

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

Auteur : Rakotomanga, Zolalaina Rebecca

Promoteur(s) : Ozer, Pierre; Thibaut, Kevin

Faculté : Faculté des Sciences

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

Année académique : 2022-2023

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/18700>

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

ETUDE DES IMPACTS DE LA SECHERESSE POUR UNE GESTION DURABLE DES RESSOURCES EN EAU DANS LE GRAND SUD DE MADAGASCAR, CAS DU DISTRICT D'AMBOASARY ATSIMO.

ZOLALAINA REBECCA RAKOTOMANGA

**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 2022-2023

REDIGE SOUS LA DIRECTION DE PIERRE OZER ET KEVIN THIBAUT

COMITE DE LECTURE : 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 : RAKOTOMANGA Zolalaina Rebecca
(zolalainarakotomanga@yahoo.fr)

« ... De Lui, par Lui, et pour Lui sont toutes choses. A Lui la gloire dans tous les siècles !

Amen !... »

(Romains 11, 36)

A mon conjoint,

A mon fils,

A mes parents,

A toute ma famille.

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance à tous ceux qui m'ont aidée, soutenue et encouragée pour la réalisation du présent travail, ainsi qu'à l'accomplissement de cette excellente formation, en particulier :

- Les professeurs Pierre Ozer et Florence de Longueville, promoteurs de notre formation, pour les compétences, la disponibilité, et la confiance qu'ils nous ont accordées durant notre cursus,
- Mes encadreurs, Pierre Ozer et Kevin Thibaut, pour les conseils avisés, les encouragements envers mes initiatives, la patience et la compréhension qu'ils m'ont témoignés,
- Les corps enseignants de l'Université de Liège-Campus Arlon Environnement et l'Université de Namur, qui se sont voués à transmettre leurs savoirs et compétences pour la réussite de cette formation,
- Mes collègues de formations pour la convivialité, les aventures, les partages et les collaborations durant notre parcours, particulièrement Musubao Kapiri Moïse et Yameogo Nassirou, mes collaborateurs et compagnons de stage,
- Toutes les personnes à Antananarivo, Fort-Dauphin et Amboasary Atsimo qui ont aidé durant toute la collecte des données, facilité l'organisation et notre accueil sur le terrain, surtout monsieur Eddy R. et Jean Michel R. ; toutes les personnes avec lesquelles je me suis entretenue et qui m'ont fourni des informations de qualité, notamment l'équipe de la Direction Générale de la Météorologie, la Direction Régionale de l'Eau et de l'Assainissement Anosy, l'antenne OIM Ambovombe, l'antenne UNICEF Amboasary Atsimo,
- Et pas des moindres, toute ma famille pour leur confiance, leur amour et leur soutien inconditionnel.

RESUME

Le Sud de Madagascar est sujet à la sécheresse depuis longtemps. Ce phénomène est d'autant plus exacerbé par le changement climatique. Les épisodes de sécheresse deviennent de plus en plus récurrents, et ont des impacts significatifs sur la vie et le bien-être de la population. L'appréciation paysanne de la sécheresse se fait à travers la satisfaction des besoins alimentaires et non-alimentaires, et la stabilité des moyens de subsistance. Dans la zone d'étude, les populations estiment que la sécheresse s'amplifie depuis les dix dernières années et avancent qu'elle continuera à s'intensifier dans le futur. Elles subissent également de plein fouet les différents impacts de ce phénomène, entre autres, la diminution de la production agricole, la diminution des sources d'eau, l'insatisfaction des besoins en eau et en nourriture, ou encore la perte des moyens de subsistance et l'insuffisance de revenus.

Pour y faire face, l'Etat a mis en œuvre des mesures techniques comme les mécanismes de stockage et de distribution de l'eau, l'assistance et les aides humanitaires, et stratégiques comme le monitoring de la sécheresse. Outre ces mesures, les ménages ont mobilisé des stratégies, parfois drastiques, en période de forte sécheresse, telles que la migration, la vente de leurs avoirs qui n'ont fait que contribuer davantage à leur appauvrissement. Ces mesures à court et moyen termes ne semblent pas satisfaisantes. L'étude propose enfin des orientations stratégiques d'adaptation et d'atténuation pour renforcer la résilience de la population vis-à-vis de ce phénomène, à travers l'adaptation de l'agriculture, l'amélioration du stockage et la distribution de l'eau, l'amélioration des moyens de subsistance des populations, le reboisement.

Mots clés : *sécheresse, impacts, populations, stratégie, migration, ressources en eau, sud de Madagascar*

ABSTRACT

Southern Madagascar has long been prone to drought. This phenomenon is exacerbated by climate change. Drought episodes are becoming increasingly recurrent, with significant impacts on the lives and well-being of the population. Farmers assess drought in terms of the satisfaction of food and non-food needs, and the stability of their livelihoods. In the study area, people feel that the drought has been worsening for the past ten years, and predict that it will continue to intensify in the future. They are also bearing the full brunt of the various impacts of this phenomenon, including reduced agricultural production, dwindling water sources, unsatisfied water and food needs, loss of livelihoods and insufficient income.

In response, the State implemented technical measures such as water storage and distribution mechanisms, humanitarian assistance and aid, and strategic measures such as drought monitoring. In addition to these measures, households have mobilized strategies, sometimes drastic, during periods of severe drought, such as migration and selling off their assets, which have only further contributed to their impoverishment. These short- and medium-term measures do not appear to be satisfactory. Finally, the study proposes strategic orientations for adaptation and mitigation to strengthen the population's resilience to this phenomenon, through agricultural adaptation, improved water storage and distribution, improved livelihoods and reforestation.

Keywords : *drought, impacts, populations, strategy, migration, water resources, southern Madagascar*

TABLE DES MATIERES

Partie I. Contexte général	1
I.1 Introduction	1
I.2 Présentation de la zone d'étude	3
I.2.1 Localisation	3
I.2.2 Climat.....	4
I.2.3 Population	5
I.2.4 Oro-hydrographie	6
I.2.5 Géologie	6
I.2.6 Pédologie.....	7
I.2.7 Végétation	8
I.3 Notion de sécheresse	8
Partie II. Méthodologie	10
II.1 Choix de la zone d'étude	10
II.2 Collecte de données	11
II.2.1 Enquête par questionnaire	12
II.2.2 Entretien avec les chefs de village.....	13
II.3 Analyse des épisodes de sécheresse	13
II.3.1 Paramètres météorologiques.....	13
II.3.2 Analyse des perceptions des populations	14
II.4 Analyse des impacts de la sécheresse	17
II.4.1 Impacts de la sécheresse et mesures	17
II.4.2 Besoins et satisfaction des besoins en eau.....	17
II.4.3 Perception sur les fluctuations du niveau d'eau	17
II.5 Analyse des réponses des ménages face à la sécheresse	17
II.5.1 Mesures prises par les ménages pour faire face à la sécheresse	18
II.5.2 Migration comme réponse à la sécheresse	18
Partie III. Résultats	20
III.1 Hypothèse 1 : Les vagues de sécheresse sont de plus en plus récurrentes dans le Sud de Madagascar	20
III.1.1 Historique des sécheresses dans le Sud de Madagascar	20
III.1.2 Evolution des paramètres météorologiques	24
III.1.3 Perceptions sur les précipitations	25
III.1.4 Perceptions sur la sécheresse.....	27
III.2 Hypothèse 2 : La sécheresse impacte les ressources en eau et leur utilisation par les ménages	29
III.2.1 Impacts de la sécheresse.....	29
III.2.2 Besoins en eau.....	31
III.2.3 Perception sur la fluctuation des ressources en eau	33
III.3 Hypothèse 3 : Les stratégies adoptées par les ménages ne sont pas suffisantes pour faire face à la sécheresse	35
III.3.1 Mesures	35
III.3.2 Migration comme réponse à la sécheresse	41
Partie IV. Discussions, orientations pour améliorer la gestion de la sécheresse et de l'eau	47

IV.1	Discussion des résultats	47
	Hypothèse 1 : Les vagues de sécheresse sont de plus en plus récurrentes dans le Sud	47
	Hypothèse 2 : La sécheresse impacte les ressources en eau et leur utilisation par les ménages	47
	Hypothèse 3 : Les stratégies adoptées par les ménages ne sont pas suffisantes pour faire face à la sécheresse	48
IV.2	Limites de l'étude.....	50
IV.3	Orientations pour améliorer la gestion de la sécheresse et de l'eau	51
	IV.2.1 Mesures d'adaptation	51
	IV.2.2 Mesures d'atténuation	53
	Conclusion.....	54
	Bibliographie.....	56
	Annexes	I

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Régions de Madagascar concernées par la sécheresse.....	1
Figure 2 : Carte de localisation de la zone d'étude	4
Figure 3 : Carte oro-hydrographique (Source : ANDEA, 2003)	6
Figure 4 : Carte géologique de la zone d'étude (Source : ANDEA, 2003).....	7
Figure 5 : Propagation entre les types de sécheresse.....	9
Figure 6 : Classification des migrants selon Zickgraf et Perrin, 2015.....	19
Figure 7 : Sécheresses, crises, et migrations de survie dans le sud de Madagascar (1925-2010)	23
Figure 8 : Evolution des précipitations et de la température moyenne entre 1991-2021 (Source : DGM)	24
Figure 9 : Indice de précipitation standardisé de la zone d'étude SPI-12 (Source : DGM)	25
Figure 10 : Perception sur la fluctuation de la quantité de pluies, le nombre de jours de pluies, et la modification du début de la saison pluvieuse	26
Figure 11 : Perception de l'intensité de la sécheresse actuelle par rapport à 1 an passé, 5 ans passé et 10 ans passés.	27
Figure 12 : Perceptions sur la fluctuation de la quantité des ressources en eau	33
Figure 13 : Significativité des variables influençant la perception sur la fluctuation du niveau des rivières	34
Figure 14 : Significativité des variables influençant la perception sur la fluctuation du niveau des puits	34
Figure 15 : Mesures pour assurer l'alimentation	35
Figure 16 : Mesures pour assurer l'accès à l'eau, l'usage et le stockage	36
Figure 17 : Mesures par rapport à l'agriculture, l'élevage et l'environnement.....	37
Figure 18 : Autres mesures pour gagner de l'argent.....	38
Figure 19 : Vente de matériels et biens personnels pour avoir de l'argent.....	38
Figure 20 : Motifs de la migration	42
Figure 21 : Flux migratoire au sein des ménages enquêtés dans la zone d'étude.....	44
Figure 22 : Motifs de la non-migration	46
Figure 23 : Classification des migrants de notre zone d'étude.....	46

