

1. SYNTHÈSE DE L'ÉTAT DES CONNAISSANCES

1.1. Chocs climatiques à Madagascar et dispositif de gestion des risques et des catastrophes

1.1.1. Chocs climatiques

Les chocs climatiques peuvent être définis comme des événements climatiques soudains ou progressifs causant des perturbations importantes aux systèmes écologiques, économiques et sociaux (IPCC, 2023). A Madagascar, comme dans la plupart des pays africains, les chocs climatiques sont de plus en plus récurrents et leurs effets de plus en plus sévères. Un quart de la population du pays vit dans des zones à haut risque de catastrophes naturelles, notamment les cyclones tropicaux, les inondations et les sécheresses, provoquant des dommages importants (DGM, 2019; Bureau National de Gestion des Risques et des Catastrophes [BNGRC], 2021a; OXFAM, 2021). Selon l'inventaire sur les catastrophes naturelles de la base de données de EM-DATA, entre 2000 et 2024, Madagascar a connu 51 cyclones, soit en moyenne 2 cyclones par an. On dénombre également 8 inondations et 9 épisodes pouvant être qualifiés de sécheresses. Ces événements extrêmes ont provoqué le décès de 2031 personnes, affecté plus de 12 millions de personnes et entraîné des pertes estimées à plus de 1,4 milliard de dollars US (EM-DATA, 2024). L'analyse des tendances historiques et des variations des paramètres climatiques révèle une hausse significative des températures et une diminution des précipitations dans la plupart des régions.

A l'instar du reste du pays, la région de Menabe, dont fait partie le district Morondava, est confrontée à la fois aux inondations, aux sécheresses et aux cyclones dont la fréquence varie selon les localités (BNGRC, 2021a). Cette région est particulièrement touchée par les cyclones avec une probabilité d'occurrence supérieure à 0,5 (soit une année sur deux). Elle est également influencée par des perturbations tropicales, surtout celles qui se forment dans le canal du Mozambique et qui pénètrent l'île via Morondava, le chef-lieu de la région. Bien que certaines perturbations tropicales n'atteignent souvent pas le stade de cyclone et restent au stade de dépression, elles apportent des précipitations très importantes qui provoquent des crues et des inondations (CREAM, 2013). L'élévation du niveau de la mer de 1,57 mm/an amplifie ces inondations dans les zones côtières (DGM, 2019) comme c'est le cas dans le district de Morondava lors des marées hautes. Les projections climatiques à l'horizon 2050 pour le pays suivant les scénarios RCP¹, prévoient une baisse des précipitations et une hausse des températures. Bien que la fréquence des cyclones tropicaux ne devrait pas beaucoup changer, leur intensité devrait augmenter (DGM, 2019; Harrington *et al.*, 2022).

Les aléas cyclones, inondations et sécheresses ont des échelles temporelles différentes. La durée des cyclones et des inondations varie de quelques heures à quelques jours, tandis que les sécheresses s'étendent sur des périodes prolongées et sont caractérisées par une évolution lente (Di Baldassarre *et al.*, 2017). Ces différents chocs climatiques ont des effets dévastateurs sur les moyens de subsistance des ménages, augmentant la vulnérabilité des populations, surtout en milieu rural. Ils entraînent systématiquement des impacts graves tels que la perte de récoltes, des épidémies de maladies d'origine hydrique, ainsi que des dommages aux infrastructures et aux services essentiels. La gravité de ces impacts varie selon l'intensité du choc et la période de l'année (FEWS NET, 2013).

¹ RCP : *Representative Concentration Pathway*

1.1.2. Dispositif de gestion des risques et des catastrophes

Conscient de l'impact de ces risques climatiques sur les populations et le développement du pays, le gouvernement malgache a adopté en 2016 la Politique Nationale de Gestion des Risques et des Catastrophes (PNGRC), un document législatif et réglementaire encadrant la gestion des risques et des catastrophes. La mise en œuvre de cette politique se fait à travers la Stratégie Nationale de Gestion des Risques et des Catastrophes (SNGRC), avec l'appui de structures ou d'organes à des niveaux stratégique et opérationnel ([Cellule de Prévention et de Gestion des Urgences \[CPGU\]](#), 2016). Dans le dispositif national de gestion des risques et des catastrophes à Madagascar (Figure 1), le Bureau National de Gestion des Risques et des Catastrophes (BNGRC) assure la coordination des actions opérationnelles. Créé en 2006, cet organisme constitue l'élément central du système de gestion des risques et des catastrophes à Madagascar. Le BNGRC est soutenu par le Conseil National de Gestion des Risques et des Catastrophes (CNGRC) et par la Cellule de Prévention et de Gestion des Urgences (CPGU), tous, placés sous la tutelle de la primature et qui assistent le Premier Ministre dans l'élaboration de la SNGRC ([BNGRC, 2021b](#)).

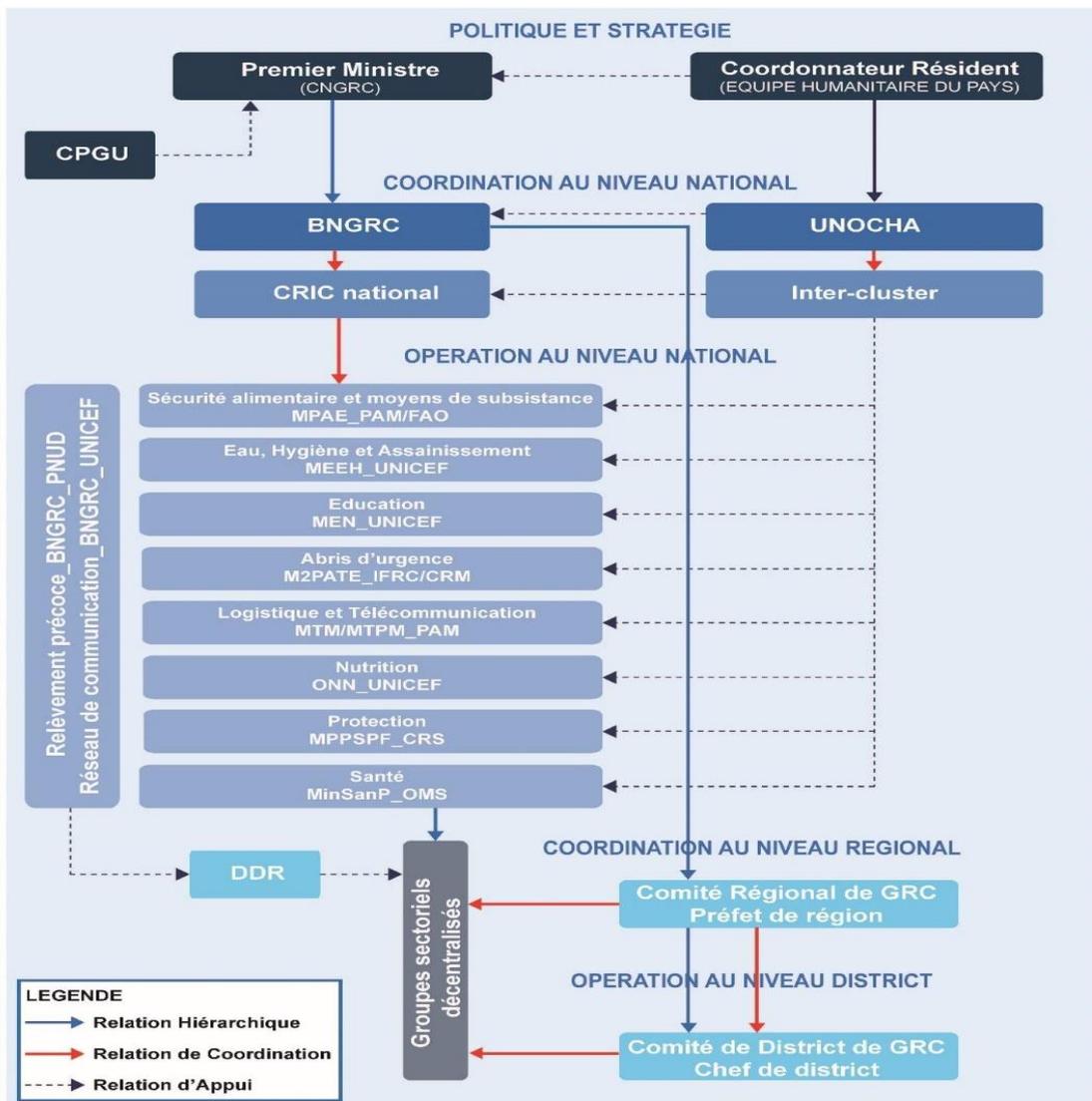


Figure 1. Dispositif national de gestion des risques et des catastrophes (BNGRC, 2021b)

1.2. Résilience, concept et méthodes de mesure

1.2.1. Concept de la résilience

La résilience est un concept présent dans de nombreuses disciplines. Elle est au centre des interventions de la plupart des bailleurs et des partenaires au développement (Boidin *et al.*, 2017). Pour de nombreux auteurs, la résilience fait référence à la capacité d'une personne, d'une communauté ou d'un système, à se rétablir et à retrouver un nouvel équilibre dans son mode de vie ou son fonctionnement après la survenance d'un choc ou facteur de stress inattendu, avec des conséquences dévastatrices (Birkmann *et al.*, 2013; O'Brien *et al.*, 2013; Brial, 2023).

Selon le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC), la résilience peut être définie comme étant « la capacité des systèmes sociaux, économiques et environnementaux à faire face à un événement dommageable, une tendance ou une perturbation dangereuse, en réagissant ou en se réorganisant de manière à maintenir leur fonction, leur identité et leur structure essentielles, tout en maintenant la capacité d'adaptation, d'apprentissage et de transformation ; la résilience est un attribut positif lorsqu'elle maintient une telle capacité d'adaptation, d'apprentissage et/ou de transformation » (IPCC, 2023).

A l'échelle du ménage, la résilience est la capacité du ménage à se relever après un choc, en retrouvant un niveau de bien-être antérieur, par exemple en termes de sécurité alimentaire et nutritionnelle (FAO, 2016).

En somme, la résilience des ménages est multidimensionnelle. Elle inclut des aspects d'absorption, des processus d'apprentissage et de transformation qui sont fondamentaux pour l'adaptation des ménages aux différents chocs et stress naturels ou anthropiques.

1.2.2. Méthodes de mesure de la résilience

Plusieurs modèles conceptuels de mesure de la résilience ont été développés par des chercheurs, des organisations non gouvernementales (ONG), ainsi que des organismes nationaux et internationaux. Cette pluralité des cadres conceptuels s'explique par l'absence d'une définition commune du concept de résilience. Toutefois, ces différentes approches considèrent la résilience comme un indicateur composite multidimensionnel (Food Security Information Network [FSIN], 2014).

Les approches d'évaluation de la résilience face aux catastrophes et aux changements climatiques ainsi qu'à l'insécurité alimentaire peuvent être regroupées en deux principales démarches méthodologiques : les approches qualitatives et quantitatives (Rufat, 2018).

Les approches qualitatives reposent sur des études de cas impliquant les acteurs locaux et utilisent des choix méthodologiques adaptés aux terrains et aux acteurs concernés (Pfefferbaum *et al.*, 2013; Rufat, 2018). Les approches quantitatives, en revanche, utilisent des méthodes normalisées pour faciliter les comparaisons. Des indicateurs quantifiables sont choisis pour représenter une caractéristique précise ou une dimension de la résilience. Ces indicateurs peuvent ensuite être combinés pour créer un indice (Rufat, 2018).

Il existe une diversité de méthodes de mesure de la résilience. Cette diversité réside notamment dans le nombre d'indicateurs ou de dimensions pris en compte pour estimer l'indice de résilience, l'échelle d'analyse, ainsi que dans la disponibilité des données (Rufat, 2018). En effet, le Building Resilience and Adaptation to Climate Extremes and Disasters (BRACED) a

développé l'approche conceptuelle des 3 A (Adaptation, anticipation et absorption) pour la mesure de la résilience.

L'indice composite de résilience d'Oxfam développé dans le cadre de ses activités humanitaires prend en compte cinq (5) dimensions que sont : la capacité sociale et institutionnelle ; le potentiel d'innovation ; l'accès aux ressources et au soutien en cas d'urgence ; les moyens de subsistance et leur viabilité ; et l'intégrité de l'environnement naturel et bâti (OXFAM, 2013).

Alinovi *et al.* (2010) ainsi que Robert et Lallau (2016) ont utilisé une approche fondée sur les moyens d'existence pour mesurer la résilience des ménages. Pour ces auteurs, la résilience est dynamique et la façon dont un ménage fait face aux chocs et y résiste dépend des options disponibles en termes de capacités, d'actifs (y compris les ressources matérielles et sociales) et d'activités. Une stratégie de subsistance est la façon dont ces options sont organisées et sélectionnées. Ils ont défini trois types de trajectoires : la survie (éviter la misère du ménage), l'adaptation (s'organiser pour faire face aux conséquences d'un choc) et la résilience (réussir à reconstituer les actifs les plus importants du ménage, par exemple le troupeau).

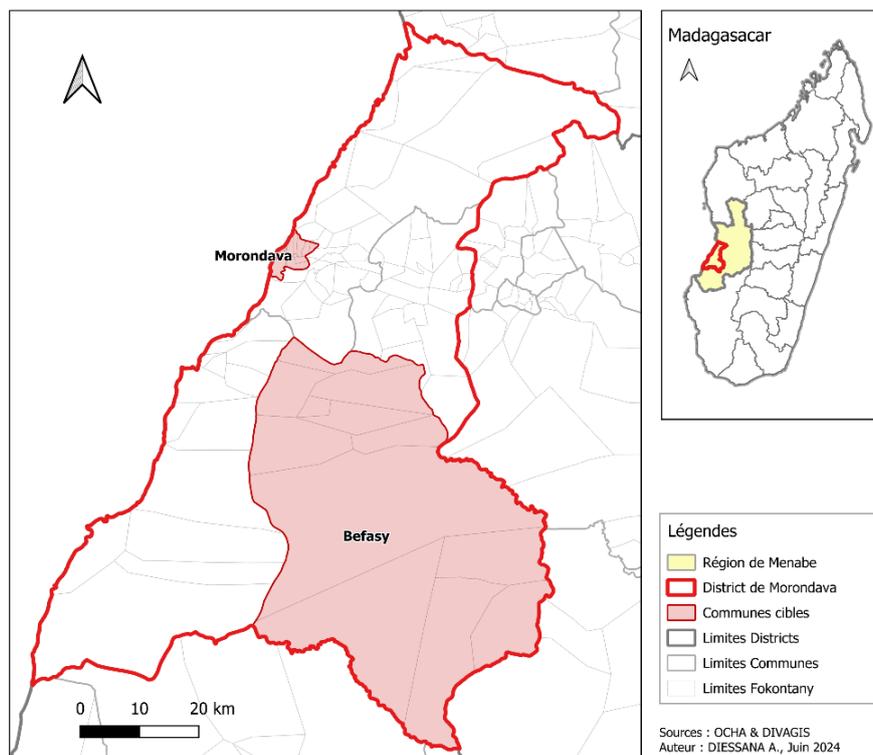
La FAO, dans sa quête de mesure de la résilience à l'insécurité alimentaire des populations, a développé l'outil de mesure et d'analyse de l'indice de résilience (Resilience Index Measurement and Analysis - RIMA). Le modèle RIMA est une approche quantitative qui permet une analyse rigoureuse de la façon dont les ménages font face aux chocs et aux facteurs de stress (FAO, 2016). Cette approche est centrée sur le ménage, car c'est l'unité de base où les décisions importantes sont prises sur la manière de gérer les risques, y compris ceux qui affectent la sécurité alimentaire. Le modèle RIMA est basé sur quatre (04) piliers de la résilience : l'accès aux services sociaux de base, la capacité d'adaptation, les actifs, et les filets de sécurité sociale. Des comparaisons peuvent être faites entre différents types de ménages (par exemple, dirigés par un homme ou par une femme, urbains ou ruraux, etc.). La méthodologie RIMA peut utiliser des données issues des enquêtes ponctuelles ou préexistantes (FAO, 2016).