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Répartition de la population résidente selon le sexe et la zone _____	5
Tableau 2 : Sélection des communes d'étude _____	10
Tableau 3 : Nombre de ménages enquêtés par fokontany dans la zone d'étude _____	12
Tableau 4 : Interprétation des valeurs de la sécheresse (Mckee et al., 1993) _____	14
Tableau 5 : Variables dépendantes (à expliquer) dans le cadre des perceptions _____	16
Tableau 6 : Variables explicatives ou indépendantes considérés dans la modélisation des perceptions _____	16
Tableau 7 : Significativité des variables déterminant la perception de la quantité de pluie, nombre de jours de pluie et début de la saison de pluie _____	26
Tableau 8 : Significativité des variables déterminant les perceptions de la sécheresse passée _____	28
Tableau 9 : Significativité des caractéristiques démographiques sur la perception future de la sécheresse _____	29
Tableau 10 : Significativité des variables déterminant la satisfaction des besoins en eau _____	31
Tableau 11 : Tableau des OR des variables sur la satisfaction des besoins en eau _____	32
Tableau 12 : Significativité des variables démographiques sur la tendance des sources et des puits _____	34
Tableau 13 : Significativité des caractéristiques des ménages sur la migration _____	42
Tableau 14 : Significativité des variables sur l'intention migratoire _____	45

LISTE DES ACRONYMES

ANDEA : Autorité Nationale De l'Eau et de l'Assainissement
BNGRC : Bureau National de Gestion des Risques et des Catastrophes
IASC : Inter-Agency Standing Committee
IPC : Integrated Food Security Phase Classification
IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change
PERA : Politique Environnementale de la Région Anosy
PIB : Produit Intérieur Brut
PRD : Plan Régional De Développement
RGPH-3 : Recensement Général de la Population et de l'Habitat-3
SAP : Système d'Alerte Précoce
SRAT : Schéma Régional d'Aménagement du Territoire

PARTIE I. CONTEXTE GENERAL

I.1 INTRODUCTION

Madagascar est un état insulaire de 587 040 km² km² située dans l’Océan Indien au sud-est du continent africain. Ce pays tropical possède, du nord à l’extrême sud du pays, une grande variété d’écotémoins et de climats. Les écotémoins les plus humides se répartissent sur la partie orientale du pays, et celles plus sèches sur la partie occidentale, avec un accent plus prononcé sur les régions du sud de Madagascar. Les régions les plus concernées par la sécheresse sont Androy, Anosy, et Atsimo Andrefana (cf. Figure 1).

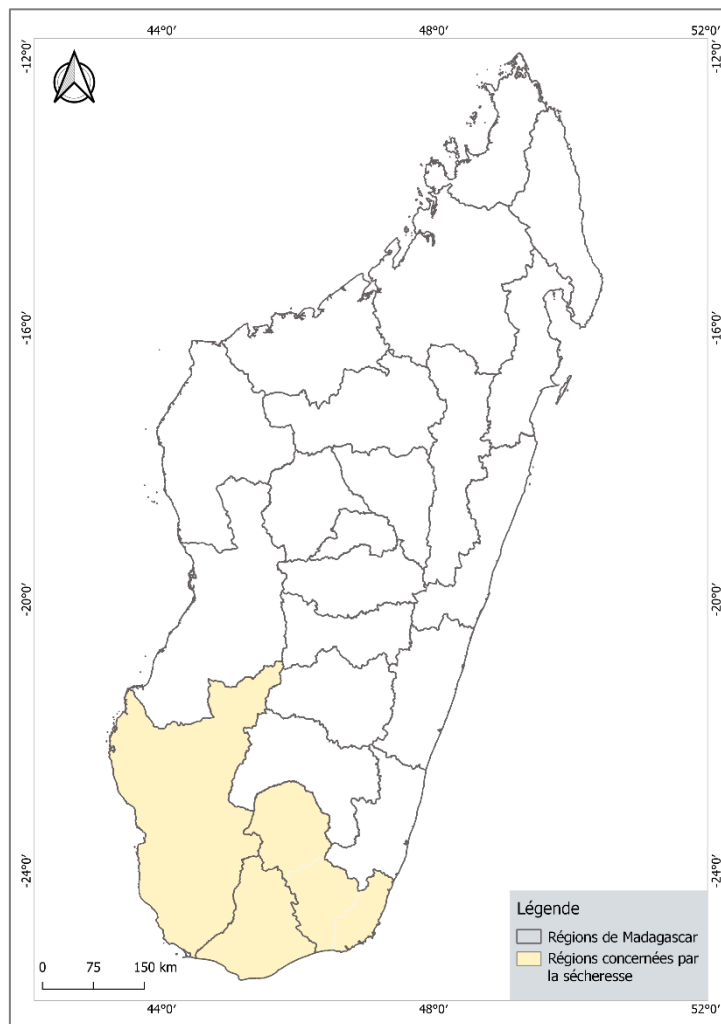


Figure 1 : Régions de Madagascar concernées par la sécheresse

Ces régions présentent déjà naturellement des conditions de semi-aridité. Mais depuis quelques décennies, elles subissent des épisodes de sécheresses de plus en plus marquées combinés aux effets du changement climatique, tels que la hausse de la température moyenne mondiale, le changement de régime des précipitations (IPCC, 2021). La menace du changement climatique est un fait réel qui ne peut plus être contesté. Le sixième rapport d’évaluation du GIEC affirme une augmentation des risques (vagues de chaleur extrêmes, précipitations extrêmes, sécheresses agricoles et écologiques plus intenses, fonte de la cryosphère, cyclones tropicaux plus violents,

...) par rapport aux résultats du cinquième rapport d'évaluation, pour un même niveau de réchauffement (IPCC, 2021). Il devient depuis de plus en plus au centre des préoccupations de la communauté internationale. Malgré le raffinement des recherches sur la modélisation du climat, de nombreuses incertitudes persistent quant aux effets possibles des modifications climatiques en cours et à venir, en particulier au niveau régional (Gameren *et al.*, 2014).

Le phénomène de sécheresse, comme le décrivent Thibaut et Ozer (2021), a une dynamique lente et une extension spatiale large, contrairement aux autres risques qui se produisent brutalement et localement. Il touche de nombreux secteurs de la société tels que les domaines de l'environnement, de l'économie et du social, et peut entraîner d'importants effets néfastes dont de graves crises d'insécurité alimentaire et de malnutrition qui affectent principalement les enfants. Il se manifeste par un déficit de précipitations entraînant la diminution des ressources en eau disponibles que ce soit de surface ou souterraines (Thibaut et Ozer, 2021).

Le déficit pluviométrique associé à des températures élevées affectent l'humidité du sol. L'agriculture est donc souvent le premier secteur touché. Il est en effet fortement sensible aux changements du climat étant donné l'influence importante des conditions climatiques sur les rendements agricoles (Watson *et al.*, 1996 in Boultif, 2018). Ainsi, les sécheresses longues et sévères peuvent causer des dégâts majeurs pour l'agriculture et affecter la sécurité alimentaire (Boultif, 2018 ; Kumar *et al.*, 2014). Par ailleurs, pour les populations du sud de Madagascar, le déficit pluviométrique n'est pas la seule cause météorologique qui aggrave potentiellement cette situation d'insécurité alimentaire. Sur la partie littorale, le régime des vents est décrit par les paysans comme un important facteur de risque de pertes agricoles. Des vents de sable très violents peuvent en effet ruiner les récoltes en quelques jours (Kiomba-Madio, 1998 ; Droy, 2004).

La précarité qui y règne pousse ainsi les populations à fuir pour rejoindre des zones plus propices où la nature offre diverses richesses à exploiter. Depuis la fin des années 2000, la migration est de plus en plus caractérisée comme une stratégie d'adaptation potentielle en réponse au changement climatique (Black *et al.*, 2011b). Les populations migrent parfois vers des zones très éloignées qui offrent des opportunités de travail, ou des zones à forte potentialité agricole ou minière, principalement des aires protégées. De tels déplacements de population peuvent avoir des conséquences néfastes sur la zone de destination par l'exploitation « abusive » des ressources naturelles (Rabemananjara, 2014).

Il est donc nécessaire d'identifier les impacts de la sécheresse et de détecter de manière précoce la fluctuation saisonnière des précipitations et de la disponibilité des eaux superficielles et souterraines, afin d'émettre des alertes anticipées relatives aux éventuelles pénuries d'eau et famines, ainsi qu'à leurs conséquences sur les populations. De telles informations pourraient servir d'éléments de décision pour planifier les interventions d'urgence et mettre en œuvre des mesures adéquates de gestion de la sécheresse. Elles seraient également utiles pour orienter, adapter et mettre en adéquation les différentes politiques sectorielles dans le Sud de Madagascar.

Pour ces raisons, nous avons décidé d'étudier la sécheresse et ses impacts sur les différents domaines de la société ainsi que la perception des populations face à cet événement, dans les communes de Sampona, Berano Ville et Tanandava Sud du district d'Amboasary Atsimo. Le risque de sécheresse étant davantage accentué par les effets du changement climatique tels que l'augmentation de la température moyenne globale, la perturbation des régimes pluviométriques (IPCC, 2021), il est impératif de mettre en œuvre des mesures adéquates afin de gérer cette catastrophe et d'en limiter les impacts négatifs. L'objectif du travail est ainsi de trouver des stratégies permettant de mieux gérer les risques et catastrophes liés à la sécheresse dans le Sud de Madagascar, et de gérer durablement les ressources en eau au vu du contexte actuel.

Plusieurs questions de recherche sont formulées : comment ont évolué les sécheresses dans la zone d'étude ? Comment impactent-elles la vie des communautés ? Les ressources en eau disponibles arrivent-elles à satisfaire les besoins des populations ? Comment ces dernières réagissent-elles face aux déficits hydriques ? Quelles mesures ont été adoptées pour y faire face ? Ont-elles été efficaces ? Que faudrait-il encore faire pour lutter contre la sécheresse et le changement climatique dans la zone d'étude ?

Toutes ces questions nous amènent à poser la problématique suivante au centre de ce travail : « quelles stratégies adopter pour mieux gérer les risques et catastrophes liés à des sécheresses récurrentes dans le Sud de Madagascar, en vue d'une gestion durable des ressources en eau ? ».

Pour apporter des éléments de réflexion pour répondre à notre problématique, trois hypothèses ont été étudiées :

- première hypothèse : les vagues de sécheresse sont de plus en plus récurrentes dans le Sud de Madagascar ;
- seconde hypothèse : la sécheresse impacte les ressources en eau et leurs utilisations par les ménages ;
- troisième hypothèse : les stratégies adoptées par les ménages ne sont pas suffisantes pour faire face à la sécheresse

Le présent document comporte quatre parties. La première décrit la zone étudiée et définit brièvement la notion de sécheresse. La deuxième partie traite des impacts de la sécheresse sur le quotidien et les activités de la population, à travers notamment leur perception du phénomène. La troisième partie présente les réponses et les mesures prises par la population face à celui-ci dont entre autres la migration. La quatrième partie propose quelques orientations pour améliorer la gestion de la sécheresse et instaurer une gestion durable des ressources en eau.

I.2 PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

I.2.1 LOCALISATION

Le district d'Amboasary Atsimo appartient à la région Anosy entre la latitude 25°02' Sud et la longitude 46°23' Est. Il est délimité au Nord par le district de Betroka, à l'Ouest par le district d'Ambovombe-Androy, au Sud par l'Océan Indien et à l'Est par le district de Tolagnaro (cf. Figure 2). Sa superficie est estimée à 10 173 km² (PRD, 2021) avec une densité de population

de **25,38** habitant/km² (RGPH-3, 2021 ; PRD, 2021). Le district se répartit en 16 communes avec environ 309 fokontany¹. Le district est relié au chef-lieu de la région Anosy par la route nationale 13.

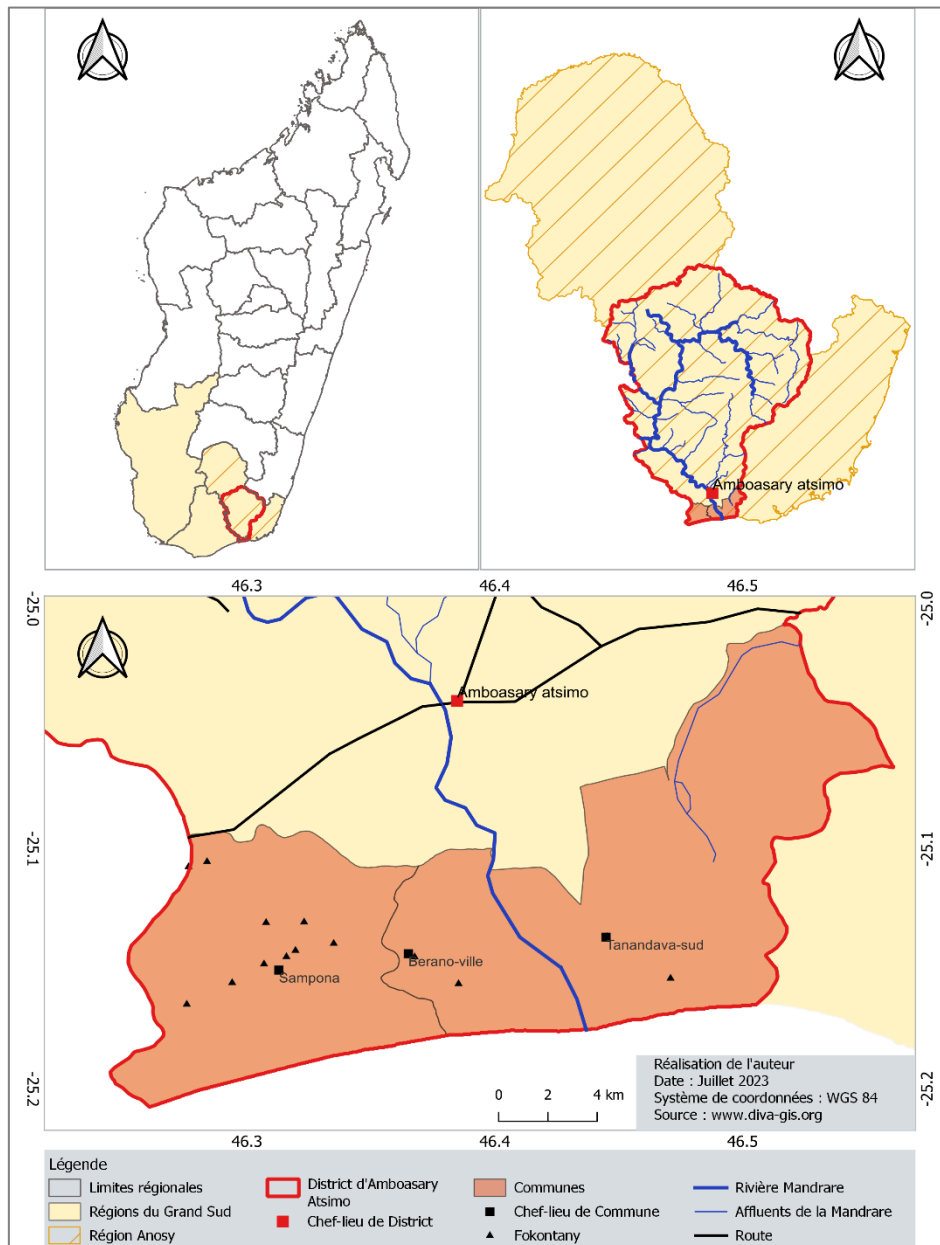


Figure 2 : Carte de localisation de la zone d'étude

I.2.2 CLIMAT

Le climat du sud de Madagascar est marqué par l'aridité (Canavesio, 2015 ; Donque, 1971). Sur le littoral au sud de Tuléar, le climat peut être considéré comme sahélien dans les secteurs les plus secs avec moins de 400 mm annuels (Bidou et Droy, 2007). Sur les hauts plateaux du centre-sud, le climat est légèrement plus humide (500-900 mm annuels), mais reste néanmoins rattaché au climat sahélo-soudanien (Canavesio, 2015 ; De Saint Sauveur, 1998).

¹ « Un *fokontany*, à l'origine, est un village traditionnel [malgache](https://fr.wikipedia.org/). Depuis sa définition officielle en 1976, il comprend soit des hameaux, des villages, des secteurs ou des quartiers » (<https://fr.wikipedia.org/>).

Le district d'Amboasary Atsimo est caractérisé par un climat de transition des régions sèches et des zones humides de la côte Est. Le régime pluviométrique est décroissant du Nord au Sud et varie entre 1200 mm et 400 mm. La partie nord dispose d'un climat tropical sub-semi-humide et chaud, avec une précipitation moyenne annuelle comprise entre 600 mm et 1200 mm. La partie centrale est caractérisée par un climat tropical sub-semi-aride et chaud où la sécheresse dure 7 à 8 mois avec une pluviométrie comprise entre 400 mm et 600 mm (Rasolofo et *al.*, 2014 ; Njakanirina, 2018).

Notre zone d'étude (partie sud du district d'Amboasary Atsimo) est soumise à un climat tropical semi-aride et chaud qui se distingue par l'instabilité de la pluviométrie. Il peut pleuvoir, quelques jours par mois avec des faibles précipitations annuelles ne dépassant pas 600 mm, ou pas du tout pendant l'année (Rasolofo et *al.*, 2014). L'année se divise généralement en deux saisons : une longue saison sèche ou « Asotry » du mois d'avril au mois de novembre et une courte saison pluvieuse ou « Asara » qui dure quatre mois maximum (Rehevera et *al.*, 2014).

La variation moyenne de température est de 15°C pendant la saison Asotry et 30°C en saison Asara. Ces variations sont dues à des mécanismes pluviogènes (Randriarimanana et *al.*, 2001). L'effet de foehn s'installe, en provenance des Hautes Terres, accentuant l'effet de continentalité. La Mousson s'estompe à partir de la barrière naturelle d'Ivakoany. Les cyclones et dépressions tropicales sont rares et ont peu d'effet pluviométrique. L'absence d'écran orographique favorise les vents desséchants sur la plaine côtière, diminuant en importance du Nord au Sud, à cause de sa position latitudinale (Randriarimanana et *al.*, 2001 ; Njakanirina, 2018)

Selon la période culturale, l'année peut être divisée en trois saisons (Rasolofo et *al.*, 2014) :

- la période de grande saison, de novembre à février correspondant à la période de grands travaux (travail du sol, semis, plantation) ;
- la période de récolte de mars à mai mais qui peut se poursuivre jusqu'en octobre selon les cultures ;
- la période de contre saison de juin à octobre, favorable aux cultures de patate douce, manioc et voanemba (niébé).

I.2.3 POPULATION

La population du district a été estimée à 258 241 habitants en 2018 (RGPH-3, 2021) avec une forte dominance des populations rurales par rapport à la population urbaine et un nombre de femmes sensiblement plus importants que les hommes (cf. Tableau 1).

Tableau 1 : Répartition de la population résidente selon le sexe et la zone

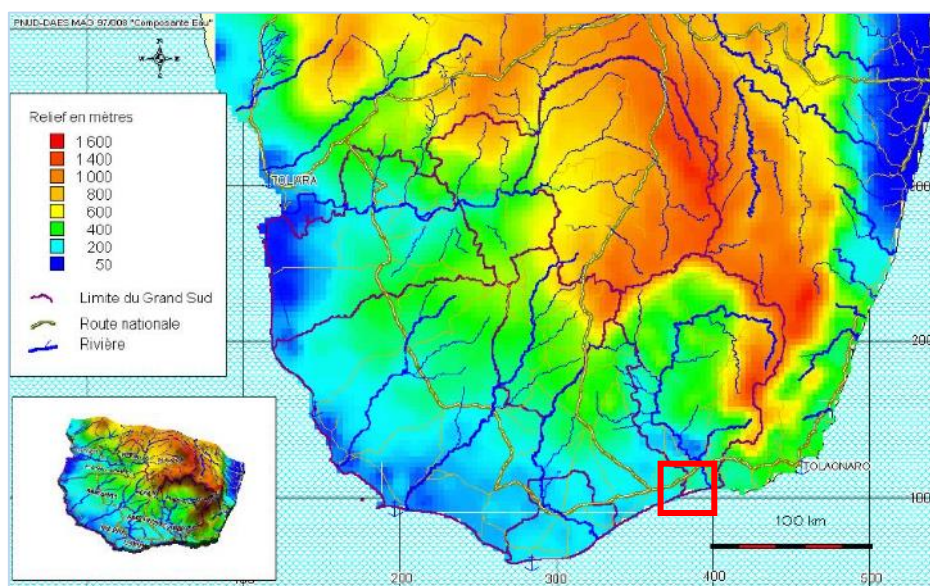
Région	District	Effectif			Sexe		Densité (hab/km ²)		
		Urbain	Rural	Ensemble	Homme	Femme	Urbain	Rural	Ensemble
Anosy	Tolagnaro	67 284	273 455	340 739	168 276	172 463	1 803,9	46,2	57,2
	Betroka	17 327	192 744	210 071	104 141	105 930	88,7	14,3	15,4
	Amboasary	45 989	212 252	258 241	124 887	133 354	213,5	21,9	25,38
	Atsimo								
	Total	130 600	678 451	809 051	397 304	411 747	291,4	23,3	27,4

Source : PRD, 2021 ; RGPH-3, 2021

I.2.4 ORO-HYDROGRAPHIE

Le district est délimité au Nord et à l'Est par des chaînes montagneuses peu accidentées avec une pente inférieure à 12 % dont le massif d'Ivakoany qui se prolonge par celui de Beampingaratra (chaîne anosyenne) en forme de fer à cheval (cf. Figure 3). Celles-ci génèrent un vaste bassin versant disséqué par plusieurs réseaux de rivières et ruisseaux qui se jettent dans le fleuve Mandrare. Quelques plaines étendues entourées de collines aux pentes plus ou moins fortes dont l'altitude est comprise entre 100 m et 400 m s'observent à l'intérieur de la grande cuvette (Njakanirina, 2018 ; SRAT Anosy, 2012 ; Randriarimanana., 2001).