La résilience des systèmes à atténuer les chocs et facteurs de stress, à s'y adapter et à s'en remettre, de manière à réduire la vulnérabilité, décrit la relation entre trois éléments fondamentaux qui forment la base d'un cadre de mesure de la résilience : les capacités de résilience, les chocs et les facteurs de stress, ainsi que les résultats en matière de bien-être (Picon, 2018; Scantlan et Sagara, 2019). En somme, la mesure de la résilience est complexe et multifactorielle, utilisant une combinaison d'outils et de méthodes qualitatives et quantitatives pour fournir une vue d'ensemble des capacités de résilience.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Zone d'étude

Cette étude a été réalisée dans le district de Morondava, situé sur la côte sud-ouest de Madagascar entre le canal de Mozambique et le delta du fleuve Morondava dans la région de Menabe. L'étude s'est focalisée sur deux communes du district : la commune rurale de Befasy et la commune urbaine de Morondava, chef-lieu de la région (Figure 2). La zone est caractérisée par un climat de type semi-aride avec une courte saison de pluie entre novembre et mars. La moyenne annuelle des précipitations varie entre 500 et 700 mm (Weiskopf et al., 2021). Le relief est modérément accidenté. En effet, la région offre un paysage diversifié composé par les zones côtières, les vastes plaines, les plateaux et les massifs pouvant atteindre 1300 m d'altitude. Elle regorge de nombreux bas-fonds et plans d'eau. La formation végétale de la région se distingue par la présence abondante de savane associée à des forêts denses et de la mangrove. Cependant, ces écosystèmes sont menacés par les activités anthropiques. Les sols sont en majorité des sols ferrugineux tropicaux peu lessivés et des sols hydromorphes. La carte des zones de moyens d'existence élaborée par FEW NET place la majeure partie de la région dans la zone 15 (MG15) avec une agriculture à dominance rizicole. Outre le riz, le haricot, les pois du Cap, les arachides, le maïs, le manioc et les patates douces y sont produits, contribuant à la diversification culturelle. La façade maritime à l'ouest et les plans et cours d'eau permettent la pêche, ce qui contribue aux revenus et à l'alimentation des ménages (FEWS NET, 2013). Selon les résultats du recensement général de la population de 2018, la région comptait 692 463 habitants (INSTAT, 2023). Les tendances climatiques dans cette zone indiquent une baisse des précipitations avec une augmentation des températures journalières. Associée à sa proximité côtière, la zone est exposée à la fois aux épisodes cycloniques, inondations et aux sécheresses.



2.2. Données de l'étude

Dans le cadre de ce travail, plusieurs types de données ont été utilisés : les données satellitaires et les données d'enquête de terrain. Par ailleurs, des données complémentaires incluant les limites administratives, les statistiques socio-démographiques et les informations sur les catastrophes naturelles ont été exploitées.

2.2.1. Données satellitaires : données de pluie

Pour analyser la variabilité interannuelle des pluies dans les communes cibles, les données de Tropical Applications of Meteorology using SATellite and ground-based observations (TAMSAT) ont été utilisées. Elles sont accessibles via le site web <https://data.tamsat.org.uk/>. Les données pluviométriques de TAMSAT sont des estimations de précipitations à l'échelle de l'Afrique selon des intervalles de temps variable (journalier, pentadaire, décadaire, mensuel et saisonnier). Les données TAMSAT sont accessibles sous format netCDF et CSV. Ces données de précipitation sont des estimations opérationnelles maillées à haute résolution spatiale sur une grille régulière de 0,0375°, soit environ 4 km. La méthodologie d'estimation des précipitations par TAMSAT repose principalement sur l'utilisation de données satellitaires provenant du canal infrarouge thermique (TIR) du satellite Meteosat d'EUMETSAT. Cette méthode suppose une relation linéaire entre les nuages convectifs froids et les précipitations. Les estimations sont ensuite calibrées avec des mesures locales de pluviomètres pour améliorer la précision. Les données TAMSAT sont utilisées par une multitude d'acteurs des secteurs humanitaire, agricole, financier (assuranciel) et la recherche scientifique dans les domaines de la surveillance du climat et de l'évaluation et gestion des risques et catastrophes. Ces caractéristiques font des données TAMSAT une ressource précieuse pour diverses applications environnementales et de gestion des ressources en Afrique (Maidment et al., 2017).

Dans le présent travail, la série allant de 1991 à 2023 des données des précipitations a été utilisée. Le choix de ces données se justifie non seulement par leur qualité, mais aussi par la résolution spatiale et temporelle acceptable (Macharia et al., 2022).

2.2.2. Données primaires issues d'enquête terrain

Ces données portent sur les indicateurs socio-démographiques de la perception des chocs climatiques et de la résilience.

2.2.2.1. Echantillonnage

Dans cette étude, la taille de l'échantillon est déterminée en utilisant la formule de Yamane adaptée par Kiani et al. (2022):

$$n = \frac{N}{1 + N\delta^2} \text{ (Equation 1)}$$

Avec n , la taille de l'échantillon ; N , la taille de la population d'étude (ici le nombre total de ménages des communes cibles) et δ , la marge d'erreur considérée (5%).

Selon le recensement général de la population de 2018, le nombre total de ménages des deux communes cibles est estimé à 16 284 ménages (INSTAT, 2023). Ainsi, la taille de l'échantillon calculée est de 390 ménages. Ce nombre a été réparti entre les deux communes ciblées en raison de 150 ménages pour la commune rurale de Befasy et 240 ménages pour la commune urbaine

de Morondava. Bien que le nombre total de ménages puisse avoir augmenté depuis 2018 en raison d'un taux de croissance positif, il est important de souligner que l'échantillon reste valide, car les calculs sont fondés sur les données disponibles.

Pour le choix des ménages enquêtés, la méthode de sondage aléatoire systématique à deux niveaux a été utilisée. Au niveau primaire, l'échantillon est constitué de fokontany tirés de manière aléatoire dans chaque commune. Puis dans chaque Fokontany, les ménages ont été ensuite tirés de façon aléatoire.

Le même échantillon a été retenu pour la partie qui porte sur la perception des chocs et celle qui traite de l'estimation de l'indice de résilience des ménages.

2.2.2.2. Collecte de données

La collecte des données s'est déroulée en deux phases. La première phase, réalisée en deux jours, a consisté à former l'équipe d'enquêteurs (cinq personnes) sur les objectifs de l'étude et l'utilisation de l'application de collecte KoboCollect. Cette première phase s'est terminée par un test préliminaire sur le terrain. Ce qui a permis d'ajuster le questionnaire d'enquête (Annexe 1) pour tenir compte des difficultés de compréhension reconcentrées. La seconde phase est celle de l'enquête proprement dite. Le questionnaire ajusté a été administré aux ménages suivant un entretien semi-directif. Des entretiens avec certains responsables administratifs comme le maire et les chefs de fokontany ont été également réalisés.

2.2.2.3. Structure du questionnaire

Le questionnaire élaboré utilise comme base la version réduite du questionnaire de mesure et d'analyse de l'indice de résilience (RIMA), développé par la FAO (FAO, 2021) auquel nous avons ajouté une section spécifique pour capter les informations sur la perception des chocs climatiques. Le questionnaire était de type numérique créé sur la plateforme Kobotoolbox. Il comprenait en majorité des questions fermées binaires ou de type « échelle de Likert », rapides à passer ; le nombre de réponses proposées pour les questions de type échelle étant au moins égal à trois pour permettre l'expression d'un minimum de nuances (Willits et al., 2016). Pour collecter le maximum d'information, le questionnaire a été donc structuré en huit sections que sont : (i) les caractéristiques socio-démographiques du ménage ; (ii) la perception des chocs climatiques ; (iii) la capacité d'adaptation (AC) du ménage ; (iv) les actifs (AST) du ménage ; (v) l'accès aux services sociaux de base (ABS) ; (vi) les filets sociaux de protection (SSN) ; (vii) la sécurité alimentaire du ménage ; et (viii) les bonnes pratiques agricoles face aux chocs climatiques.

2.2.3. Données secondaires complémentaires

Pour faciliter l'analyse des résultats, les données complémentaires sur les statistiques socioéconomiques et démographiques ainsi que les données sur les limites administratives ont été exploitées. Les statistiques sur la population proviennent des documents officiels de la base des données de l'Institut National de la Statistique (INSAT) de Madagascar. Celles relatives aux shapefiles des limites administratives sont téléchargées à partir de la plateforme Database of Global Administrative Boundaries (GADM : <https://www.dante-project.org/datasets/gadm>).

Tableau 1. Synthèse des données utilisées par objectif spécifique

Type de données	Sources	Traitements	Objectif spécifique (OS)
Données de précipitations de 1999 à 2023 sous format NetCDF	TAMSAT https://data.tamsat.org.uk/ .	Détermination des anomalies de précipitation SPI pour la caractérisation des années sèches et humides et tendance des pluies	OS1
Inventaires sur les catastrophes naturelles à Madagascar	EMDATA : https://public.emdat.be/data BNGRC/Madagascar	Etat des lieux des catastrophes dans la zone d'étude	
Données démographiques et socioéconomiques	Institut National de la Statistique (INSAT) de Madagascar	Pour la détermination de la taille de l'échantillon d'enquête	OS2 OS3
Données d'enquête extraites de KoboToolox sous format xlsx	Enquête ménage effectuée sur le terrain entre mars et mai 2024	Traitement pour - l'analyse de la perception des risques climatiques - l'estimation de l'indice de capacité de résilience des ménages	
Données des limites administratives de Madagascar sous format Shapefile	Bases de données de GADM https://www.dante-project.org/datasets/gadm	Traitement pour la production de la carte de localisation	

2.3. Méthodes d'analyse

La méthodologie adoptée dans cette section aborde successivement les méthodes employées pour la caractérisation des chocs climatiques, celles utilisées pour évaluer la perception des chocs, et la détermination de l'indice de résilience.

2.3.1. Caractérisation des chocs climatiques

La caractérisation des chocs climatiques a été effectuée à travers deux niveaux d'analyse. Le premier niveau d'analyse s'est concentré sur la synthèse des catastrophes naturelles ayant affecté la zone, en utilisant les données collectées auprès du Bureau National de Gestion des Risques et des Catastrophes (BNGRC) de Madagascar. Le second niveau d'analyse a porté sur la détermination des anomalies de précipitations à travers l'indice SPI (Standardized Precipitation Index) et l'examen des tendances de ces précipitations. Ce second niveau d'analyse sera détaillé dans les lignes suivantes.

2.3.1.1. Détermination des indices standardisés de précipitation

L'analyse de la variabilité pluviométrique a été déterminée par le calcul du Standardized Precipitation Index (SPI). L'indice de précipitation standardisé ou SPI, se révèle efficace pour analyser les cycles aussi bien humides que secs (Organisation Météorologique Mondiale [OMM], 2012). Le SPI est déterminé suivant la formule suivante :

$$SPI = \frac{x - \bar{x}}{\sigma} \text{ (Equation 2)}$$

Avec x , la précipitation annuelle ; \bar{x} , la moyenne de la série et σ , l'écart-type de la série. Les années sèches et humides sont définies par des anomalies négatives et positives (Tableau 2).

Tableau 2. Classification et interprétation du SPI (OMM, 2012)

Classe de SPI	Interprétation
2 et plus	Extrêmement humide
de 1,5 à 1,99	Très humide
de 1,0 à 1,49	Modérément humide
de -0,99 à 0,99	Proche de la normale
de -1,0 à -1,49	Modérément sèche
de -1,5 à -1,99	très sèche
-2 et moins	Extrêmement sec

2.3.1.2. Analyse de tendance des précipitations

Le test de Mann-Kendall a été utilisé pour l'analyse de la tendance des précipitations dans la série chronologique de données considérées. Il s'agit d'un test statistique non paramétrique qui permet d'évaluer si la tendance est régressive ou progressive dans le temps avec un niveau de signification donné. Ce test est basé sur l'hypothèse nulle (H_0) : « il n'y a pas de tendance dans la série » et l'hypothèse alternative (H_1) : « il existe une tendance positive ou négative dans la série temporaire ». Ainsi pour $p \leq 0,05$, seuil de significativité du test, l'hypothèse H_0 est rejetée et on conclut à l'existence d'une tendance significative. Le tau de tendance (τ) qui définit si la tendance est positive ou négative est lié au coefficient de corrélation (S) de Mann-Kendall par la formule suivante :

$$\tau = \frac{2S}{(n-1)n} \text{ Equation (3)}$$

avec n la longueur de la série de données étudiées.

En outre, l'estimateur de pente de Sen, défini comme la médiane de toutes les pentes par paires entre tous les points de données consécutifs de la série chronologique, a été appliqué pour examiner l'ampleur de la tendance détectée par le test de Mann-Kendall. Cette analyse de tendance a été effectuée directement dans l'interface de R studio. En fonction des valeurs du tau et du p-value, trois classes de tendances ont été définies (Tableau 3).

Tableau 3. Classes de tendance du test de Mann-Kendall sur la série de précipitations

Tau (τ)	P-value (p)	Classe de tendance
$\tau < 0$	$p \leq 0,05$	tendance négative significative
$\tau \geq 0$	$p \leq 0,05$	tendance positive significative
$\tau < 0$ ou > 0	$p > 0,05$	tendance non significative

2.3.2. Analyse de la perception des chocs climatiques

La perception du risque est l'un des principaux facteurs influençant les comportements adaptatifs et les politiques de gestion des risques et des catastrophes (Schneiderbauer *et al.*, 2021). Pour de nombreux chercheurs, la perception du risque est une décision subjective prise par une personne sur la gravité du risque (Guo *et al.*, 2022; Kiani *et al.*, 2022). Bien que, la perception du risque soit une variable qualitative, des indices sont de plus en plus utilisés pour la quantifier (Rana *et al.*, 2020).