L'hydrographie est composée par le fleuve Mandrare qui traverse le district d'Amboasary Atsimo pour se jeter dans l'océan Indien. Il prend sa source vers 1800 m dans la montagne de Beampingaratra (ANDEA, 2003) et ses principaux affluents sont : le Manambelo, au Nord-Est, l'Andratina, le Sakamahasoa et l'Ikonda à l'Ouest, le Mananara au Sud-Est, le Tsivory au Nord. Ces affluents naissent tous dans la zone cristalline haute du Massif de l'Ivakoany et des versants Ouest de la chaîne anosyenne (Njakanirina, 2018 ; Randriarimanana, 2001). Il est l'un des rares fleuves dans le Sud du pays à régime semi-permanent avec une longueur d'environ 270 km et draine un bassin versant d'environ 12.750 km² de superficie (ANDEA, 2003). Le débit maximal de crue est de 7.200 m³/s, le débit moyen est de 65 m³/s (Pera, 2006).



I.2.5 GEOLOGIE

La géologie du Grand Sud de Madagascar est constituée principalement de cinq types de formation (cf. Figure 4) (Njakanirina, 2018 ; Pera, 2006 ; Randriarimanana et *al.*, 2001 ; Bied-Charreton, 1981) à savoir :

- le système androyen qui couvre les plus grandes surfaces ; il est caractérisé par la présence de leptynites à cordiérites, pyroxénites et wernerites ;
- les roches volcaniques créacées reposant sur un relief caractérisé par des tables et crêtes rhyolitiques (900 m) et cernant une cuvette basaltique dans laquelle s'observe un relief

rhyolitique abrupt ; cette zone géologique se situe dans le massif volcanique de l'Androy ;

- les concrétions et cuirasses dans le massif de l'Ivakoany et les chaînes anosyennes, formées surtout par du granite, granite migmatite et migmatite granitoïde ;
- les alluvions, le long du fleuve Mandrare et de ses affluents ;
- le dépôt quaternaire de sables roux et blanc et formations dunaires plus ou moins rubéfiées dans la zone littorale.

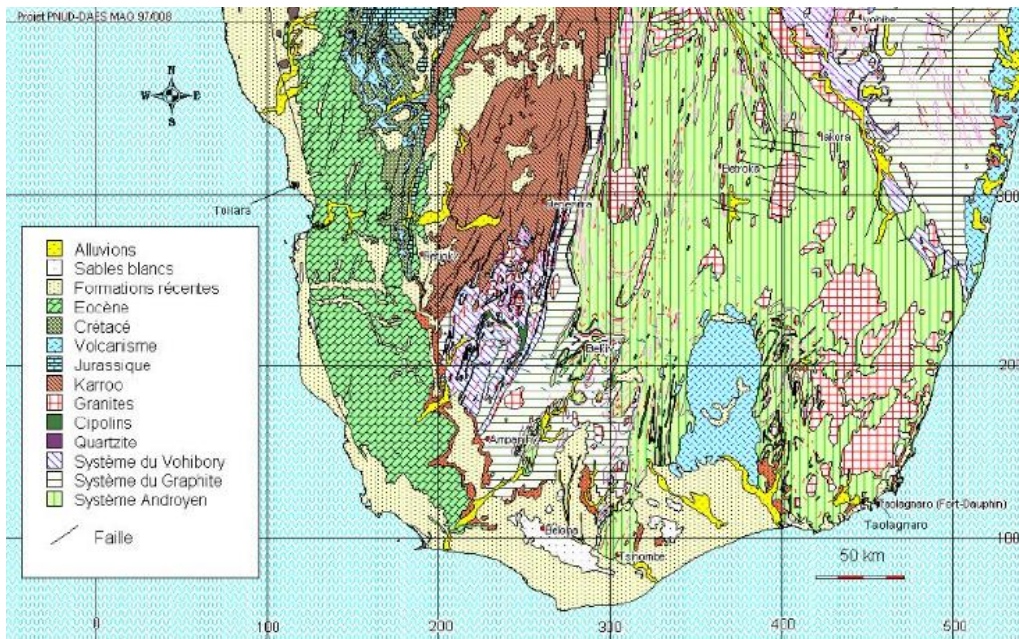


Figure 4 : Carte géologique de la zone d'étude (Source : ANDEA, 2003)

I.2.6 PEDOLOGIE

On distingue différents types de sol dans le district d'Amboasary Atsimo (Randriarimanana et *al.*, 2001) :

- complexes sols ferrugineux tropicaux et peu évolués qui occupent la majorité du district ;
- complexes lithosols et sols peu évolués ;
- sol sur roches volcaniques ;
- sols peu évolués alluviaux plus ou moins hydromorphes le long du fleuve Mandrare ;
- sols peu évolués sableux et dunaires.

Ces sols sont particulièrement pauvres, peu ou pas humifères (Randriarimanana et *al.*, 2001) avec une perméabilité bonne à forte. La plupart, meubles et mal protégés par la végétation, sont très sensibles à l'érosion hydrique et à l'action mécanique du vent. L'action desséchante de ce dernier augmente considérablement l'évapotranspiration potentielle.

I.2.7 VEGETATION

En général, la formation végétale est composée de fourrés xérophiles à *Olioliéracées* et *Euphorbia* sur la bande côtière, et d'une prairie (ou savane) communément désignée pseudo steppe à graminées à l'intérieur des terres, sur les plateaux et leur bordure (ANDEA, 2003).

Ainsi dans la partie Nord du district se développe la savane à strate herbacée à *Hétéropogon conturtus* (Ahidambo), *Eragrostis tenella* (ahipoty) et *Hyparrhénia rufa* (vero). Elle est traversée par des galeries de forêt sèche à caractère semi-caducifoliée dont *Adansonia grandidieri* (Renala), *Adansonia fony* (Fony) et les *Dalbergia sp.* (Manary) ainsi que des savanes arbustives à base de *Poupartia caffra* (sakoa), *Tamarindus indica* (kily), *Albizia bernieri* dont la hauteur peut atteindre 15 m.

Au centre, la végétation est composée de fourrés plus ou moins dégradés et de forêt dense sèche (Randrianjanaharizaka, 2005). On y rencontre les espèces suivantes : *Didiera grandidieri* (Sogno), *Salvadora angustifolia* (Sasavy), *Euphorbia laroo* (Laro), *Euphorbia stenoclada* (famata), *Acacia fanersiana* (Roy) et *Alluaudia procera* ou fantsiolotra (Randriarimanana et al., 2001).

L'extrême Sud est dominé par la mosaïque de culture et des galeries de forêt de cactus et de *Flacourtia indica* (lamonty) et de *Cynodon dactylon* ou Fandrotrarana (BD 500 FTM cité par Njakanirina, 2018 ; Randrianjanaharizaka, 2005).

En général, l'espace agropastoral est constitué par les savanes herbacées. Dans les zones de faible altitude, on rencontre des végétaux hétérogènes (Randrianariveloseheno et al., 2014). En saison sèche, l'affouragement au cladode de cactus constitue une alternative pour le bétail (Razanadrainy, 2011).

I.3 NOTION DE SECHERESSE

La sécheresse est un phénomène complexe qui gagne de l'ampleur au niveau mondial et touche une grande partie des pays dans le monde, y compris Madagascar.

Selon l'Organisation Mondiale de la Météorologie (OMM) en 1975, elle est définie comme étant « un déficit, à long terme, de précipitations par rapport à la moyenne, affectant une grande zone pour une ou plusieurs saisons ou années, ce qui réduit considérablement la production primaire dans les écosystèmes naturels et agricoles » (Boultif, 2018, p 78).

Si la notion de sécheresse est un concept flou (Dorize, 1990), les spécialistes s'accordent en général pour dire qu'un cumul de précipitations légèrement inférieur aux moyennes n'est pas suffisant pour caractériser une sécheresse. Il faut en effet que ce déficit soit marqué par une forme d'exceptionnalité (intensité, durée, extension spatiale) (Canavesio, 2015)

Toutefois, il est nécessaire de distinguer la sécheresse de l'aridité. L'aridité est un phénomène qui se rapporte à une notion de spatialité. Elle est le résultat de conditions météorologiques normales (Thibaut, 2020 ; Canovas, 2016). Tandis que la sécheresse, se référant à un concept de temporalité, est un phénomène exceptionnel qui conduit à un déficit hydrique inhabituel (Thibaut, 2020).

Du fait de sa complexité, plusieurs définitions ont été admises pour caractériser la sécheresse. Ainsi, quatre types de sécheresses ont été identifiés :

- la sécheresse météorologique (ou atmosphérique), correspondant à une période variable (un mois à plusieurs années) durant laquelle les précipitations sont inférieures à la normale (Szczypta, 2012) ;
- la sécheresse agricole (ou pédologique), survient quand il n'y a pas assez d'humidité pour les cultures et la végétation dans les couches superficielles du sol ; elle considère donc le bilan hydrique du sol, lequel est conditionné par les précipitations au cours de la saison de végétation, des températures élevées et des vents secs, qui interviennent sur la physiologie des plantes et les flux du bilan hydrique via l'évapotranspiration. (Itier et Seguin, 2007) ;
- la sécheresse hydrologique, survient lorsque le niveau des réserves d'eau disponibles dans les nappes aquifères, lacs et réservoirs descend au-dessous de la moyenne ; le seuil peut être atteint même avec des précipitations normales ou au-dessus de la moyenne lorsque l'eau est détournée pour une autre zone géographique, qu'elle est surexploitée avec un dépassement des capacités de la nappe ou des réservoirs à se renouveler, ou encore quand les conditions d'alimentation des nappes perméables du sol ne sont plus réunies (Ramahandry, 2019) ;
- la sécheresse socio-économique, reflète la relation entre l'offre et la demande de certaines denrées économiques (eau, fourrage pour le bétail, énergie hydroélectrique) qui sont tributaires des précipitations (Ramahandry, 2019) ; elle survient lorsque la demande excède l'offre à cause d'un manque hydrique lié aux conditions climatiques (Layelman, 2008).

L'évolution de la sécheresse météorologique vers les autres types de sécheresse est conditionnée par la nature du sol, la végétation, le fonctionnement hydrologique des différents aquifères ou encore l'incapacité des systèmes sociétaux à répondre à la demande en eau (cf. Figure 5).

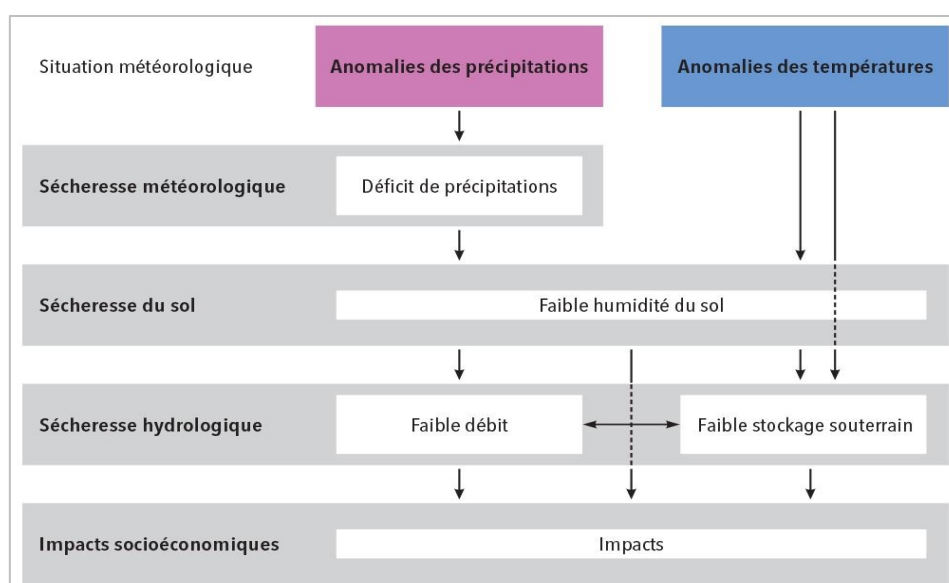


Figure 5 : Propagation entre les types de sécheresse
(Source : Van Loon, 2015 ; Van Loon, 2013)

PARTIE II. METHODOLOGIE

Une étude bibliographique approfondie a été réalisée avant et tout au long de ce travail. La recherche a été menée sur la base des mots clés principaux suivants : sécheresse, impacts, température, populations, stratégies et eau. Des ouvrages scientifiques, rapports, documents de projets, résultats d'autres travaux de recherche ont été consultés lors de la réalisation de cette étude. La bibliographie a permis d'avoir un champ réflexif plus vaste sur le sujet.