Dans ce travail, l'approche basée sur l'indice a été adoptée pour l'analyse de la perception des chocs climatiques vécus par les ménages. L'Indice de Perception de Choc (IPC) a été déterminé par la méthode de Kiani *et al.* (2022) adaptée aux données collectées. Ainsi, à partir des données de l'enquête terrain, six indicateurs ont été sélectionnés pour le calcul de l'indice de perception. Ces indicateurs ont porté notamment sur le vécu et la peur des chocs, la sensibilisation (niveau de connaissance et d'information) sur les chocs étudiés. Ces indicateurs sont captés sous forme de questions (Tableau 4). Les catégories de réponses pour chaque indicateur sont classées suivant l'échelle de Likert de 1 à 5. Les réponses des répondants ont été ensuite pondérées (avec des valeurs comprises entre 0 et 1) en fonction de chaque indicateur. Certains indicateurs avaient des réponses binaires « Oui » ou « Non » (par exemple, la question indiquant si une personne a déjà vécu un choc climatique comme une sécheresse, une inondation ou un cyclone dans sa localité). Étant donné que l'absence de chocs passés est censée contribuer négativement à la perception du risque de l'individu, la réponse « Non » se voit attribuer un poids de 0 tandis que la réponse « Oui » est pondérée 1. De plus, partant du fait que la perception d'un niveau élevé des chocs est censée contribuer positivement à la perception du risque, la catégorie « très élevé » est affectée d'une pondération de 1. Ainsi, chaque échelle à cinq niveaux de réponse a été pondérée comme suit : « Très élevé » = 1 ; « Élevé » = 0,8 ; « Moyen » = 0,6 ; « Faible » = 0,4 ; et « Très faible » = 0,2. Pour les indicateurs qui avaient trois niveaux de réponse, c'est-à-dire « Elevé », « Moyen » et « faible », la pondération était respectivement 1 ; 0,66 et 0,33. Ainsi, tous les indicateurs choisis pour le calcul de l'indice de perception ont été pondérés. Ensuite, l'indice de perception par catégorie de choc est obtenu en faisant la moyenne des valeurs des pondérations des différents indicateurs identifiés, comme le montre la formule suivante :

$$IPC = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n W_i \text{ (Equation 4)}$$

où W_i est la valeur du $i^{\text{ème}}$ indicateur, tandis que n est le nombre total des indicateurs de perception utilisés ($n = 6$). Les pondérations étant fixées sur une échelle de 0 à 1, la valeur résultante de l'IPC se situe également dans cette même plage.

Tableau 4. Indicateurs d'estimation de l'indice de perception des chocs climatiques

Indicateurs d'estimation de l'IPC	Réponses	Pondération
Avez déjà vécu une sécheresse/inondation/cyclone dans votre localité ?	Oui	1
	Non	0
Quel a été l'ampleur des dégâts subis sur les moyens d'existence (champs, animaux, autres)?	Pas du tout grave	0,2
	Peu grave	0,4
	Moyennement grave	0,6
	Grave	0,8
	Très grave	1
A quel point vous êtes effrayé face à la sécheresse/inondation/cyclone?	Elevé	1
	Moyen	0,66
	Faible	0,33
A quel point pensez-vous qu'une sécheresse/inondation/cyclone se produira dans les prochaines années dans votre localité ?	Elevé	1
	Moyen	0,66
	Faible	0,33
Pensez-vous être suffisamment informé sur le comportement à adopter en cas Sécheresse/inondation/cyclone?	Oui	1
	Non	0
Avez-vous connaissance de l'existence d'un système d'avertissement sécheresse/inondation/cyclone?	Oui	1
	Non	0

2.3.3. Détermination de l'indice de résilience des ménages

2.3.3.1. Profil de consommation alimentaire des ménages

Le score de consommation alimentaire (FCS) est un indicateur composite largement utilisé pour évaluer la sécurité alimentaire actuelle des ménages. Il est intégré à l'analyse de la résilience, d'où l'importance de sa détermination dans ce travail. Le FCS repose sur un rappel des 7 jours concernant la diversité, la fréquence et l'importance nutritionnelle relative des différents groupes d'aliments consommés par le ménage. Pour chaque groupe d'aliments, un poids est attribué en fonction de l'énergie et du contenu en nutriments du groupe d'aliments. Ce poids est ensuite multiplié par le nombre de jours pendant lesquels le groupe d'aliments a été consommé sur la période de rappel des 7 jours. Le FCS permet de regrouper généralement les ménages en trois classes : la classe « pauvre [FCS < 21,5] », la classe « limite [21,5 ≤ FCS < 35,5] » et la classe « acceptable [FCS ≥ 35,5] » (PAM et UNICEF, 2016). Il est obtenu en additionnant les sous-scores pour chaque groupe d'aliments suivant la formule ci-dessous :

$$FCS = a_{cereale}X_{cereale} + a_{legumineuse}X_{legumineuse} + a_{legume}X_{legume} + a_{fruit}X_{fruit} + a_{animal}X_{animal} + a_{sucre}X_{sucre} + a_{lait}X_{lait} + a_{huile}X_{huile} \quad (Equation 5)$$

où, a_i est le poids attribué au groupe d'aliment i et x_i , la fréquence de consommation de chaque groupe d'aliment ($x_i \leq 7$ jours).

2.3.3.2. Indice de capacité de résilience des ménages

L'indice de capacité de résilience (ICR) évalue la capacité d'un ménage à résister aux stress et aux chocs. L'ICR a été déterminé selon la méthodologie RIMA II développée par la FAO. Le modèle RIMA évalue la résilience en explorant la relation entre un ensemble de variables de résilience regroupées en quatre piliers : (i) accès aux services de base ; (ii) actifs ; (iii) capacité d'adaptation ; et (iv) filets sociaux de protection. Cette méthodologie explique également dans quelle mesure chaque pilier contribue à la capacité de résilience et comment chaque variable observée contribue à son pilier respectif (FAO, 2016).

Le calcul de l'ICR se déroule en deux étapes. La première consiste à estimer l'indice de chaque pilier à partir des variables observées, tandis que la seconde utilise ces indices pour calculer l'indice global de capacité de résilience.

Pour ce faire, les données d'enquête sur la résilience, extraites de KoboToolbox sous format Excel, ont d'abord été prétraitées conformément à la procédure décrite dans le manuel de prétraitement des variables de RIMA (FAO, 2023). Après ce prétraitement, les données ont été importées dans l'outil Shiny RIMA, accessible via le lien <https://www.fao.org/agrifood-economics/areas-of-work/rima/shiny/en/>. Shiny RIMA est un outil web soutenu par l'environnement R, où le calcul de l'ICR est automatisé (FAO, 2022). Suivant la requête effectuée, l'outil génère des outputs sous forme graphique et Excel. A partir de ces outputs, des analyses selon les caractéristiques sociodémographiques, telles que le sexe/genre du chef de ménage ou la zone d'habitation ainsi que des tests statistiques ont été effectués.



Figure 3. Modèle RIMA II d'estimation de la résilience (FAO, 2022)

2.4. Outils de traitement et d'analyse statistique des données

Le logiciel QGIS a été utilisé pour la réalisation et la mise en page cartographique. Le traitement et la production des graphiques ont été effectués dans l'interface R Studio.

L'outil Shiny RIMA est utilisé pour le calcul automatisé de l'indice de capacité de résilience. Parallèlement, l'interface R Studio a été utilisée pour l'analyse descriptive des données et pour la réalisation des tests statistiques selon la nature des variables.

Pour l'indice de perception des chocs (IPC), dont les données ne suivaient pas la loi normale, les tests non paramétriques de Wilcoxon-Mann-Whitney et de Kruskal-Wallis ont été appliqués. Le test de Spearman a servi à vérifier le degré de la relation entre l'indice de perception des chocs et la durée d'installation du ménage dans la localité. Ce test non paramétrique est particulièrement adapté pour évaluer la relation monotone (croissante ou décroissante) entre deux variables. Il ne nécessite pas que les données suivent une distribution normale ; il est robuste aux valeurs extrêmes et également approprié pour les données ordinales.

En ce qui concerne l'Indice de Capacité de Résilience (ICR), le test t de Student a été appliqué pour comparer les moyennes. Ces différents tests ont été réalisés au seuil de 5% de significativité.

3. RESULTATS

3.1. Caractérisation des chocs climatiques dans la zone d'étude

3.1.1. Etat des lieux des chocs climatiques

L'historique des aléas climatiques, enregistré dans la base de données du BNGRC et couvrant les cyclones et les inondations, montre que, de 2015 à 2024, la zone d'étude a subi sept cyclones et trois inondations majeures, impactant 14 426 personnes. Durant cette période, à l'exception du cyclone Chedza en 2015 qui a touché les deux communes étudiées et provoqué des inondations, la plupart des cyclones et des inondations ont principalement affecté la commune de Morondava. La zone a également connu des années sèches, affectant les activités agricoles notamment dans les zones rurales.

3.1.2. Variabilité climatique : indice standardisé de précipitation (SPI)

Les indices SPI de la série chronologique révèlent une dynamique des précipitations quasi similaire dans les deux communes avec une forte variabilité interannuelle. Cette variabilité est traduite par une alternance entre des années sèches et humides. De plus, il a été observé une succession d'années très humides de 1998 à 2001, suivie d'une série d'années très sèches de 2016 à 2021 dans les deux localités. Les cas extrêmes des années humides et sèches sont observés respectivement en 2015 et 2020 (Figure 4).

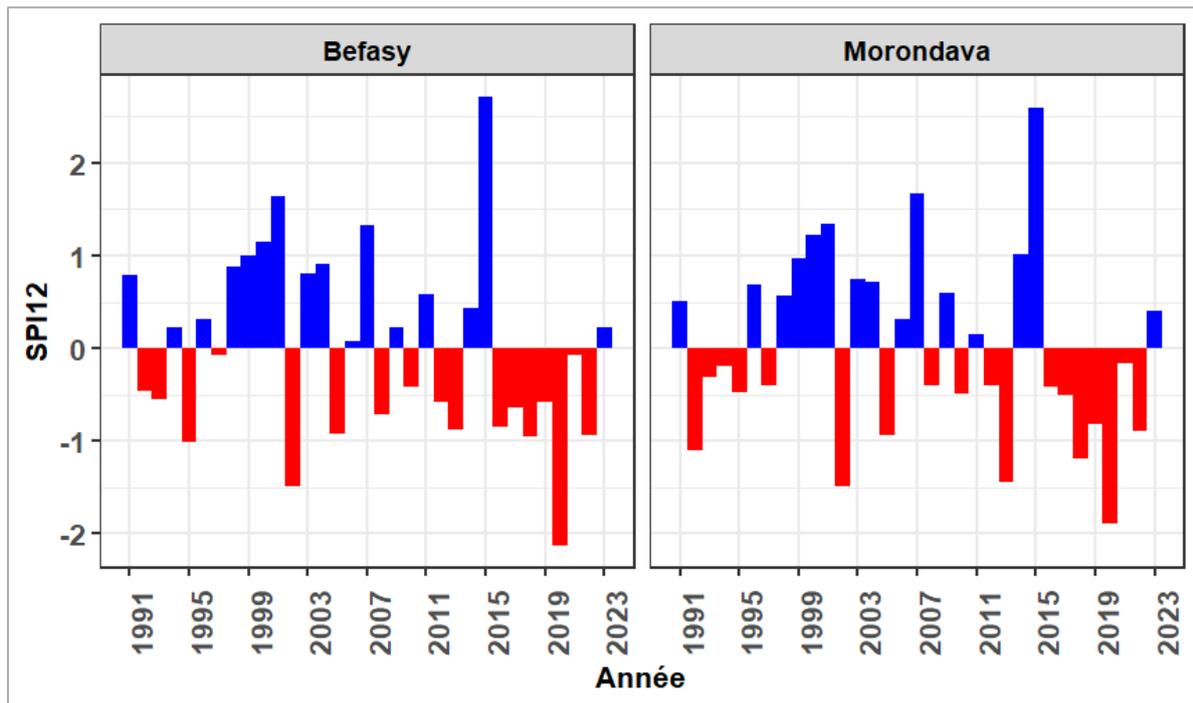


Figure 4. Anomalies de précipitations SPI 12 de la zone d'étude

3.1.3. Tendence des précipitations

Globalement, la régression linéaire a révélé une tendance régressive des précipitations annuelles dans les deux communes entre 1991 et 2023 (Figure 5). Cela est corroboré par les pentes de Sen qui sont de -4.98mm/an pour Befasy et -3.56 mm/an pour Morondava. Toutefois, cette tendance à la baisse des précipitations dans les deux communes n'est pas significative selon le test de Mann-Kendall ($p < 0,05$).

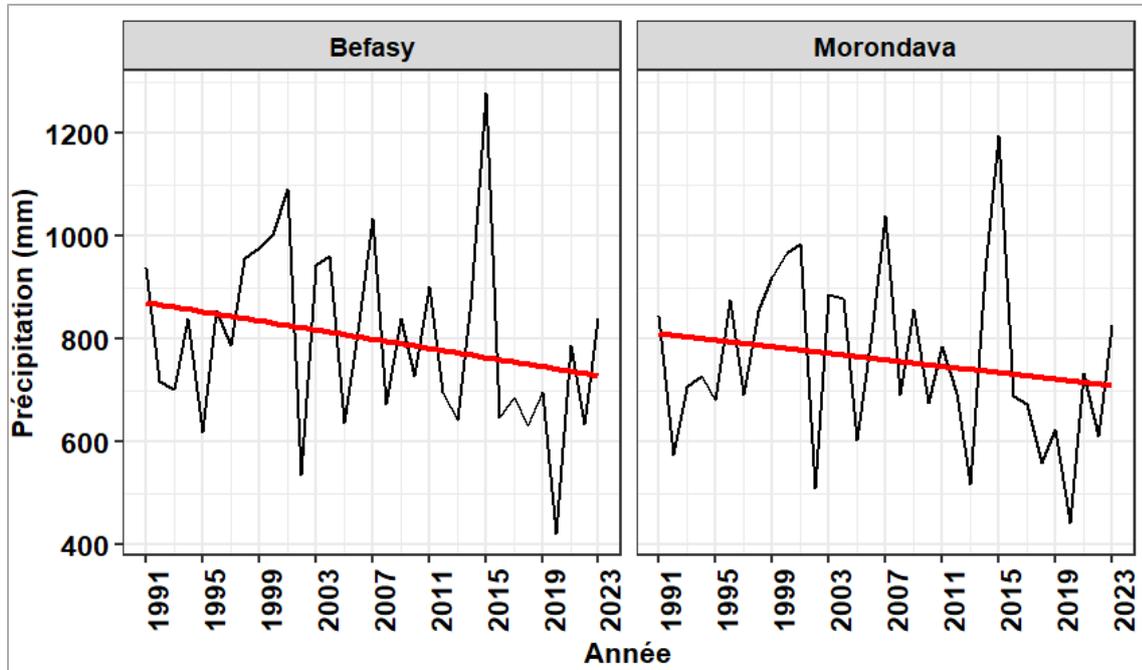


Figure 5. Tendence des précipitations de la zone d'étude

La synthèse des paramètres statistiques de la signification des résultats de l'analyse de tendance est illustrée dans le tableau 5.

Tableau 5. Paramètres statistiques de l'analyse de tendance des précipitations

Commune	Z_value	p_value	Tau	Sen_slope
Befasy	-1,47	0,14	-0,18	-4,98
Morondava	-1,19	0,23	-0,15	-3,56

3.2. Perception des chocs climatiques

3.2.1. Caractéristiques des ménages

3.2.1.1. Caractéristiques sociodémographiques

Le profil sociodémographique indique que les ménages enquêtés sont à 83% dirigés par des hommes (Figure 6a). Les chefs de ménages ayant un niveau secondaire sont les plus représentés dans l'échantillon avec une proportion plus élevée à Morondava qu'à Befasy (Figure 6b). L'âge des chefs de ménages était compris entre 19 et 83 ans avec une moyenne de 45,7 ans (Figure 6c). En termes de durée d'installation dans la zone, 50% des ménages avaient une ancienneté de 38 ans (Figure 6d). Concernant la taille du ménage, l'effectif a varié entre 1 et 15 membres avec une moyenne de 4,6 par ménage (Figure 6e).

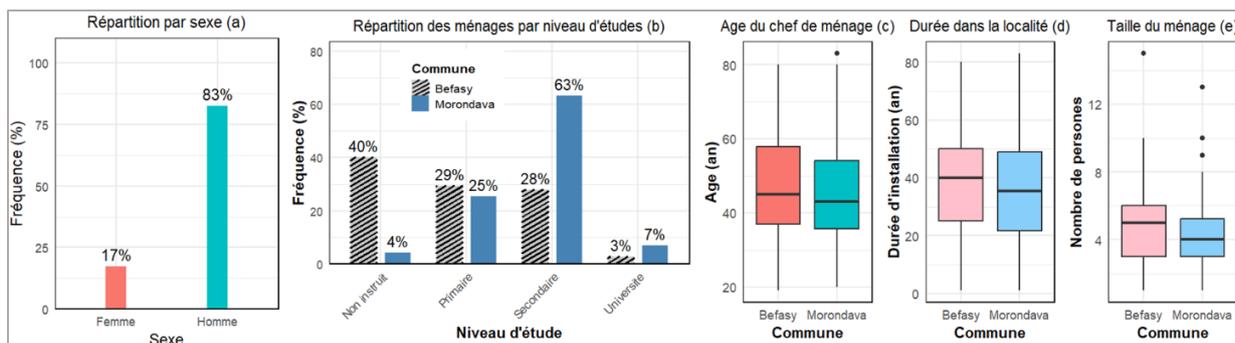


Figure 6. Profil sociodémographique des ménages enquêtés

3.2.1.2. Caractéristiques économiques des ménages

Les ménages agricoles (agriculture, élevage et pêche) sont le plus représentés avec une proportion cumulée de 64% (Figure 7a). En ce qui concerne le revenu mensuel des ménages, il variait de 30 000 à 1 000 000 d'Ariary avec une moyenne de 350 269 (soit environ 81 dollars US). Une grande disparité du revenu entre les deux communes est également observée. Les ménages de la commune urbaine de Morondava présentaient une meilleure situation économique (Figure 7b). Par ailleurs, environs neuf ménages ont affirmé ne pas avoir accès aux institutions de microfinance (Figure 7c).

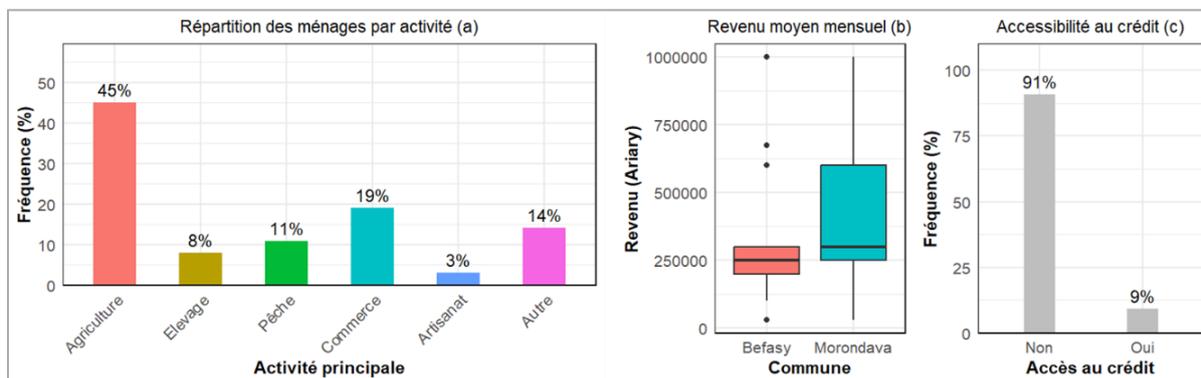


Figure 7. Caractéristiques économiques des ménages enquêtés

3.2.2. Indice de perception des chocs climatiques

L'analyse globale des indices de perception des chocs climatique (IPC) a révélé que les ménages de la zone d'étude ont une perception plus élevée pour les inondations et les cyclones par rapport aux sécheresses (Figure 8). Selon les enquêtés, les sécheresses dans leurs localités sont principalement attribuées à la déforestation, aux feux de brousse et aux changements climatiques. Les années 2019 et 2020 ont été fréquemment mentionnées comme étant particulièrement sèches. Les inondations sont liées aux fortes pluies et au débordement des rivières. En ce qui concerne les cyclones, les ménages ont cité la position géographique, notamment la proximité du canal de Mozambique, et les changements climatiques comme principales causes.

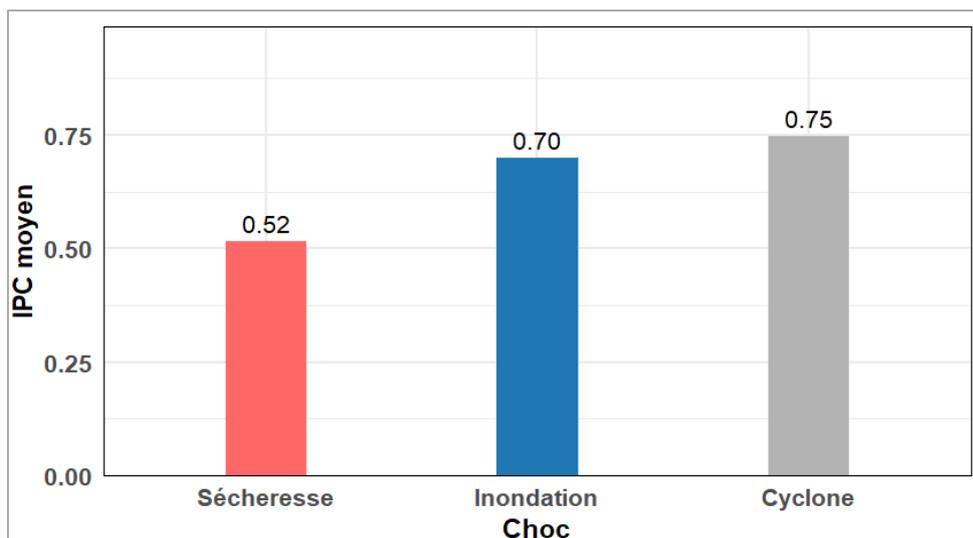


Figure 8. Indice de perception moyen type de choc climatique

3.2.2.1. Indice de perception des chocs selon la zone géographique

L'indice de perception varie selon la localité. Les inondations et les cyclones sont davantage perçus par les populations de la commune de Morondava, tandis que la sécheresse est plus ressentie par les habitants de Befasy (Figure 9). Le test de Wilcoxon montre que ces différences de perception observées entre les deux communes sont significatives ($p < 0,05$ par catégorie de chocs).

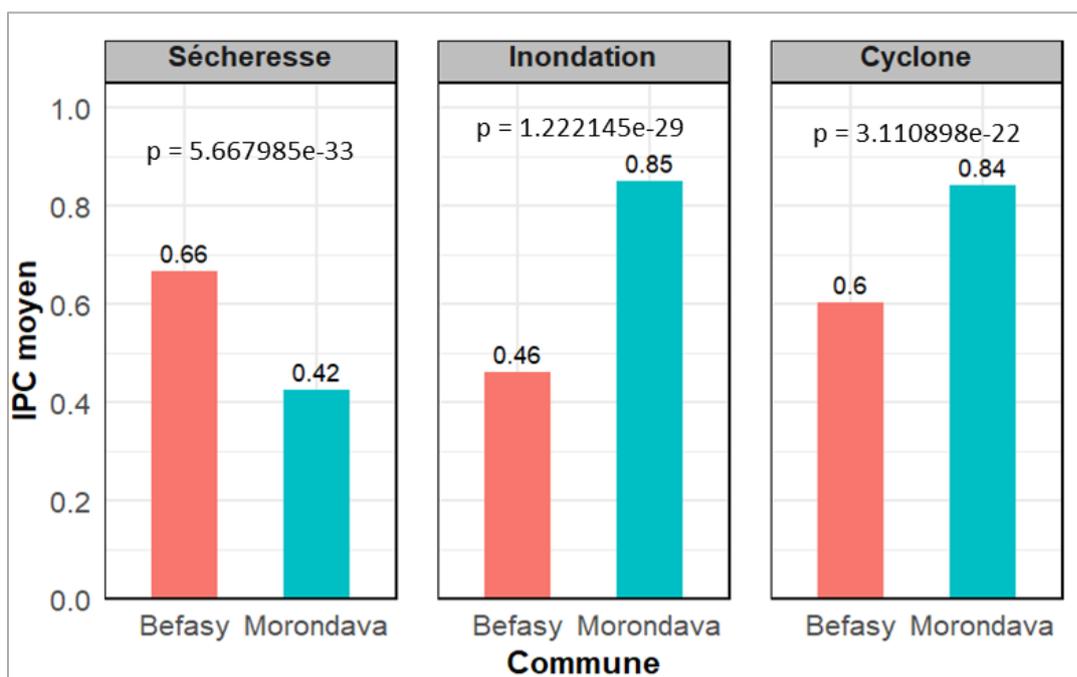


Figure 9. Indice de perception des chocs climatique par commune

3.2.2.2. Indice de perception des chocs selon le niveau d'instruction

La perception des différentes catégories de chocs climatiques a été également évaluée en fonction du niveau d'instruction des chefs de ménage, comme illustré à la figure 10. Les résultats ont indiqué que l'indice de perception augmentait avec le niveau d'étude du chef de ménage. Cependant, cette tendance n'a pas été observée pour la sécheresse, où une diminution de l'indice de perception a été notée à mesure que le niveau d'études augmentait. L'analyse statistique, réalisée à l'aide du test de Kruskal-Wallis, montre que cette différence de perception en fonction du niveau d'instruction est significative ($p < 0,05$).

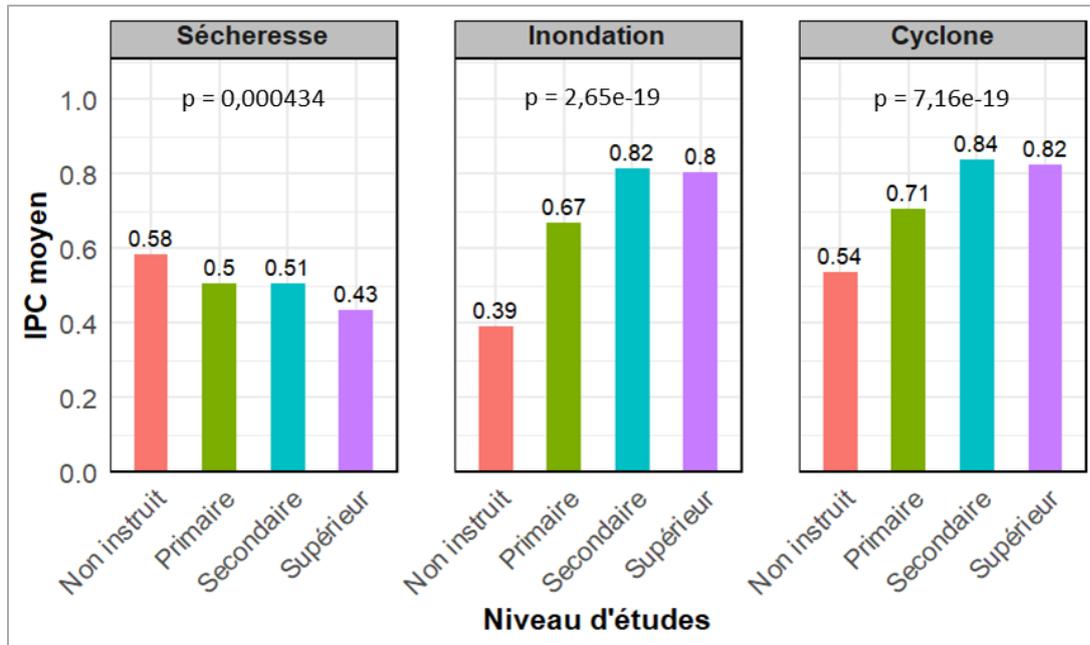


Figure 10. Variation des indices de perception des chocs selon le niveau d'études

3.2.2.2.1. Indice de perception des chocs et durée d'installation dans la localité

L'approche de corrélation de Spearman a été utilisée pour évaluer la relation entre la perception des différents chocs étudiés et la durée d'installation des ménages dans la zone. Globalement les résultats (Tableau 6) ont révélé qu'il existe une relation positive mais faible au regard des faibles valeurs du Rho (ρ). Bien que cette corrélation soit faible, les p-values indiquent qu'elle est significative au seuil de 5% ($p < 0,05$).

Tableau 6. Statistiques du test du test de corrélation de Spearman

Type de choc	Rho (ρ)	p_value	Interprétation
Sécheresse	0,099367	0,04989	Corrélation positive
Inondation	0,092272	0,038718	Corrélation positive
Cyclone	0,127253	0,011896	Corrélation positive

$Rho < 0$ = corrélation négative; $Rho > 0$ = corrélation positive; $p \leq 0,05$ = significative; $p > 0,005$ = non significative

3.3. Détermination de l'indice de capacité de résilience des ménages

3.3.1. Profil de consommation alimentaire des ménages

Les résultats ont montré que la majorité des ménages ont une consommation alimentaire acceptable (Figure 11). Seuls 3% des ménages ont présenté un profil de consommation alimentaire pauvre.