II.1 CHOIX DE LA ZONE D'ETUDE

Madagascar est touchée chaque année par différentes catastrophes naturelles ou anthropiques (cyclone, inondation, sécheresse, déforestation, feux de brousse, etc.). La sécheresse dans le sud de Madagascar est un aléa qui a pris de l'ampleur depuis quelques décennies et la vulnérabilité des populations augmente de jour en jour. Nous avons choisi d'étudier ce phénomène dans la région Anosy précisément dans le district d'Amboasary Atsimo, au détriment de la région Androy où la plupart des études ont été menées en matière de sécheresse. Le choix de la zone d'étude a été fait en deux étapes : l'identification des communes puis des fokontany. Il est basé sur un ensemble de critères explicités ci-après. La documentation et la discussion avec les personnes ressources ont premièrement permis de mettre en évidence les communes les plus touchées par la sécheresse. Ces communes ont ensuite été recoupées avec les zones d'intervention de certains projets de développement œuvrant dans le district. Ces projets interviennent dans les communes les plus vulnérables à la suite de la crise de 2020-2021, et les appuient en matière de nutrition, de distribution de semences et d'élevage caprin et avicole. Donc leurs communes d'intervention sont assimilées à celles qui sont les plus touchées par la sécheresse. La situation sécuritaire s'étant détériorée depuis quelques années dans le district – celui-ci est reconnu comme une zone à « dahalo » (voleurs de troupeaux de zébus, le plus souvent violents) –, un critère « sécurité » a également été considéré dans le choix de la zone d'étude. Les communes ont été pondérées sur la base de ces critères et celles qui ont plus de points ont été retenues (cf. Tableau 2). Ceci a amené à définir comme zone d'étude trois communes rurales à savoir Sampona, Tanandava Sud et Berano Ville. Ces communes littorales et contigües à la région Androy, sont classées parmi les zones à climat semi-aride et chaud (Rasolofo et *al.*, 2014).

Tableau 2 : Sélection des communes d'étude

Communes	Critères de sélection des communes			Total
	Selon la documentation	Selon les projets	Selon la sécurité	
Amboasary Atsimo	1	1	3	5
Behara	3	3	1	7
Ebelo	2	3	1	6
Elonty	2	2	2	6
Esira	2	3	2	7
Ifotaka	3	3	1	7
Mahaly	2	2	2	6
Manevy	2	2	2	6
Maromby	2	2	2	6

Marotsiraka	2	2	2	6
Ranobe	2	2	2	6
Sampona	3	3	3	9
Tanandava Sud	3	2	3	8
Tomboarivo	2	2	2	6
Tranomaro	3	3	1	7
Tsivory	2	2	2	6
Mahabo	21	3	2	7
Berano Ville	3	3	3	9

N.B : 1 : faible ; 2 : moyen ; 3 : élevé

Ensuite les fokontany d'intervention ont été déterminés à partir des informations des personnes ressources comme l'accessibilité, les problèmes d'insuffisance en eau dans le fokontany. L'entretien avec le Maire (pour Sampona et Tanandava sud) et l'Adjoint au Maire (pour Berano Ville) a permis d'identifier les fokontany les plus touchés par la sécheresse et les plus accessibles. Compte tenu du temps imparti pour les travaux de collecte de données, quinze fokontany sur 165 ont été choisis pour atteindre l'objectif de 226 ménages à enquêter (cf. section II.2.1 Enquête par questionnaire). Mais il a été ajusté à seize à cause de l'absence de certains ménages lors de notre visite dans le fokontany Tananadava I.

II.2 COLLECTE DE DONNEES

L'étude a été réalisée à partir de données primaires récoltées sur le terrain et secondaires obtenues auprès d'institutions publiques et privées. Pour la collecte de données primaires, des enquêtes individuelles par questionnaire auprès de la population ont été menées. Des entretiens, réalisés sur la base d'un guide d'entretien avec les chefs de village, ont complété les enquêtes par questionnaire. La collecte de données a duré deux semaines, avec l'assistance de trois enquêteurs locaux. Les enquêteurs locaux ont facilité l'introduction sur le terrain, la communication avec les enquêtés et l'obtention d'informations auprès des enquêtés. Le choix Les enquêteurs ont été choisis sur base des critères suivants : une bonne connaissance des fokontany d'intervention, un niveau d'éducation de baccalauréat au minimum, une bonne capacité de communication. Le travail d'enquêteur a été rémunéré à 30.000 Ariary la journée soit environ 6,80 euros.

Les enquêteurs ont été préalablement informés de l'objectif du travail et du contenu du questionnaire ainsi qu'à la manière de procéder à la collecte des données. Après la séance de formation, chaque enquêteur a pu tester le questionnaire lors d'une simulation durant laquelle je jouais le rôle de l'enquêté afin d'évaluer leur compréhension des questions. Ensuite lors des premières enquêtes, chaque enquêteur a été assisté individuellement pour assurer la cohérence de son approche et la bonne compréhension de la démarche par les enquêtés. Une pré-enquête a été menée pour déterminer la taille de l'échantillonnage (cf. section II.2.1 Enquête par questionnaire).

II.2.1 ENQUETE PAR QUESTIONNAIRE

Le questionnaire a permis de collecter des informations sur les indicateurs de la sécheresse, des perturbations du climat et de la disponibilité des ressources en eau au niveau des ménages (cf. [Annexe 2 : Questionnaire](#)). Ces informations se rapportent essentiellement sur leur perception de la sécheresse et de l'évolution de la quantité de précipitations, leurs usages des ressources en eau, le lieu où ils collectent l'eau, leur satisfaction par rapport à la quantité d'eau disponible, les impacts de la quantité d'eau actuellement disponible et les mesures entreprises pour limiter ces impacts. L'entretien au niveau des ménages a également permis de déterminer si, le cas échéant, ils avaient l'intention de migrer pour une quelconque raison ou non. Dans le cadre de l'étude de perceptions, nous avons choisi de poser les questions sur les années les plus récentes (il y a 10 ans, 5 ans et l'année passée) pour permettre aux enquêtés de fournir des informations fiables sur les phénomènes antérieurs vécus.

Une enquête préliminaire a été menée sur 22 ménages sélectionnées au hasard dans les trois communes pour déterminer la taille de l'échantillon. Elle a permis de connaître la proportion p de personnes qui perçoivent une intensification de la sécheresse (82 % dans cette étude). La taille n de l'échantillon a été calculée par la formule suivante (Agbo *et al.*, 2017, Dagnelie, 1998) :

$$n = \frac{\left(U_{1-\frac{\alpha}{2}}\right)^2 * p (1 - p)}{\delta^2} \quad (1)$$

Avec n la taille de l'échantillon ; p la proportion des personnes ayant ressenti l'intensification de la sécheresse ; $U_{1-\frac{\alpha}{2}}$ la valeur de la variable aléatoire normale pour un risque α ($\alpha=0,05$; $U_{1-\frac{\alpha}{2}} = 1,96$) et δ la marge d'erreur prévue pour chaque paramètre à calculer ($\delta=5\%$).

En appliquant la formule, un échantillon composé de 226 ménages a été obtenu. Mais étant donné l'absence de certains ménages lors de notre visite, il a été ajusté à 224 ménages. Ainsi les 224 ménages ont été répartis sur les fokontany identifiés, d'où le nombre de 15 ménages par fokontany. Les quinze ménages ont été choisis aléatoirement sur la liste des habitants dans chaque fokontany. Des points ont été générés aléatoirement sur Excel et les positions obtenues ont été retenues et repérées dans la liste. Pour des raisons d'absence de certains enquêtés lors de notre visite, l'objectif de nombres d'enquêtés par fokontany n'a pas été respecté pour certains fokontany (cf. [Tableau 3](#)). Les travaux d'enquête ont débuté par une visite de courtoisie auprès du Chef de fokontany, et chaque enquête au niveau du ménage par une brève introduction sur l'objectif. Une enquête durait en moyenne 40 à 45 minutes et était réalisée selon le dialecte local (dialecte Antandroy).

Tableau 3 : Nombre de ménages enquêtés par fokontany dans la zone d'étude

Commune	Fokontany	Nombre de ménages enquêtés
Sampona	Manindra	15
	Sampona centre	12
	Ambahy Ianakafy	15
	Nasambola centre	15

	Ankilidongo Ezambe	15
	Sihanakara	15
	Ankilimanara	15
	Mieba	15
	Manjapasy	15
	Elanja centre	15
	Beroroha	13
	Voavoto	15
Berano Ville	Ampotobato	15
	Manitsevo	15
Tanandava sud	Vohibary	10
	Tanandava I	10
<i>03 communes</i>	<i>16 fokontany</i>	<i>224 ménages enquêtés sur 2741 ménages</i>

II.2.2 ENTRETIEN AVEC LES CHEFS DE VILLAGE

Des entretiens ont été réalisés avec les chefs de villages et plusieurs personnes ressources telles que les anciens du village. L'entretien semi-directif a été utilisé afin d'obtenir un point de vue non orienté et relativement libre de l'interviewé (Olivier de Sardan, 2003 ; Watterman, 2020). Les différents entretiens ont permis d'avoir un aperçu historique de l'évolution de la sécheresse et de la disponibilité en eau permettant ainsi de déterminer les conditions – et l'évolution de celles-ci – qui poussent les gens à migrer. Ils ont également permis d'avoir une première évaluation de l'importance du flux migratoire dans le village au cours du temps.

A chaque visite de courtoisie auprès des Chefs de fokontany, les enquêteurs m'ont introduit et ont expliqué l'objectif du travail. Après l'introduction, ces derniers sont partis pour effectuer les enquêtes et je suis restée pour réaliser les entretiens (cf. Annexe 1 : Guide d'entretien). Ils ont été systématiquement menés selon la langue officielle. Ils ont duré en moyenne une à une heure et demie. L'entretien était censé se dérouler uniquement avec le chef du fokontany ou l'ainé du village, mais dans la plupart des cas d'autres personnes y ont assisté. Au final, ceci a permis d'enrichir davantage la discussion et diversifier les points de vue des individus.