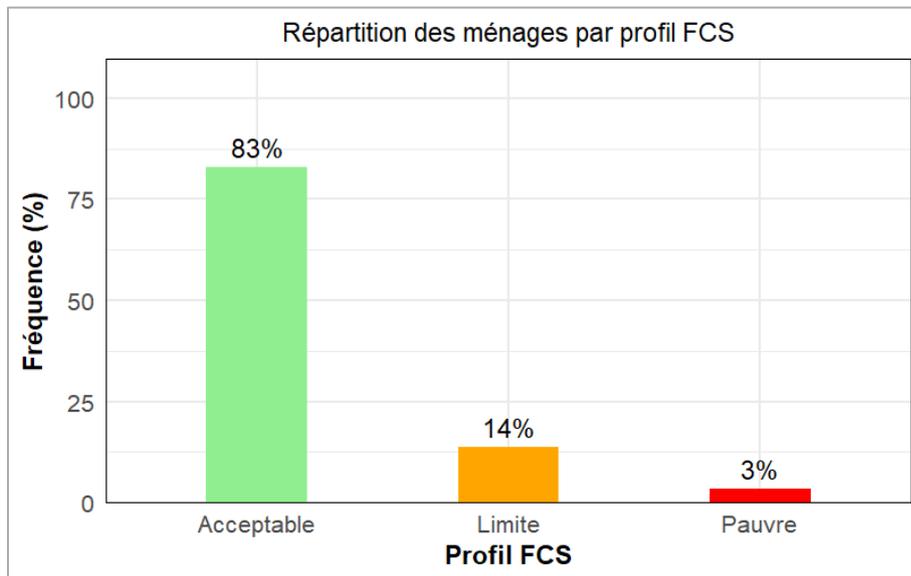


Figure 11. Profil de consommation alimentaire des ménages enquêtés

3.3.2. Indice de capacité de résilience des ménages

L'indice de capacité de résilience (ICR) est un indicateur composite intégrant quatre piliers principaux : l'accès aux services sociaux de base (ABS), la capacité d'adaptation (AC), les actifs (AST) et les filets sociaux de protection (SSN). Cet indice met en avant les capacités intrinsèques des ménages à faire face aux chocs climatiques. L'ICR moyen global, déterminé dans la zone d'étude, est de $0,47 \pm 0,20$. L'analyse de la contribution des différents piliers à l'ICR globale (Figure 12) a révélé une prédominance du pilier « capacité d'adaptation (AC) », suivie par celui de « l'accès aux services de base (ABS) ». Les piliers « actifs (AST) » et « filets sociaux de protection (SSN) » ont contribué faiblement à la construction de la capacité de résilience des ménages.

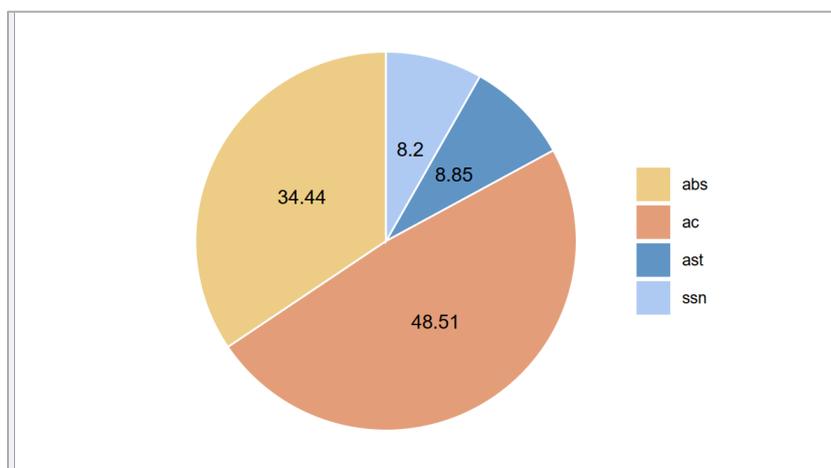


Figure 12. Contribution des piliers de résilience à l'ICR global dans la zone d'étude

3.3.3. Indice de capacité de résilience selon la zone géographique

L'indice de capacité de résilience (ICR) moyen obtenu à Morondava est supérieur de 17% à celui de Befasy (Figure 13). Le test t de comparaison des moyennes de Student montre que cette variabilité géographique de l'ICR est statistiquement significative ($p < 0,05$).

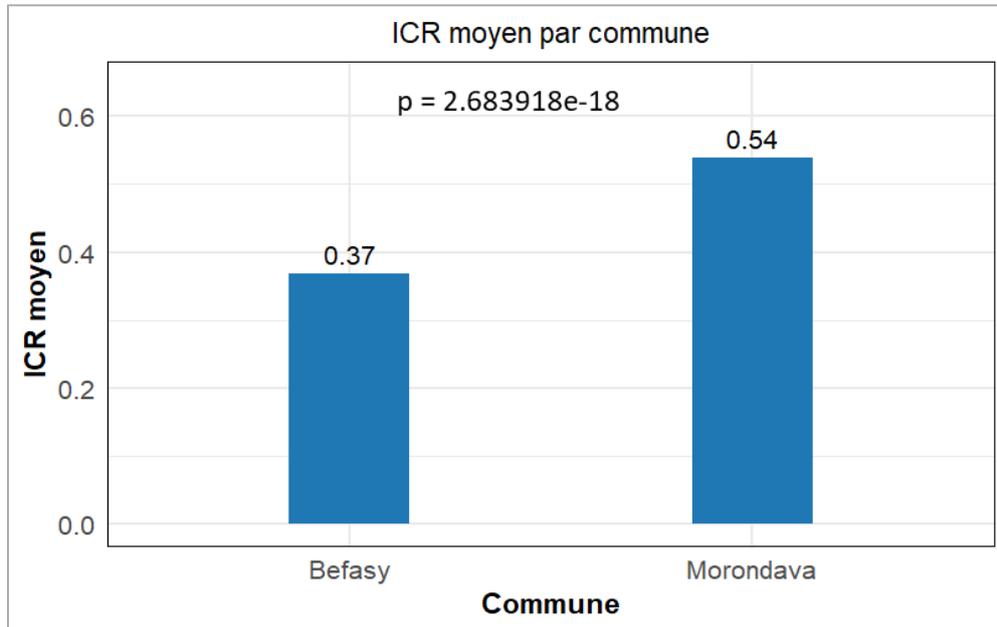


Figure 13. Indice de capacité de résilience par commune

La matrice de structure de la résilience par commune (Figure 14) montre que le pilier « actifs (AST) » a fortement contribué à la résilience des ménages dans la commune de rurale de Befasy tandis que dans la commune urbaine de Morondava, la résilience des ménages est fortement tributaire du pilier « accès aux services de base (ABS) ». Ces piliers sont suivis en termes d'importance dans la construction à l'ICR par celui de la « capacité d'adaptation (AC) » dans les deux communes.

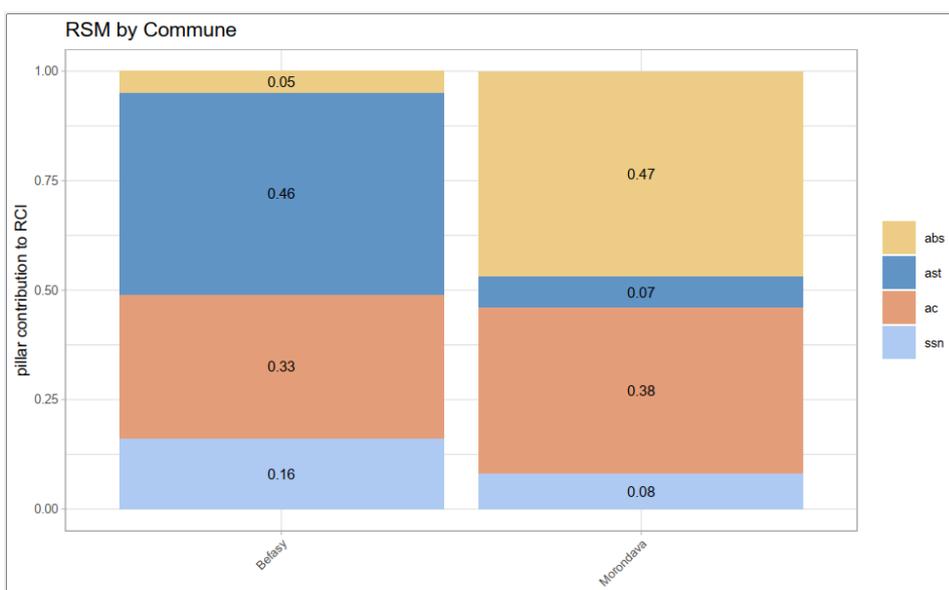


Figure 14. Matrice de structure de la résilience moyen par commune

3.3.4. Indice de capacité de résilience selon le sexe/genre

L'analyse de la résilience selon le sexe/genre a montré que la capacité de résilience des ménages dirigés par un homme dépasse celle des ménages dirigés par une femme (Figure 15). Toutefois, le test t de Student révèle que cette différence de l'indice de capacité de résilience n'est pas statistiquement significative ($p = 0,1 > 0,05$).

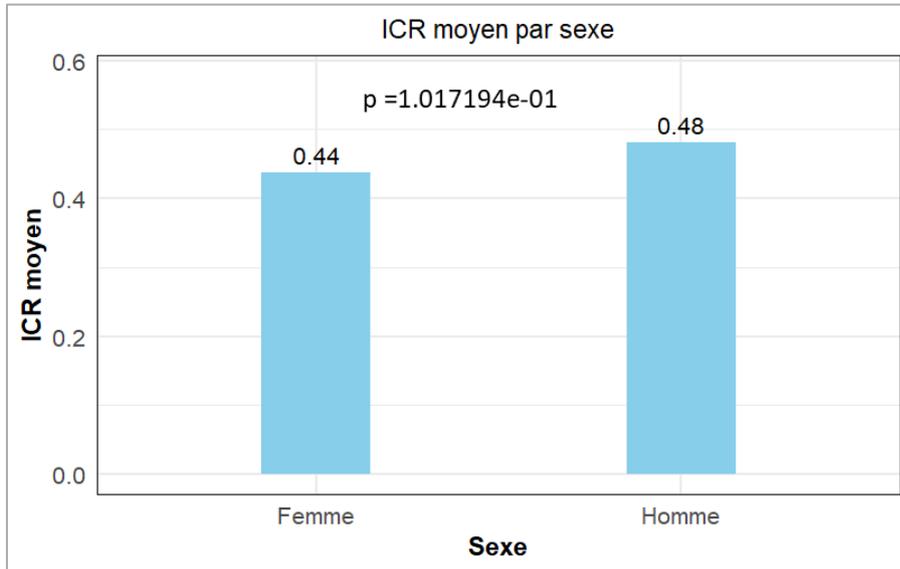


Figure 15. Indice de capacité de résilience moyen par sexe/genre

Il est observé sur la matrice de structure de la résilience selon le sexe (Figure 16) une forte contribution du pilier capacité d'adaptation (AC) à l'ICR chez les deux sexes. Cette contribution est plus marquée chez les hommes (0,50) que chez les femmes (0,41). Ce pilier est suivi par celui des filets sociaux de protection (SSN) chez les femmes tandis que chez les hommes, le pilier « accès aux services de base (ABS) » a occupé le deuxième rang.

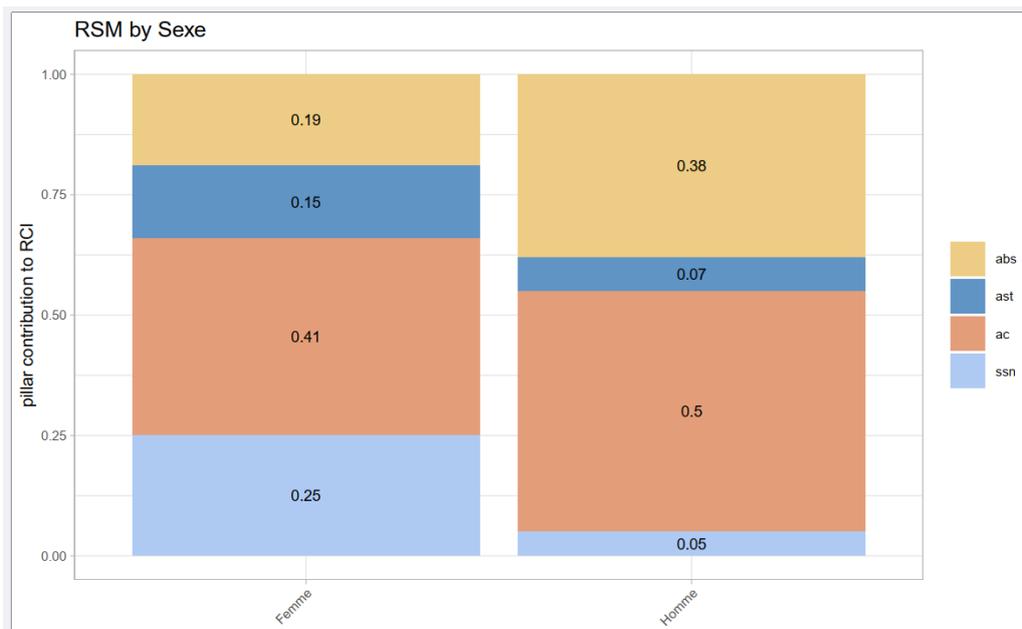


Figure 16. Matrice de structure de la résilience par sexe/genre

3.3.5. Indice de capacité de résilience et sécurité alimentaire

L'analyse a mis en évidence une relation positive entre l'indice de capacité résilience et le score de consommation alimentaire (FCS). En effet, les ménages avec un indice de résilience élevé ont également présenté un score de consommation alimentaire supérieur (Figure 17).