II.3 ANALYSE DES EPISODES DE SECHERESSE

II.3.1 PARAMETRES METEOROLOGIQUES

L'analyse des paramètres météorologiques notamment les précipitations a permis de mettre en exergue la sécheresse dans la zone d'étude. Une courbe des précipitations annuelle a été dressée pour examiner l'évolution de la tendance sur la période 1991 à 2021. Outre la courbe des précipitations, une courbe des températures a également été réalisée sur la même période. La précipitation et la température sont les composantes qui déterminent la sécheresse météorologique. Des températures élevées associées à un déficit pluviométrique favoriseront l'évapotranspiration et augmenteront davantage l'intensité de la sécheresse.

Par ailleurs, l'Indice standardisé de précipitation (SPI) a été utilisé pour déterminer la sécheresse météorologique. Le SPI-12 a servi pour caractériser les années sèches. Cet indice permet de quantifier l'écart des précipitations au cours d'une période par rapport aux

précipitations moyennes historiques de la période (Mckee et *al.*, 1993). Il est normalisé de sorte que les climats plus humides et plus secs sont représentés de la même manière (Mckee et *al.*, 1993). Une valeur positive de SPI indique un surplus pluviométrique et une valeur négative indique un déficit. Le SPI est donné par la formule :

$$SPI = \frac{(Pi - Pm)}{\sigma}$$

Où : Pi : précipitation totale annuelle (mm)

Pm : Précipitation moyenne historique au cours de la période (mm)

σ : écart-type des précipitations au cours de la période

L'intensité de la sécheresse est déterminée pour les valeurs de SPI, selon les catégories suivantes :

Tableau 4 : Interprétation des valeurs de la sécheresse (Mckee et *al.*, 1993)

Valeur de SPI	Degré de sécheresse
0 à -0.99	Sécheresse légère
-1.00 à -1.49	Sécheresse modérée
1.50 à -1.99	Sécheresse forte
≤ -2.00	Sécheresse extrême

Les données météorologiques utilisées sont des séries chronologiques issues de données satellitaires CHIRPS corrigées à partir des données de douze stations synoptiques (Antananarivo ville, Ivato, Diégo, Tamatave, Sainte-Marie, Majunga, Antsirabe, Morondava, Maintirano, Fianarantsoa, Tuléar, Tolagnaro).

II.3.2 ANALYSE DES PERCEPTIONS DES POPULATIONS

L'état de la sécheresse dans la zone d'étude a également été évaluée à travers la perception des populations sur la notion de sécheresse, sur les précipitations et leur éventuelle évolution dans le temps, ainsi que sur leur ressenti vis-à-vis de la disponibilité des eaux souterraines et/ou superficielles. Dans le cas des précipitations, les paramètres abordés ont été la quantité de pluie tombée à l'année, le nombre de jours de pluie et le début de la saison des pluies.

Deux types d'analyse ont été réalisés sur ces informations collectées. La première est une analyse descriptive. Le calcul des fréquences (pourcentages) pour chaque modalité des variables qualitatives et des paramètres de position et de dispersion pour les variables quantitatives a été effectué. La seconde est une analyse inférentielle. Dans la partie inférence, le test chi-deux d'indépendance de Pearson a été utilisé pour comparer les proportions des variables qualitatives. Les déterminants de la perception sur la tendance de la sécheresse, des précipitations, de la disponibilité de l'eau, etc. ont été obtenus par la régression logistique binaire et multinomiale. La régression logistique binaire concerne les variables dépendantes binaires ou dichotomiques (par exemple le fait de migrer ou non, l'intention de migrer ou non, la satisfaction des besoins en eau ou non, l'augmentation ou la diminution des précipitations, etc.) (cf. Tableau 5). Le principe de la régression logistique binaire est proche de celui de la

régression linéaire simple. Ainsi, la régression logistique binaire peut donc s'écrire par extension selon la forme suivante (équation 1) :

$$Y = aX + b + \varepsilon \quad (1)$$

Avec Y prenant la valeur 1 lorsque la probabilité qu'un agriculteur perçoive un indicateur de perturbations climatiques ou qu'il a l'intention de migrer, est maximale et 0 dans le cas contraire ; a et b sont des paramètres du modèle représentant respectivement l'ordonnée à l'origine, le coefficient ε le bruit. Dans notre cas, les coefficients ont été transformés en rapport de cote ou *odd ratio* (OR). Pour comprendre l'OR, considérons un exemple où la variable à expliquer Y est la perception de la sécheresse par une personne donnée. Le rapport de cote (OR) associé à la variable d'utilité (X) correspond à l'exponentielle du coefficient β . Ce coefficient β correspond donc au logarithme de l'*odd ratio* ($\beta = \log(OR)$) mesurant l'association entre la variable explicative (X) et la variable dépendante binaire (Y) c'est-à-dire la perception de la sécheresse. Dans le cas d'une telle régression logistique simple, la fonction a une forme sigmoïde (équation 2) :

$$P(U + | X) = f(X) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta X + \varepsilon)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta X + \varepsilon)} \quad (2)$$

Dans l'équation 2, $P(U + | X)$ est la probabilité pour une personne de percevoir l'évolution de la sécheresse ($U +$) si la variable X est prise en compte et $f(X)$ est la fonction logistique. La mise en œuvre d'une régression logistique permet d'obtenir des coefficients β (et ainsi les OR) assortis de leur intervalle de confiance (généralement à 95 %), ainsi qu'un test de significativité. Une *odd ratio* est significative lorsque la valeur de la probabilité critique est inférieure au seuil de 5 % ou 0,05.

Par ailleurs, l'OR mesure la dépendance entre deux variables. Celui-ci est toujours positif. Lorsqu'il vaut 1, les deux variables sont indépendantes. Par contre, un OR est proche de 0 ou de $+\infty$ indique que les variables sont dépendantes ou liées entre elles (Aminot and Damon, 2002; El Sanharawi and Naudet, 2013). En pratique, l'OR est interprété de la manière suivante : un OR plus grand que 1 signifie une augmentation des chances (forte probabilité) pour une catégorie donnée d'individus de percevoir le phénomène (perception de la sécheresse, de la tendance des précipitations, satisfaction des besoins en eau, etc.) tandis qu'un OR inférieur à 1 indique une diminution des chances (diminution de la probabilité) de percevoir ce phénomène (Desjardins, 2005).

Dans notre cas, la régression logistique binaire a été réalisée en suivant la procédure GLM (Generalized Linear Model) du package *MASS*. Les variables explicatives significatives pour la variable dépendante ont été obtenues par une analyse de la variance (ANOVA) appliquée sur le modèle logistique contenant l'ensemble des variables explicatives (cf. Tableau 6). Les coefficients de régression pour les variables significatives ont été transformés en OR en utilisant le package *questionr* (Kennedy, 2020). Pour la régression multinomiale (variables à plus de 2 modalités), le package *nnet* a été utilisé. Les effets marginaux des variables explicatives significatives dans une régression logistique multinomiale ont été représentés graphiquement à

l'aide du package *effects*. L'ensemble des modèles logistiques binaires et multinomiaux ont été réalisés grâce au logiciel R 4.1.2 (R Core Team, 2021).

Tableau 5 : Variables dépendantes (à expliquer) dans le cadre des perceptions

Indicateurs	Variables	Modalités de la variable
Perception de la sécheresse	Année passée	Oui, Non
	Il y a 5 ans	Oui, Non
	Il y a 10 ans	Oui, Non
Intensité de la sécheresse	Future	Atténuation, Intensification, Stabilité, Aucune idée
Quantité des précipitations	Année passée	Augmentation, Diminution
	Il y a 5 ans	Augmentation, Diminution
	Il y a 10 ans	Augmentation, Diminution
Nombre de jours de pluies	Année passée	Augmentation, Diminution
	Il y a 5 ans	Augmentation, Diminution
	Il y a 10 ans	Augmentation, Diminution
Début de la saison	Année passée	Retard, Avancement
	Il y a 5 ans	Retard, Avancement
	Il y a 10 ans	Retard, Avancement
Disponibilité de l'eau des rivières	Année passée	Augmenté, Stable, Diminué
	Il y a 5 ans	Augmenté, Stable, Diminué
	Il y a 10 ans	Augmenté, Stable, Diminué
Disponibilité de l'eau dans les puits	Année passée	Augmenté, Stable, Diminué
	Il y a 5 ans	Augmenté, Stable, Diminué
	Il y a 10 ans	Augmenté, Stable, Diminué
Satisfaction des ménages	Besoins domestiques	Oui, Non
	Besoins pour l'agriculture et l'élevage	Oui, Non

Tableau 6 : Variables explicatives ou indépendantes considérés dans la modélisation des perceptions

Variabes	Modalités	Modèles concernés
Communes	Berano Ville, Sampona, Tanandava sud	Modèle binaire (perceptions) et multinomiale (satisfaction des besoins en eau)
Sexe	Masculin, Féminin	
Classes d'âge (ans)	18-25, 26-39, 40-49, 50-65, > 65	
Situation maritale	Marié (e)s, Non Marié (e)s	
Ethnie	Antandroy, Tantsimo	
Activité principale	Agriculteurs, Main d'œuvre, Autres	
Niveau d'éducation	Analphabète, Primaire, CEG, Lycée	
Niveau de vie	Elevé, Moyen, Faible, Très faible	
Taille de ménage	0-5, 6-10, > 10	
Types de sources	Rivières, Puits, Les deux à la fois	
Distance entre le ménage et la source d'eau	1-5km, 6-10km, 11-15 km, Plus de 15 km	
Durée du trajet entre la source d'eau et le ménage	30min-1h, 1-3h, 4-6h, Plus de 6 h	
Moyens de transport de l'eau	Dos, Bicyclette, Charette	

II.4 ANALYSE DES IMPACTS DE LA SECHERESSE

Dans la démarche de vérification de la seconde hypothèse, selon laquelle «la sécheresse impacte les ressources en eau et leurs utilisations par les ménages », il a d'abord été nécessaire d'établir les impacts de la sécheresse sur le quotidien des ménages et leurs activités, notamment concernant l'eau et son utilisation, et les conséquences qui en découlent. Ensuite les besoins en eau des ménages ont été évalués en leur demandant s'ils étaient satisfaits ou non.

II.4.1 IMPACTS DE LA SECHERESSE ET MESURES

Les impacts de la sécheresse ont été étudiés à travers les impacts sur la vie quotidienne et sur les activités des ménages, via des enquêtes par questionnaire. Pour décrire les impacts de la sécheresse sur la vie quotidienne, les questions ont été axées sur les aspects suivants : alimentation, social et sanitaire, déplacement de population. Pour les impacts au niveau des activités, les questions concernaient principalement l'agriculture, l'élevage et les revenus du ménage. Les données sont essentiellement qualitatives.

II.4.2 BESOINS ET SATISFACTION DES BESOINS EN EAU

L'eau est un élément vital. Elle est destinée à une multitude d'usages dont la consommation (humaine et animale), la cuisson, le lavage, l'arrosage ou encore l'irrigation des cultures. Dans notre étude, les besoins en eau de la population dans un contexte d'aridité ont été recensés. La satisfaction de ces besoins a été évaluée en termes de quantité et de qualité à travers l'appréciation des enquêtés et les raisons de l'éventuelle non-satisfaction.