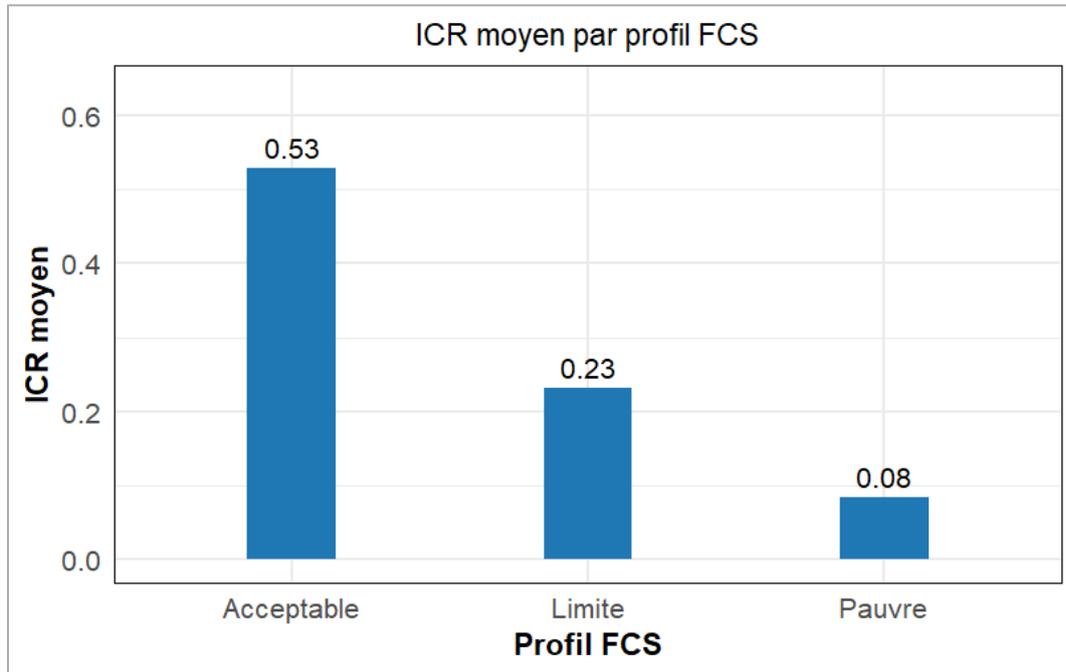


Figure 17. Indice de capacité de résilience et profil de consommation alimentaire

3.3.6. Corrélation entre l'indice de résilience et les composantes des piliers de résilience

La corrélation entre l'indice de résilience et les composantes (indicateurs) des différents piliers de la résilience (Cf. Annexe 2) est illustrée par la figure 18. L'indicateur « distance par rapport à une source d'eau potable » du pilier Accès aux services de base (ABS) a montré une forte corrélation avec l'ICR. Pour le pilier Actifs (AST), les actifs agricoles (ast_agri_index) et les Unités de Bétail Tropical (ast_UBT) ont été les plus corrélés à l'ICR, ce qui correspond au profil majoritairement agricole des ménages. Le pilier « capacité d'adaptation » a affiché une forte corrélation entre l'ICR et les indicateurs « instruction du chef de ménage (ac_instcm) » et « accès au crédit (ac_credit) ». Enfin, le pilier Filet de protection sociale (SSN), constitué principalement par les transferts reçus et l'appartenance à des groupements d'entraide, a été le moins corrélé à l'ICR.

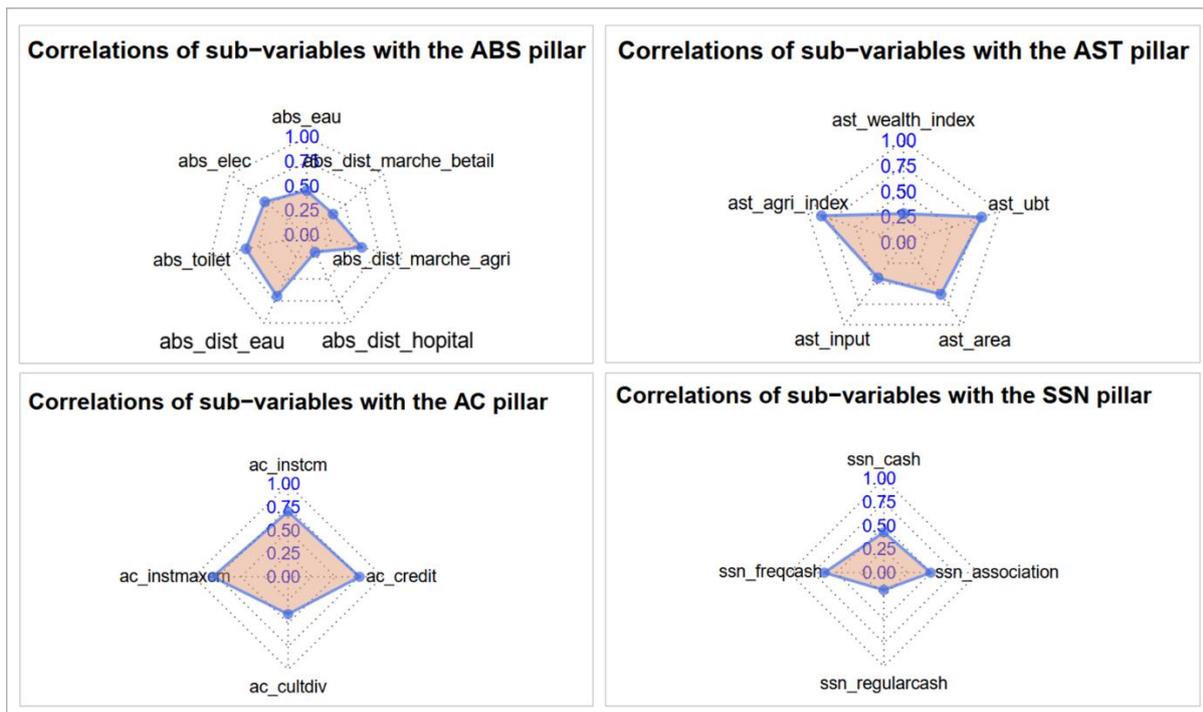


Figure 18. Radar de corrélation entre indicateurs et piliers de résilience

4. DISCUSSION

4.1. Caractérisation des chocs climatiques

L'analyse des indices de précipitations des trois dernières décennies montre une fluctuation interannuelle des précipitations se traduisant par une alternance d'années humides et sèches dans la zone d'étude. Globalement, une tendance régressive des cumuls annuels des précipitations a été observée. Entre 2016 et 2021, des épisodes consécutifs de conditions plus sèches sont remarqués dans la zone d'étude. Ces résultats sont cohérents avec plusieurs études dans le contexte de Madagascar qui ont également relevé une tendance à la baisse des précipitations annuelles, évoluant vers des conditions plus sèches dans la plupart des régions (DGM, 2019; Weiskopf et al., 2021; Harrington et al., 2022; Randriamarolaza et al., 2022). Selon ces auteurs, les changements dans les précipitations évoluent vers des conditions plus sèches, avec une augmentation d'années consécutives de sécheresse. Les années très humides ont souvent été coïncidées au passage de cyclones, accompagnés de fortes pluies induisant des inondations (BNGRC, 2021a). Le dernier cyclone ayant impacté la zone a été Alvaro en janvier 2024, causant des inondations dans la commune de Morondava (BNGRC, 2024).

4.2. Perception des chocs climatique

L'analyse de la perception des chocs climatiques dans la zone d'étude a révélé des différences en fonction du type de risque climatique, de la position géographique et du niveau d'instruction. Globalement, les ménages ont perçu les cyclones et les inondations comme des menaces plus importantes que la sécheresse. Cette perception accrue des cyclones et inondations peut être attribuée à la fréquence et à l'impact immédiat de ces événements, contrairement à la sécheresse, dont les effets sont plus progressifs et moins perceptibles à court terme. Ces observations corroborent avec les conclusions de plusieurs études qui soulignent une fréquence plus élevée des cyclones et inondations dans la zone par rapport aux sécheresses (DGM, 2019; BNGRC, 2021a; OXFAM, 2021). En outre, Rakotoarisoa (2019) a souligné également une sensibilisation plus accrue aux chocs climatiques soudains et visibles.

La variation géographique de la perception a montré que les ménages de la commune urbaine de Morondava avaient globalement une perception plus élevée des risques de cyclones et des inondations, tandis que les sécheresses sont davantage ressenties par les ménages dans la commune rurale de Befasy. Cette différence significative peut s'expliquer par les caractéristiques géographiques et l'exposition spécifique de chaque commune, soulignant l'influence des contextes locaux dans la perception des risques climatiques. En effet, la forte perception des cyclones et des inondations à Morondava serait liée à la forte exposition de la ville à ces événements en raison de sa proximité au littoral. Nos résultats sont en concordance avec ceux de (BNGRC, 2020) qui avait rapporté que même en période de fortes pluies, la commune rurale de Befasy est généralement écartée par l'inondation. Seulement les rizières et les champs de culture longeant les cours d'eau sont généralement impactés. L'inondation y est même souhaitée pour ses bénéfices agricoles, Befasy étant l'une des communes les plus sèches du district. Contrairement à Morondava, où les inondations, exacerbées par les crues des fleuves et les marées hautes, sont fréquentes et problématiques.

Concernant l'influence du niveau d'instruction sur la perception, les chefs de ménage plus instruits ont montré une perception accrue des inondations et des cyclones. Ce qui n'a pas été

le cas avec la sécheresse. Cette tendance pourrait résulter d'une meilleure compréhension et sensibilisation aux risques immédiats et visibles comme les inondations et les cyclones parmi les plus instruits. L'effet contraire observé avec la sécheresse serait lié au fait qu'elle a été plus perçue en milieu rural (Befasy) où l'échantillon était en majorité composé de non instruits. Par ailleurs, la corrélation positive entre la durée d'installation des ménages dans la localité et leur perception des chocs climatiques indique que les ménages avec une ancienneté élevée dans le milieu ont plus connaissance des risques climatiques, probablement en raison de l'accumulation d'expériences personnelles et communautaires avec les événements au fil du temps. Cette tendance est en accord avec les résultats de [Rana et al. \(2020\)](#) et de [Guo et al. \(2022\)](#) qui ont observé des relations similaires entre expérience résidentielle et perception des risques.

4.3. Détermination de l'indice de capacité de résilience des ménages

L'analyse de l'indice de capacité de résilience (ICR) des ménages a mis en évidence des variations significatives selon les zones géographiques. Les ménages de Morondava présentaient un ICR plus élevé que ceux de la commune rurale de Befasy, probablement en raison de la disponibilité accrue des infrastructures et des services sociaux en milieu urbain, ainsi que de la diversité des capacités adaptatives. La matrice de la structure de la résilience a montré que les piliers « capacité d'adaptation » (comprenant le niveau d'instruction et l'accès au crédit) et « accès aux services de base » (ABS) étaient prépondérants dans la construction de la résilience des ménages. En revanche, les actifs agricoles, qui sont essentiels à la résilience des ménages à Befasy, sont du reste plus vulnérables aux chocs climatiques. Ces résultats sont similaires à ceux de [Ndong et al. \(2018\)](#) qui ont montré dans le contexte du Sénégal que les services sociaux de base et les capacités d'adaptation influencent fortement la résilience des ménages entre milieu urbain et rural.

Les filets sociaux de protection (SSN), constitués principalement des seuls transferts monétaires et de l'appartenance à des groupes d'entraide sociale, ont eu une influence limitée sur l'ICR à Morondava. Cela suggère une moindre dépendance aux transferts sociaux en milieu urbain comparé aux zones rurales, où ces réseaux de soutien sont plus cruciaux. Cette observation est corroborée par [Aldrich \(2017\)](#) qui met en avant la pertinence des filets sociaux dans la construction de la résilience en milieu rural.

Concernant les différences de résilience selon le sexe/genre, plusieurs auteurs ont rapporté dans des contextes similaires que les femmes sont moins résilientes par rapport aux hommes ([ISN-Niger, 2017](#); [Ndong et al., 2018](#); [Yaméogo, 2020](#)). Dans notre étude, bien que la même tendance soit observée, la différence n'est pas significative. Cependant, l'analyse de la structure de la résilience selon le genre montre que la capacité d'adaptation, facteur crucial de résilience des ménages, est plus marquée chez les hommes, suggérant un meilleur accès aux ressources adaptatives comme l'instruction et les microcrédits par ces derniers que chez les femmes.

Les résultats ont également montré une relation positive entre l'indice de capacité de résilience (ICR) et le score de consommation alimentaire, suggérant que les ménages plus résilients bénéficient, tandis que les moins résilients sont plus vulnérables. Cette situation est expliquée par [Carter et al. \(2006\)](#) qui soulignent que les ménages avec une faible capacité de résilience réduisent leur consommation alimentaire pour préserver leurs finances et la décapitalisation de

leurs actifs. Par ailleurs, l'analyse de la corrélation de l'ICR avec les sous-composantes des différents piliers montre que les indicateurs des filets sociaux jouent un rôle moindre dans la construction de l'ICR, indiquant qu'ils ne suffisent pas à compenser les faiblesses des autres piliers. Ces résultats mettent en évidence la nécessité de renforcer les actifs et les capacités d'adaptation pour améliorer la résilience des ménages aux risques climatiques.

CONCLUSION

L'évaluation de la résilience des ménages face à la récurrence et à l'augmentation des chocs climatiques dans le district de Morondava est essentielle pour orienter les décideurs vers des réponses stratégiques appropriées pour la gestion de ces risques. A cette fin, il a été question dans cette recherche de caractériser les chocs climatiques, d'analyser la perception des ménages sur ces chocs, et déterminer l'indice de résilience des ménages dans cette partie de Madagascar. De façon globale, il est observé une forte variabilité interannuelle des précipitations, avec une alternance d'années très humides et sèches. Les résultats ont révélé une évolution générale à la baisse des précipitations, accompagnée d'une augmentation des années sèches ces trois dernières décennies. Cette tendance est plus accentuée à Befasy qu'à Morondava. Les cyclones sont également récurrents et accompagnés parfois de fortes pluies causant des inondations importantes dans la zone d'étude, dont la majorité sont enregistrés à Morondava. Ces résultats confirment notre première hypothèse qui stipule que le district de Morondava est caractérisé par une diversité et une variabilité géographique de chocs climatiques.

L'analyse de la perception des ménages sur ces risques climatiques a montré que les cyclones et les inondations étaient perçus comme des menaces plus importantes que la sécheresse dans la zone, particulièrement en milieu urbain. Les ménages de Morondava avaient une perception accrue des cyclones et des inondations, tandis que la sécheresse était davantage perçue par les populations rurales de Befasy. Cette variation peut être attribuée aux caractéristiques géographiques et à l'exposition spécifique de chaque commune. Il a également été observé une corrélation positive entre la perception des ménages et leur durée d'installation dans le milieu. Ces observations confirment l'hypothèse 2 qui suggère que la perception des chocs climatiques dans la zone varie suivant les paramètres sociodémographiques.

L'indice de résilience globale déterminé dans la zone d'étude est de 0,47. Les piliers accès aux services de base (ABS) et capacité d'adaptation (AC) incluant le niveau d'instruction et l'accès au crédit ont été identifiés comme les dimensions les plus déterminants de cette résilience. Les ménages de la commune urbaine de Morondava présentaient un indice de capacité de résilience plus élevé (ICR = 0,54) que ceux de Befasy, principalement en raison de la meilleure disponibilité des infrastructures et des services sociaux en milieu urbain. En revanche, les actifs agricoles, déterminant majeur de la résilience des ménages de Befasy, restent particulièrement vulnérables aux chocs climatiques, attestant le fait que l'indice de capacité de résilience soit le plus faible dans cette commune (ICR = 0,37). L'analyse de résilience selon le sexe/genre a révélé une tendance à la baisse de l'indice de résilience des ménages dirigés par les femmes par rapport à ceux dirigés par les hommes. Toutefois, cette différence n'est pas statistiquement significative. Par ailleurs, une relation positive a été observée entre l'ICR et le score de consommation alimentaire, suggérant que les ménages plus résilients bénéficiaient d'une meilleure sécurité alimentaire que les ménages moins résilients ; ces derniers réduisant leur consommation alimentaire pour préserver leurs finances et éviter la décapitalisation de leurs actifs. Ces résultats confirment la troisième hypothèse de notre étude en ce sens que l'ICR moyen global est inférieur à 0,50 dans le district de Morondava.