II.4.3 PERCEPTION SUR LES FLUCTUATIONS DU NIVEAU D'EAU

La perception des usagers sur l'évolution du niveau des rivières ou des puits a également été étudiée. Les ménages qui utilisent l'eau prélevée au niveau de la rivière ont été questionnés par rapport à la fluctuation de la quantité de l'eau dans la rivière tandis que ceux qui puisent l'eau au niveau des puits ont été interrogés par rapport à la fluctuation dans les puits.

Ensuite le test chi-deux d'indépendance et la régression logistique multinomiale (trois modalités : Augmenté, Stable et Diminué) a été appliquée pour connaître les déterminants de la perception sur les fluctuations du niveau des rivières et des puits (exemple le niveau d'étude, le niveau de vie, etc.). Les variables explicatives ont été considérées comme significatives lorsque la *p-value* associée est inférieure au seuil de 5 % (0,05).

II.5 ANALYSE DES REPONSES DES MENAGES FACE A LA SECHERESSE

Pour vérifier la troisième hypothèse, nous avons étudié les mesures que les ménages adoptent pour répondre de manière efficace à la sécheresse et à ses impacts.

Si les mesures mises en place sont efficaces, cela signifie que les ménages répondent bien à la sécheresse. Dans le cas contraire, on peut dire qu'ils ne sont pas capables ou éprouvent des

difficultés à faire face à la sécheresse et qu'il est donc nécessaire d'investiguer d'autres stratégies susceptibles de les rendre plus résilientes face aux pénuries d'eau.

II.5.1 MESURES PRISES PAR LES MENAGES POUR FAIRE FACE A LA SECHERESSE

Face aux impacts de la sécheresse sur la vie quotidienne et sur les activités des ménages, les comportements adoptés et les mesures prises au niveau des ménages ont été questionnés. L'efficacité de ces mesures prises a ensuite été déterminée en demandant aux enquêtés si elles ont été efficaces ou non. Elle permet d'estimer en quelque sorte leur résilience face à la sécheresse.

II.5.2 MIGRATION COMME REPONSE A LA SECHERESSE

La pertinence de la relation entre sécheresse et crises migratoires est encore un sujet à débat. D'autres auteurs s'interrogent sur le rôle que jouent les facteurs « naturels » dans les migrations de survie dans le Sud de Madagascar face aux autres facteurs (sociaux, climatiques, économiques). Cependant, certaines recherches (Thibaud, 2010 ; Emqvist et *al.*, 2007 ; Bidou et Droy, 2007) semblent montrer que la variabilité climatique, et notamment l'intensification des sécheresses, constituerait un rôle clé dans le déclenchement des migrations de survie dans le sud de Madagascar (Canavesio, 2015). Bien que les migrants soient souvent dépeints comme des victimes dans le contexte du changement climatique, les preuves empiriques montrent également que, face au stress environnemental et climatique, la migration est une stratégie commune des ménages visant à répondre aux besoins fondamentaux et aux moyens de subsistance (Hampshire 2002 ; Foresight 2011 ; Piguët, 2013, Gemenne, 2016).

Dans notre zone d'étude, les migrations des personnes ont été étudiées. A partir des enquêtes, les motifs de la migration des populations ont été identifiés. Le poids des facteurs qui influent sur la migration a ensuite été déterminé à partir d'une régression multinomiale. Par ailleurs, une question a été posée à la partie de la population qui n'a pas migré à propos de leur intention de se déplacer si les épisodes de sécheresse persistent. Les raisons de la non-migration ont également été identifiées et, en fonction de leur capacité à migrer, les ménages interrogés ont été classés selon qu'ils soient immobiles, mobiles ou piégés d'après la méthodologie de Zickgraf et Perrin (2015) (cf. Figure 6). Une telle information peut s'avérer utile lors de la mise en œuvre de stratégies de gestion de la migration et des personnes déplacées. Les facteurs influençant la migration (oui/non) et l'intention de migrer (oui/non) des individus au sein d'un ménage ont été déterminés à l'aide d'une régression logistique binaire.

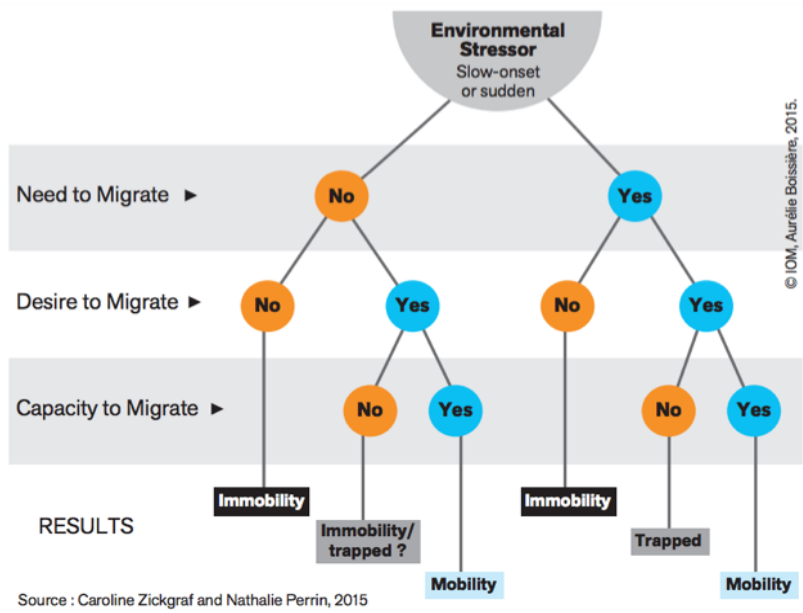


Figure 6 : Classification des migrants selon Zickgraf et Perrin, 2015

PARTIE III. RESULTATS

III.1 HYPOTHESE 1 : LES VAGUES DE SECHERESSE SONT DE PLUS EN PLUS RECURRENTES DANS LE SUD DE MADAGASCAR

III.1.1 HISTORIQUE DES SECHERESSES DANS LE SUD DE MADAGASCAR

Selon Tovondrafale en 2015, le sud était déjà sec avant l'implantation des humains à Madagascar vers l'an 500 AD (Mahatante, 2015 ; Lovei, 2013). Les variabilités climatiques dans le sud sont fréquentes à cause du phénomène d'El Niño, qui a une corrélation négative avec les précipitations, et accentue la sécheresse (Mahatante et *al.*, 2015 ; Raholijao, 2009).

En 1928, l'introduction d'une cochenille importée de l'île de la Réunion a complètement déstabilisé les systèmes de production du Grand Sud (Kiomba-Madio, 1997), et a fait disparaître la masse de Cactacées (*Cactus opuntia*) dont se nourrissent les zébus (Defos du Rau, 1954). Combinée à la faiblesse des précipitations, la déstabilisation des systèmes de production a provoqué une migration de survie massive des populations. Depuis la première guerre mondiale, le sud de Madagascar est l'origine de plusieurs vagues migratoires significatives (1928, 1931, 1943, 1990-1994, 1998-2000) ayant affecté à des degrés divers les autres régions du pays (Canavesio, 2015). Les circuits migratoires les plus proches concernent le plateau Mahafaly, l'Ihorombe, l'Anosy, Tsivory et Bekily tandis que les plus lointaines touchent la région du Bas-Mangoky, Mahajanga, Ambanja, Ambilobe, Antsiranana, Antananarivo et Fianarantsoa (Deschamps, 1959).

Selon Defos du Rau (1954), en 1929, un gros commerçant de Fort Dauphin ayant entendu parler de la réussite de plantation de sisal en Afrique a voulu faire un essai de plantation de sisal dans le Sud à Ranopiso, une zone à climat plus humide. Ce fût un échec. En 1932, une société s'est vu octroyer une concession sur les alluvions de la rive droite de la Mandrare et a voulu faire un essai de plantation de sisal. En 1936, l'essai est considéré comme réussi et l'octroi de concessions par les colons débute cette même année. Ainsi durant la période 1937-1940, la forêt autochtone est détruite par défrichage suivi de feu pour installer les plantations de sisal sur de vastes concessions.

En 1943, une terrible famine a marqué le Sud du pays, accompagnée d'une migration de population. Selon Canavesio (2015), un tel déplacement de population n'est pas seulement dû au déficit de précipitations qui est plus ou moins léger, mais attribué également aux conséquences de la seconde guerre mondiale, entre autres le renforcement de l'enclavement de la région et le détournement de l'aide pour l'effort de guerre.

L'acquisition de concessions a continué jusqu'en 1952 dans le Bas-Mandrare sur de grandes surfaces allant jusqu'à 25.000 hectares (Defos du Rau, 1954). La destruction de la végétation autochtone a contribué à amplifier la sécheresse. Sur la période 1935-1992, les années 1950, 1957, 1959, 1970 et 1991 ont enregistré un déficit hydrique sensiblement plus intense que celui de 1943 (Canavesio, 2015), presque systématiquement marquées par une période de famine (Mahatante, 2015). Entre la fin de la seconde guerre mondiale et le début des années 1970,

aucune migration de grande envergure n'a été enregistrée malgré l'existence d'épisodes de grosse sécheresse. Une telle situation s'explique par l'amélioration des conditions socio-économiques régionales, favorisées par le développement de grandes cultures commerciales de sisal dans le bas-Mandrare (Réau, 1997) qui ont fourni un emploi à une grande partie de la population régionale. En effet, l'essor du sisal dont le prix a explosé suite à la guerre de Corée en 1949, a fait affluer la main d'œuvre de partout, d'Androy, de l'Anosy et même de la côte Est (Defos du Rau, 1954).

L'année 1970 a connu un déficit de précipitations très intense avec une période de retour d'environ 75 ans (Ferry et L'Hote, 1998), associée à une crise de famine (Mahatante, 2015), mais n'a pas connu de mouvement migratoire significatif. Tandis que l'année 1991 a été marquée par un déficit pluviométrique moyen correspondant à une période de retour de 40 ans environ. Le déficit pluviométrique de 1990 à 1992 est dû à la persistance anormale de situations de type hivernal, impliquant le blocage de la Zone de Convergence Intertropicale sur l'extrême nord du pays (Randriamanga et al., 1995). Cette période a été marquée par une crise de famine et une crise migratoire intense attribuable avant tout au déficit de précipitations.

En octobre 1998, un gisement de saphirs exceptionnels a été découvert dans la région d'Ilakaka-Sakaraha (Guerin et Moreau, 2000). Malgré des conditions climatiquement favorables aux systèmes agropastoraux locaux, alors que l'année 1999 a même été jugée « excellente » (Bidou, et Droy, 2007), la période 1998-2002 a connu un mouvement migratoire impressionnant vers ces gisements, au point d'assécher les autres flux migratoires intra-régionaux (Canavesio, 2015). Cette ruée vers les fronts pionniers d'Ilakaka en période de « bonnes » conditions climatiques relève sans doute d'une crise structurelle multifactorielle qui affecte Madagascar depuis la fin des années 1970. Les crises politiques de 1972 et de 1991, la baisse du produit intérieur brut par habitant et la perte d'efficacité de l'État ont engendré des crises socio-économiques donnant naissance à cette migration (Canavesio, 2015).