Les résultats de cette étude fournissent ainsi une base de connaissances sur la perception des chocs climatiques et la résilience des ménages dans le district. Ils mettent en évidence la

nécessité de développer des stratégies d'adaptation et de résilience spécifiques au contexte local. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour approfondir la compréhension des dynamiques locales des chocs climatiques. Il serait envisageable aussi de mener des études comparatives des stratégies d'adaptation et de gestion des risques dans différents milieux pour identifier les approches les plus efficaces en fonction des réalités locales, notamment pour renforcer la résilience des groupes les plus vulnérables. Face aux défis du changement climatique, il est important de poursuivre la recherche sur l'utilisation de l'indice de résilience pour identifier les déterminants clés nécessaires à la conception de réponses et de politiques adéquates en matière de gestion des risques et des catastrophes en vue d'accroître la résilience des ménages dans cette partie de Madagascar.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- Aldrich, D. P. (2017). The Importance of Social Capital in Building Community Resilience. In W. Yan & W. Galloway (Eds.), *Rethinking Resilience, Adaptation and Transformation in a Time of Change*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-50171-0>
- Alinovi, L., Mane, E., & Romano, D. (2010). Measuring households resilience to food security. *Agricultural Survey Methods*, 21, 342–368.
- Alizadeh, M. R., Adamowski, J., Nikoo, M. R., Aghakouchak, A., Dennison, P., & Sadegh, M. (2020). A century of observations reveals increasing likelihood of continental-scale compound dry-hot extremes. *Science Advances*, 6, 4571–4594. <https://www.science.org>
- Bigot, S., Dumas, D., Brou, T. Y., Ramboarison, R., Razanaka, S., & Philippon, N. (2021). Studying recent hydroclimatic variability in Madagascar despite deficient measurement networks: Use of CHIRPS and GRACE data at the scale of the Mahajunga province. *Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences*, 384, 43–48. <https://doi.org/10.5194/piahs-384-43-2021>
- Birkmann, J., Cardona, O. D., Carreño, M. L., Barbat, A. H., Pelling, M., Schneiderbauer, S., Kienberger, S., Keiler, M., Alexander, D., Zeil, P., & Welle, T. (2013). Framing vulnerability, risk and societal responses: The MOVE framework. *Natural Hazards*, 67(2), 193–211. <https://doi.org/10.1007/s11069-013-0558-5>
- Boidin, B., Gérardin, H., & Lallau, B. (2017). Présentation. Vulnérabilités, résiliences et développement. *Mondes En Développement*, 180(4), 7–12. <https://doi.org/10.3917/med.180.0007>
- Brial, A. (2023). *La résilience alimentaire dans les Départements et Régions d'outre-mer : enjeux , conceptualisation , évaluation et application à La Réunion*. Université de la Réunion. 227 p.
- Bureau National de Gestion des Risques et des Catastrophes [BNGRC]. (2020). *Rapport Technique: Etude hydrologique et cartographie des zones à risque d'inondations dans 13 communes des districts de Morondava et de Mahabo-Région de Menabe. Projet 930 système numérique d'alerte précoce*; 49 p.
- Bureau National de Gestion des Risques et des Catastrophes [BNGRC]. (2021a). *Plan d'évacuation des districts de Morondava et de Mahabo, région de Menabe*. 57 p.
- Bureau National de Gestion des Risques et des Catastrophes [BNGRC]. (2021b). *Plan de contingence multi-risques du gouvernement et du comité permanent inter-agences 2021-2022*. 41 p.
- Bureau National de Gestion des Risques et des Catastrophes [BNGRC]. (2024). *Cyclones et inondations de la région de Menabe de 2014 à 2024*.
- Carter, M. R., Little, P. D., Mogue, T., & Negatu, W. (2006). Shocks, sensitivity and resilience: tracking the economic impacts of environmental disaster on assets in Ethiopia and Honduras. *Development Strategy and Governance Division*, 32, 46 p.
- Cellule de Prévention et de Gestion des Urgences [CPGU]. (2016). *Stratégie nationale de gestion des risques et des catastrophes 2016-2030*. <http://www.reliefweb.int/rw/rwb.nsf/db900sid/VBOL-6YPDTD?OpenDocument>
- CREAM. (2013). *Monographie De La Region Menabe*. 188 p.
- Di Baldassarre, G., Martinez, F., Kalantari, Z., & Viglione, A. (2017). Drought and flood in the Anthropocene: Feedback mechanisms in reservoir operation. *Earth System Dynamics*, 8(1), 225–233. <https://doi.org/10.5194/esd-8-225-2017>
- Direction Générale de la Météorologie [DGM]. (2019). *Les tendances climatiques et les futures*

- changements climatiques à Madagascar*. 22 p.
- EM-DATA. (2024). *Inventorying hazards & disasters worldwide since 1988*. <https://www.emdat.be/>
- FAO. (2016). *RIMA-II. Analysing Resilience for Better targeting and action*. <http://www.fao.org/3/a-i5665e.pdf>
- FAO. (2021). *Mesure et analyse de l'indice de résilience II. RIMA II Version réduite du questionnaire*.
- FAO. (2022). *Shiny RIMA – Guidelines*. Rome. FAO. <https://doi.org/10.4060/cc3353en>
- FAO. (2023). *Shiny RIMA – Preparing your dataset for a successful Shiny RIMA analysis*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc3353en>
- Fayad, D. (2023). Food Insecurity and Climate Shocks in Madagascar. *IMF Selected Issues Paper*, 2023(037), 1–24.
- FEWS NET. (2013). *Madagascar. Zonage et descriptions de moyens d'existence*. www.fews.net
- Food Security Information Network [FSIN]. (2014). *A Common Analytical Model for Resilience Measurement: Causal Framework and Methodological Options*. <https://www.researchgate.net/publication/282575446>
- Garruchet, V., Bosc, P.-M., & Mialet-Serra, I. (2023). *L'Agriculture à Madagascar : évolution, chiffres clés et défis*. https://www.prerad-oi.org/content/download/5156/38054/version/1/file/OA_OI_Madagascar_rapport_faisabilite+Vdef+janvier+2023+opt..pdf
- Guo, A., Wei, Y., Zhong, F., & Wang, P. (2022). How do climate change perception and value cognition affect farmers' sustainable livelihood capacity? An analysis based on an improved DFID sustainable livelihood framework. *Sustainable Production and Consumption*, 33, 636–650. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.08.002>
- Harrington, L. J., Wolski, P., Pinto, I., Ramarosandratana, A. M., Barimalala, R., Vautard, R., Philip, S., Kew, S., Singh, R., Heinrich, D., Arrighi, J., Raju, E., Thalheimer, L., Razanakoto, T., van Aalst, M., Li, S., Bonnet, R., Yang, W., Otto, F. E. L., & van Oldenborgh, G. J. (2022). Limited role of climate change in extreme low rainfall associated with southern Madagascar food insecurity, 2019–21. *Environmental Research: Climate*, 1(2), 021003. <https://doi.org/10.1088/2752-5295/aca695>
- INSTAT. (2023). *Troisième Recensement Générale de la Population (RGPH-3) de Madagascar. Atlas démographique*.
- IPCC. (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]*. IPCC, Geneva, Switzerland (P. Arias, M. Bustamante, I. Elgizouli, G. Flato, M. Howden, C. Méndez-Vallejo, J. J. Pereira, R. Pichs-Madruga, S. K. Rose, Y. Saheb, R. Sánchez Rodríguez, D. Ürgé-Vorsatz, C. Xiao, N. Yassaa, J. Romero, J. Kim, E. F. Haites, Y. Jung, R. Stavins, ... C. Péan (eds.)). <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- ISN-Niger. (2017). *Rapport de l'étude sur la mesure et l'analyse de la résilience à l'insécurité alimentaire au Niger*. 46 p.
- Kabir, R., Khan, H. T. A., Ball, E., & Caldwell, K. (2016). Climate Change Impact: The Experience of the Coastal Areas of Bangladesh Affected by Cyclones Sidr and Aila. *Journal of Environmental and Public Health*, 2016, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2016/9654753>
- Keys, P. W., Galaz, V., Dyer, M., Matthews, N., Folke, C., Nyström, M., & Cornell, S. E.

- (2019). Anthropocene risk. *Nature Sustainability*, 2(8), 667–673. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0327-x>
- Kiani, U. B. N., Najam, F. A., & Rana, I. A. (2022). The impact of risk perception on earthquake preparedness: An empirical study from Rawalakot, Pakistan. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 76, 102989. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2022.102989>
- Macharia, D., Fankhauser, K., Selker, J. S., Neff, J. C., & Thomas, E. A. (2022). Validation and Intercomparison of Satellite-Based Rainfall Products over Africa with TAHMO In Situ Rainfall Observations. *Journal of Hydrometeorology*, 23(7), 1131–1154. <https://doi.org/10.1175/JHM-D-21-0161.1>
- Maidment, R. I., Grimes, D., Black, E., Tarnavsky, E., Young, M., Greatrex, H., Allan, R. P., Stein, T., Nkonde, E., Senkunda, S., & Alcántara, E. M. U. (2017). A new, long-term daily satellite-based rainfall dataset for operational monitoring in Africa. *Scientific Data*, 4, 170063. <https://doi.org/10.1038/sdata.2017.63>
- Ndong, M., Kane, R., Bassama, J., & Guiro, A. T. (2018). Mesure de la résilience à l'insécurité alimentaire dans les zones Nord et Sud du Sénégal. *Revue Marocaine Des Sciences Agronomiques et Vétérinaires.*, 7(2), 233–239. www.agrimaroc.org
- O'Brien, K., Reams, J., Caspari, A., Dugmore, A., Faghihimani, M., Fazey, I., Hackmann, H., Manuel-Navarrete, D., Marks, J., Miller, R., Raivio, K., Romero-Lankao, P., Virji, H., Vogel, C., & Winiwarter, V. (2013). You say you want a revolution? Transforming education and capacity building in response to global change. *Environmental Science and Policy*, 28, 48–59. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2012.11.011>
- Organisation Météorologique Mondiale [OMM]. (2012). Guide d'utilisation de l'indice de précipitations normalisé (M. Svoboda, M. Hayes et D. Wood). (*OMM-N°1090*), Genève, 1–25.
- OXFAM. (2013). A Multidimensional Approach for Measuring Resilience. In *Oxfam GB Working Paper*. 22 p.
- OXFAM. (2021). *Renforcement de la résilience climatique urbaine en Afrique du Sud-Est. Madagascar. Rapport de l'étude de base*. 35 p.
- PAM, & UNICEF. (2016). *Technical guidance for the joint approach to nutrition and food security assessment (JANFSA)*. 174 p. https://docs.wfp.org/api/documents/WFP-0000021096/download/?_ga=2.147696307.566894889.1509283316-562970073.1509283316
- Pfefferbaum, R. L., Pfefferbaum, B., Van Horn, R. L., Klomp, R. W., Norris, F. H., & Reissman, D. B. (2013). The communities advancing resilience toolkit (CART): An intervention to build community resilience to disasters. *Journal of Public Health Management and Practice*, 19(3), 250–258. <https://doi.org/10.1097/PHH.0b013e318268aed8>
- Picon, D. (2018). *Série de notes d'orientations pratiques pour la mesure de la résilience 5 : Conception et planification du suivi et de l'évaluation de la résilience au niveau des activités*. Washington, DC : Accord d'appui à l'évaluation, l'analyse et l'apprentissage de l. https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00ZQP6.pdf
- Rakotoarisoa, M. M. (2019). Évaluer la vulnérabilité face aux inondations dans la région sudouest de Madagascar. *Mappemonde*, 126. <https://doi.org/10.4000/MAPPEMONDE.1226>
- Rana, I. A., Jamshed, A., Younas, Z. I., & Bhatti, S. S. (2020). Characterizing flood risk perception in urban communities of Pakistan. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 46, 101624. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101624>

- Randriamarolaza, L. Y. A., Aguilar, E., Skrynyk, O., Vicente-Serrano, S. M., & Domínguez-Castro, F. (2022). Indices for daily temperature and precipitation in Madagascar, based on quality-controlled and homogenized data, 1950–2018. *International Journal of Climatology*, 42(1), 265–288. <https://doi.org/10.1002/joc.7243>
- Robert, P., & Lallau, B. (2016). Mesurer la résilience des ménages ruraux sénégalais : Une approche en termes de trajectoires et seuils de moyens d ' existence. *Éthique Et Économique*, 13(2), 29–47.
- Rufat, S. (2018). Estimations de la résilience des territoires, sociétés, villes. *VertigO - Hors - Serie 30*. <https://doi.org/https://doi.org/10.4000/vertigo.19223>
- Scantlan, J., & Sagara, B. (2019). *Série de notes d'orientations pratiques pour la mesure de la résilience 6: Enquête de suivi récurrente. Produit par Mercy Corps dans le cadre de l'accord d'appui à l'évaluation, l'analyse et l'apprentissage de la résilience*. 35 p.
- Schneiderbauer, S., Fontanella Pisa, P., Delves, J. L., Pedoth, L., Rufat, S., Erschbamer, M., Thaler, T., Carnelli, F., & Granados-Chahin, S. (2021). Risk perception of climate change and natural hazards in global mountain regions: A critical review. *Science of the Total Environment*, 784, 146957. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146957>
- Scropton, N., Burns, S. J., McGee, D., Godfrey, L. R., Ranivoharimanana, L., Faina, P., & Tiger, B. H. (2023). Hydroclimate variability in the Madagascar and Southeast African summer monsoons at the Mid- to Late-Holocene transition. *Quaternary Science Reviews*, 300, 107874. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2022.107874>
- Space for Climat Observatory [SCO]. (2022). *Cartographie de l'Impact des Catastrophes naturelles pour l'adaptation et La résilience des territoires malgaches*. <https://www.spaceclimateobservatory.org/fr/cimopolee>
- Tootoonchi, F., Sadegh, M., Haerter, J. O., Rätty, O., Grabs, T., & Teutschbein, C. (2022). Copulas for hydroclimatic analysis: A practice-oriented overview. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 9(2). <https://doi.org/10.1002/wat2.1579>
- Weiskopf, S. R., Cushing, J. A., Morelli, T. L., & Myers, B. J. E. (2021). Climate change risks and adaptation options for Madagascar. *Ecology and Society*, 26(4), 16–36. <https://doi.org/10.5751/ES-12816-260436>
- Willits, F. K., Theodori, G., & E., L. A. (2016). Another look at Likert Scales. *Journal of Rural Social Sciences*, 31(3), 126–139.
- Yaméogo, N. (2020). *Sécurité alimentaire et résilience des ménages dans les communes rurales de Diabo et Diapangou dans la province du Gourma au Burkina Faso*. Centre régional Agrhymet. 102 p.
- Zou, L., Cao, S., & Sanchez-Azofeifa, A. (2020). Evaluating the utility of various drought indices to monitor meteorological drought in Tropical Dry Forests. *International Journal of Biometeorology*, 64(4), 701–711. <https://doi.org/10.1007/s00484-019-01858-z>

ANNEXES

Annexe 1 : Questionnaire d'enquête

DONNEES PRE-ENTRETIEN

District	----- =	Nom de l'enquêteur:	
Commune:	----- =	Contact de l'enquêteur	-----
Village (Fokontany)	----- =	Coordonnées GPS	X= _____ Y= _____

SECTION 1 : CARACTERISTIQUES DU MENAGE

1. Nom du chef de ménage	-----
2. Sexe du chef de ménage [1 = homme 2 = femme]	[]
3. Age du chef de ménage	[]
4. Nombre total des membres du ménage du producteur (adultes et enfants)	[]
5. Nombre total des membres du ménage en âge de travailler (de 15 à 60 ans)	[]
6. Statut matrimonial: 1 = Marié(e)/Union; 2 = Célibataire ; 3 = Veuf (ve) ; 4 = Divorcé (e)	[]
7. Principale activité du Chef de ménage [1= Agriculture ; 2 = Elevage ; 3 = Pêche ; 4 = Commerce ; 5 = Artisanat, 6 = Autres (<i>A préciser</i>)	[]
8. Type d'habitat [1 = Dur ; 2 = Paillote ; 3 = En terre ; 4 = Autre (à préciser)]	[]
9. Type de toiture [1 = Bozaka ; 2 = Tôle ; 3 = Autre (à préciser)]	[]
10. Statut d'occupation de l'habitation [1 : Propriétaire ; 2 = Locataire]	[]

SECTION 2. PERCEPTION DES CHOCS CLIMATIQUES

11. Avez déjà vécu une Sécheresse dans votre localité ? [1 = oui 0 = non]	[]
○ Si oui combien de fois [1 = une fois 2 = plusieurs fois]	[]
○ Si oui année de la sécheresse la plus importante : [1 = An passé ; 2 = 2 ans passés ; 3 = 3 ans passés ; 4 = Plus de 3 ans]	[]
○ Si oui ampleur des dégâts subis sur les moyens d'existence (champs, animaux, autres) [1 = Pas du tout grave ; 2 = Peu grave ; 3 = Moyennement grave ; 4 = Grave ; 5 = Très grave]	[]
○ Selon vous quelles sont les causes des sécheresses dans votre localité? [1 = Déforestation ; 2 = Changement climatique ; 3 = Volonté de dieu ou des ancêtres ; 4 = Autre (préciser)]	[]
○ A quel point vous êtes effrayé face à la sécheresse [1 = Elevé ; 2 = Moyen ; 3 = Faible]	[]
○ A quel point pensez-vous qu'une sécheresse se produira dans les prochaines années dans votre localité ? [1 = Elevé ; 2 = Moyen ; 3 = Faible]	[]
12. Avez déjà vécu une Inondation dans votre localité ? [1 = oui 0 = non]	[]
○ Si oui combien de fois [1 = une fois 2 = plusieurs fois]	[]
○ Si oui année de la sécheresse la plus importante : [1 = An passé ; 2 = 2 ans passés ; 3 = 3 ans passés ; 4 = Plus de 3 ans]	[]

<ul style="list-style-type: none"> ○ Si oui ampleur des dégâts subis sur les moyens d'existence (champs, animaux, autres) [1 = Pas du tout grave ; 2 = Peu grave ; 3 = Moyennement grave ; 4 = Grave ; 5 = Très grave] 	[_ _ _]
<ul style="list-style-type: none"> ○ Selon vous quelles sont les causes des inondations dans votre localité? 1 = Cyclone ; 2 = Activités humaines (urbanisation, obstruction des canaux d'assainissement...) 3 = Changement climatique 4 = Débordement des cours d'eau 5 = Fortes pluies 6 = Volonté de dieu ou des ancêtres 7 = Autre (préciser) 	[_ _ _]
<ul style="list-style-type: none"> ○ A quel point vous êtes effrayé face à l'inondation [1 = Elevé ; 2 = Moyen ; 3 = Faible] 	[_ _ _]
<ul style="list-style-type: none"> ○ A quel point pensez-vous qu'une inondation se produira dans les prochaines années dans votre localité? [1 = Elevé ; 2 = Moyen ; 3 = Faible] 	[_ _ _]
13. Avez déjà vécu un cyclone dans votre localité ? [1 = oui 0 = non]	[_ _ _]
<ul style="list-style-type: none"> ○ Si oui combien de fois [1 = une fois 2 = plusieurs fois] 	[_ _ _]
<ul style="list-style-type: none"> ○ Si oui année de la sécheresse la plus importante : [1 = An passé ; 2 = 2 ans passés ; 3 = 3 ans passés ; 4 = Plus de 3 ans] 	[_ _ _]
<ul style="list-style-type: none"> ○ Si oui ampleur des dégâts subis sur les moyens d'existence (champs, animaux, autres) [1 = Pas du tout grave ; 2 = Peu grave ; 3 = Moyennement grave ; 4 = Grave ; 5 = Très grave] 	[_ _ _]
<ul style="list-style-type: none"> ○ Selon vous quelles sont les causes des sécheresses dans votre localité? 1 = Position géographique (zone côtière) ; 2 = Changement climatique 3 = Déforestation (destruction des mangroves) 4 = Volonté de dieu ou des ancêtres 5 = Autre (préciser) 	[_ _ _]
<ul style="list-style-type: none"> ○ A quel point vous êtes effrayé face au cyclone [1 = Elevé ; 2 = Moyen ; 3 = Faible] 	[_ _ _]
<ul style="list-style-type: none"> ○ A quel point pensez-vous qu'un cyclone touchera dans les prochaines années votre localité? [1 = Elevé ; 2 = Moyen ; 3 = Faible] 	[_ _ _]
14. Pensez-vous être suffisamment informé sur le comportement à adopter en cas de chocs climatiques (Sécheresse, inondation, cyclone)?	[_ _ _]
15. Comment êtes-vous informé ou averti d'un éventuel risque d'inondation/cyclone/sécheresse (Plusieurs réponses possibles) 1 = Météo (radio, télévision) 2 = Avertissement par les autorités locales (Chef du Village, Maire...) 3 = Avertissement par les voisins, amis, connaissances 4 = Observation personnelle/effet mémoire (signes avant-coureur) 5 = Autres (préciser)	[_ _ _]
16. Avez-vous connaissance de l'existence d'un système d'avertissement Sécheresse/Inondation/Cyclone? [1 = oui 0 = non]	[_ _ _]

SECTION 3. CAPACITÉ ADAPTATIVE (AC)

17. Quel est le niveau d'instruction atteint par le chef de ménage ? [1 = Non Instruit, 2 = Primaire, 3 = Secondaire, 4 = Supérieur]	[_ _ _ _]
18. A combien estimez-vous le revenu mensuel de votre ménage ? [valeur en Ariary]	
19. Au cours des 12 derniers mois, quel pourcentage du revenu total du ménage provient de [SOURCE]	[%]
○ Ensemble agriculture, élevage, pêche	
○ Transferts d'argent et assistance sociale	
○ Autres activités	
20. Avez-vous bénéficié de crédit au cours des 12 derniers mois? [1 = oui 0 = non]	[_ _ _ _]
21. Combien de cultures différentes, les membres du ménage ont-ils cultivé au cours de la dernière saison? [nombre]	
22. Les membres du ménage ont-ils utilisé des semences améliorées au cours de la dernière saison? [1 = oui 0 = non]	[_ _ _ _]
23. Le bétail appartenant au ménage a-t-il été vacciné au cours des 12 derniers mois? [1 = oui 0 = non]	[_ _ _ _]

SECTION 4. ACTIFS (AST)

24. Combien de [BIENS DURABLES / ACTIFS] le ménage possèdent-il?	[nombre]
○ Moto / Bajaj / Quad	
○ Vélos	
○ Téléphones portables	
○ Charrues	
○ Motoculteurs (Kubota)	
25. Le ménage utilisent-il [INTRANTS]?	[1 = oui 0 = non]
○ Semences améliorées	[_ _ _ _]
○ Pesticides / herbicides	[_ _ _ _]
○ Engrais	[_ _ _ _]
○ Aliments du bétail	[_ _ _ _]
26. Quelle est la superficie totale des terres agricoles (possédées, louées ou utilisées) que le ménage possède / utilise en [hectares]?	
27. Combien de [BÉTAIL] le ménage possède-t-il actuellement?	[nombre]
○ Bovins (Vaches, Bœufs)	
○ Petits ruminants (Moutons, chèvres)	
○ Volaille (Poulets, Pintades, Dindons, Canard...)	
○ Porcins (Porcs)	

SECTION 5. ACCÈS AUX SERVICES DE BASE (ABS)

28. Quelle est la source principale d’approvisionnement en eau potable de votre ménage [1 = Robinet d’eau courante / Forage / Puits protégé 0 = Puits non protégé / Eau surface (marigot, rivière, ruisseau, pluies, mares, fleuve]	[_ _ _]
29. Disposez-vous de latrines dans la maison ? [1 = oui 0 = non]	[_ _ _]
30. L’électricité est-elle la principale source d’énergie utilisée par le ménage pour l’éclairage ? [1 = oui 0 = non]	[_ _ _]
31. A quelle distance en temps (<i>aller simple en minutes</i>) se trouve votre ménage du service fonctionnel et accessible le plus proche ?	temps (minutes)
○ Source d’eau potable	
○ Ecole primaire	
○ Hôpital de soin public	
○ Marché agricole	
○ Marché à bétail	
32. Les routes pour accéder aux marchés sont-elles praticables à toute saison ? [1= oui 0= non]	[_ _ _]

SECTION 6. FILETS DE PROTECTION SOCIALE (SSN)

33. Quel est le montant total des transferts en espèces/nature provenant du gouvernement, ONG (aide alimentaire d’urgence, bétail, programmes de filet de sécurité, etc.) reçus au cours des 12 derniers mois par les membres du ménage ? [en Ariary]	
34. Quel est le montant total des transfert (espèce/nature) provenant des envois de fonds de parents ou d’amis reçus au cours des 12 derniers mois par les membres du ménage ? [en Ariary]	
35. Sur combien de [RÉSEAUX], les membres du ménage peuvent-ils compter en cas de besoin	[Nombre]
○ combien de parents / amis	
○ Associations (Coopérative de producteurs, groupement féminin, groupement de jeunes, etc.)	

SECTION 7. SECURITE ALIMENTAIRE

36. Au cours des 30 derniers jours, y a-t-il eu un moment où vous avez été inquiet de ne pas avoir suffisamment de nourriture par manque d’argent ou d’autres ressources? [1 = oui 0 = non]	[_ _ _]
37. Au cours des 30 derniers jours, y a-t-il eu un moment où vous avez mangé une nourriture peu variée par manque d’argent ou d’autres ressources? [1 = oui 0 = non]	[_ _ _]
38. Y a-t-il eu un moment où vous avez dû sauter un repas parce que vous n’aviez pas assez d’argent ou d’autres ressources pour vous procurer à manger? [1 = oui 0 = non]	[_ _ _]
39. Y a-t-il eu un moment où vous avez diminuer la quantité habituelle des repas à cause d’un manque d’argent ou d’autres ressources? [1 = oui 0 = non]	[_ _ _]
Dépenses et consommation alimentaire	
40. Quel est le montant dépensé pour la nourriture consommée par les membres du ménage au cours des 7 derniers jours [en Ariary]	
41. Quel pourcentage de votre revenu est utilisé pour acheter de la nourriture?	[%]

42. Au cours des 7 derniers jours, pendant combien de jours les membres du ménage ont-ils consommé [GROUPE ALIMENTAIRE]?	[Nombre de jours de 0 à 7]
○ Céréales/tubercules (Riz, Maïs, Manioc, patate, ...)	[]
○ Légumineuses (Niébé, Haricot...)	[]
○ Légumes feuilles	[]
○ Fruits	[]
○ Œufs, Viande, Poisson	[]
○ Lait et produits laitiers	[]
○ Huiles et matières grasses	[]
○ Sucres et produits sucrés (Miel, Bonbon...)	[]
○ Condiments (épice...)	[]
43. Hier la journée et nuit les membres de votre ménage ont-ils consommé les groupes alimentaires suivant :	[1 = Oui 0 = Non]
○ Céréales (Riz, Maïs, ...)	[]
○ Racines, Tubercules (Manioc, patate, igname,)	[]
○ Légumineuses (Niébé, Haricot...)	[]
○ Légumes (tomates, oignon, concombre...)	[]
○ Fruits	[]
○ Viande	[]
○ Œufs	[]
○ Poisson	[]
○ Lait et produits laitiers	[]
○ Huiles et matières grasses	[]
○ Sucres et produits sucrés (Miel, Bonbon...)	[]
○ Condiments (épice...)	[]

SECTION 8. BONNES PRATIQUES AGRICOLES FACE AUX CHOCS CLIMATIQUES

Bonne pratiques agricoles	Sécheresse	Inondation	Cyclones
44. Avez-vous connaissance de pratiques agricoles permettant de réduire l'impact des cyclones sur les cultures ? [1= oui 0 = non]	[]	[]	[]
45. Quels sont les Bonnes pratiques agricoles d'adaptation aux chocs climatiques. <i>Ordonnez les 3 réponses.</i>			
Pratique agricole 1			
Pratique agricole 2			
Pratique agricole 3			

Annexe 2 : Liste des indicateurs par pilier utilisé pour l'analyse de l'ICR

Pilier	Liste des variables	Abréviation
Accès aux séries de base (ABS)	Accès à l'eau potable	abs_eau
	Accès à l'électricité	abs_elec
	Toilette d'assainissement	abs_toilet
	Distance à la source d'eau potable	abs_dist_eau
	Distance à l'hôpital	abs_dist_hopital,
	Distance aux marché agricole	abs_dist_marche_agri
	Distance au marché à bétail	abs_dist_marche_betail
Actifs (AST)	Actif non agricole (indice de richesse non agricole)	ast_wealth_index
	Actif agricole (Indice de richesse agricole)	ast_agri_index
	Intrants	ast_input
	Terre cultivée ou en possession	ast_area
	Unité de bétail tropical (possession d'animaux)	ast_ubt
Capacité d'adaptation (AC)	Instruction du chef de ménage	ac_instcm,
	Instruction maximale atteint par le du chef de ménage	ac_instmaxcm, ,
	Diversité des cultures	ac_cultdiv
	Accès au crédit	ac_credit
Filets de sociaux de protection (SSN)	Transfert de cash reçu	ssn_cash,
	Fréquence des transferts	ssn_freqcash
	Régularité des transferts	ssn_regularcash
	Nombre de groupe d'entraide sociale	ssn_association
Sécurité alimentaire (FS)	Score de consommation alimentaire	fs_fes
	Score de diversité alimentaire	fs_hdds

Annexe3 : Paramètres de qualité du modèle RIMA

Index	Value	Evaluate
Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA)	0,029	Good fit
Comparative Fit Index (CFI)	0,997	Good fit
Tucker-Lewis Index (TLI)	0,991	Good fit