Depuis les années 2000, un déficit prolongé de pluies provoque des situations d'urgence humanitaire² à répétition – environ tous les 5 ans – dans le Sud de Madagascar (BNGRC, 2016). Ces crises qui sévissent dans le Sud de Madagascar se manifestent par des crises d'insécurité alimentaire. En 2002-2003, une crise humanitaire d'urgence de faible impact a sévi dans le Sud ; en 2006- 2007 une crise à impact moyen s'est produite. Plus tard en 2009-2011 une autre crise humanitaire, cette fois-ci à impact sévère, s'est passée. La crise politique prolongée de 2009 a fortement frappé la vie socio-économique du pays (IASC, 2009) et contribué à amplifier la crise humanitaire. Le PIB serait passé de 7,1% en 2008 à négatif en 2009, et environ 228.000 emplois ont été perdus en 2009 (PNUD, 2009 cité par IASC, 2009). Le chômage, l'insuffisance

² Une situation d'urgence humanitaire est un événement aigu ou chronique qui menace la santé, la sécurité ou le bien-être d'une communauté sur une zone donnée. En situation de crise, les populations n'ont pas les capacités ni les ressources pour couvrir leurs besoins en services de base. Les crises engendrent souvent le déplacement massif des populations (OMS, 2015). Les impacts d'une situation d'urgence humanitaire sont catégorisés sur la base de la comparaison des résultats d'évaluation avec ceux du Plan de contingence national « Sécheresse » produit en 2012 sur la base des données des crises historiques depuis 1997 (BNGRC, 2016). Une crise à impact faible touche moins de 200.000 personnes sur environ 10 à 20 communes ; une crise à impact moyen touche 200.000 à 350.000 personnes sur une étendue de 20 à 30 communes ; et une crise à impact sévère affecte 350.000 à 1.000.000 de personnes sur plus de 40 communes (BNGRC, 2015)

d'opportunités et de moyens de subsistance et les variations climatiques incitent la population à migrer, bien qu'elle ne soit pas importante pendant cette période de crise de 2009. Cinq ans après, à partir de début 2014 la pluviométrie a commencé à être déficitaire et a affecté la récolte de contre saison. En 2015-2016, le phénomène El Nino a entraîné un déficit sévère des précipitations chamboulant complètement la production agricole. Cette période est marquée par un pic de sécheresse provoquant de grands déplacements de population³. La situation de 2015 a eu un impact classé moyen (BNGRC, 2016). Presque cinq années plus tard, un autre pic de sécheresse défini par un déficit pluviométrique intense a déstabilisé le Sud en 2020-2021. Cette crise est marquée par une autre situation d'urgence humanitaire accompagnée d'un mouvement migratoire important vers les circuits existants et un peu partout dans Madagascar. Selon l'OIM en 2022, environ 1,47 millions de personnes sont en situation d'insécurité alimentaire sévère et quatre districts - Amboasary Atsimo, Ambovombe Androy, Tsihombe et Ampanihy Ouest - sont en Phase 4 de l'IPC - Integrated Food Security Phase Classification - (Urgence). Cette crise a été aggravée par la récession économique due à la pandémie du Covid en 2020-2021 qui a paralysé l'économie de tout le pays. La Figure 7 donne un aperçu chronologique, depuis les années 1920 jusqu'à maintenant, des situations de sécheresses et du contexte social dans le sud de Madagascar.

³ Selon l'entretien avec OIM Ambovombe Madagascar, avril 2023

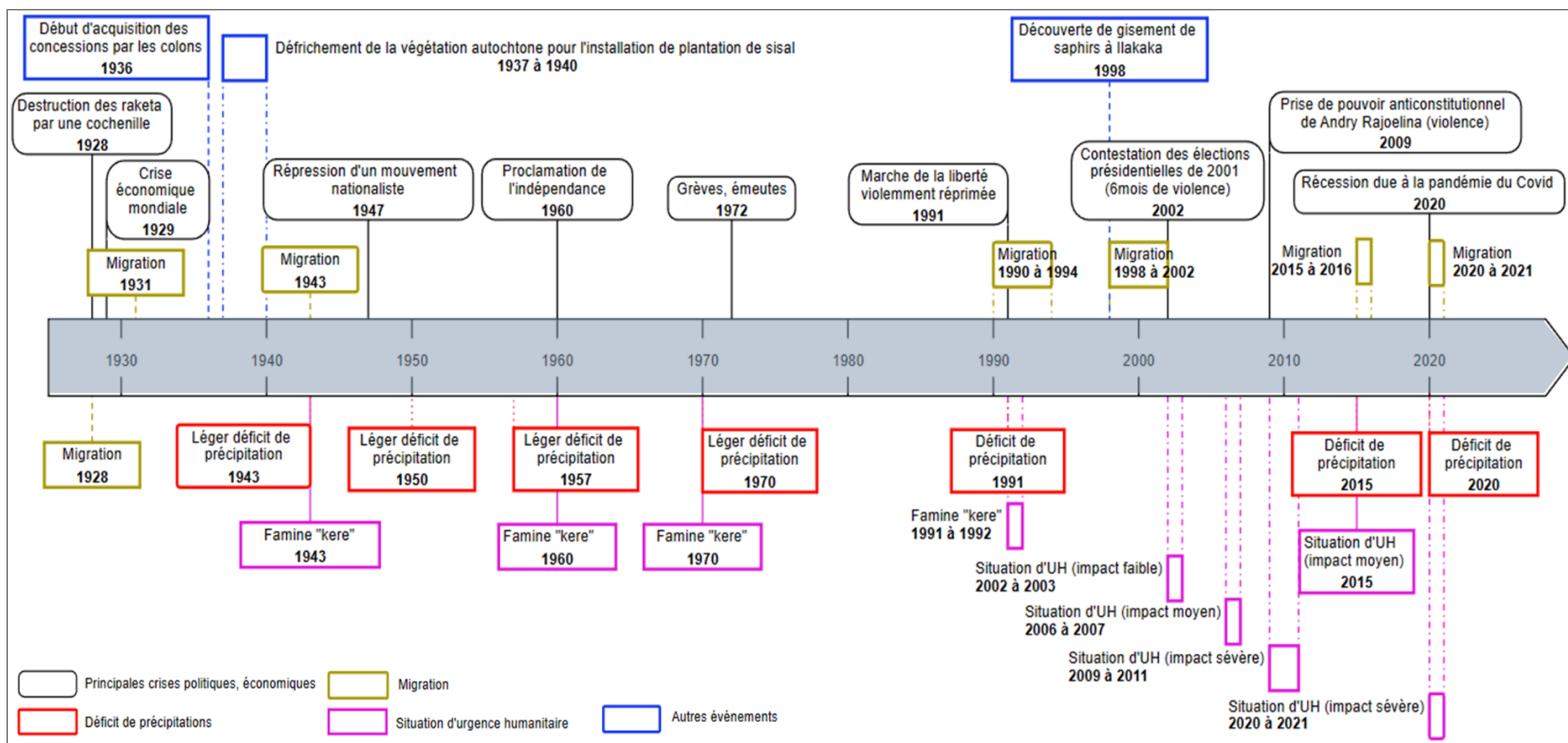


Figure 7 : Sécheresses, crises, et migrations de survie dans le sud de Madagascar (1925-2010)

Source : réalisation de l'auteur à partir de Canavesio (2015) ; Mahatante et al., (2015)

III.1.2 EVOLUTION DES PARAMETRES METEOROLOGIQUES

La courbe des températures (cf. Figure 8) sur la période de 1991-2021 montre que les années 1991, 2006, 2007, 2015, 2019, 2020 et 2021 présentent des températures moyennes annuelles élevées supérieures à 25°C. La courbe de tendance affiche une évolution à la hausse de la température entre 1991 et 2021.

Par ailleurs, la courbe des précipitations (cf. Figure 8) sur la même période montre des précipitations annuelles faibles inférieures à 200 mm pour les années 1991, 2015, 2020 et 2021. La courbe de tendance indique une évolution à la baisse de la précipitation à partir de 1991 à 2021.

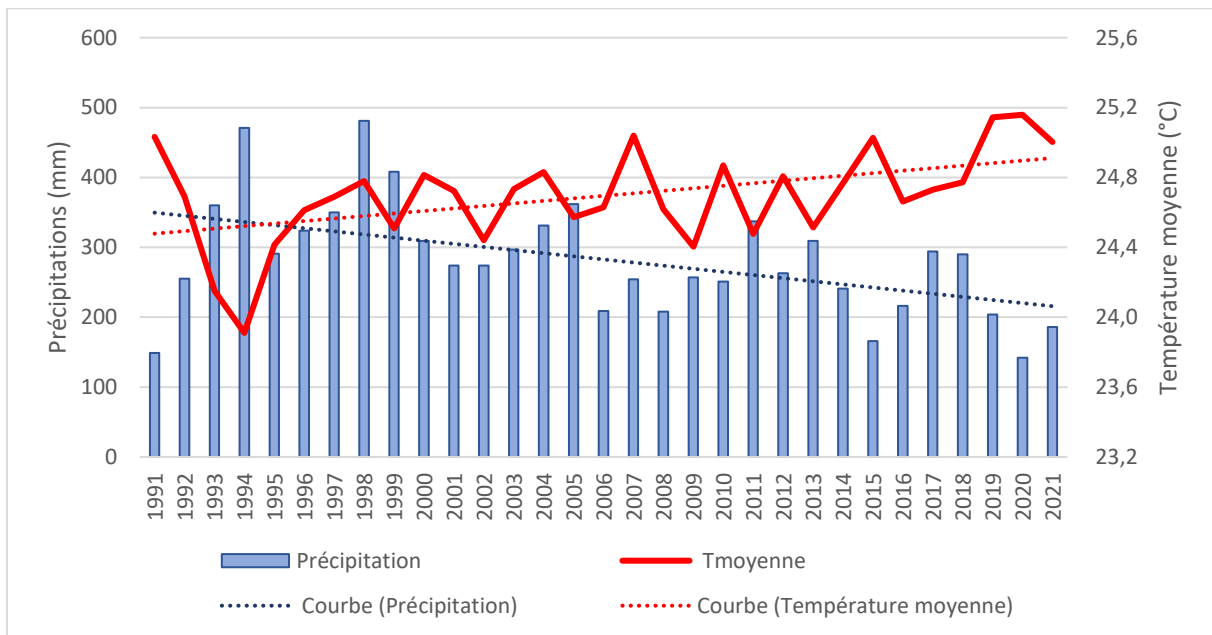


Figure 8 : Evolution des précipitations et de la température moyenne entre 1991-2021 (Source : DGM)

Le déficit pluviométrique est plus prononcé pour les années 1991, 2015 et 2020. Elles sont caractérisées par une sécheresse forte avec des valeurs de SPI entre -1,50 à -1,99 (cf. Figure 9). Entre 1993 et 2005, les précipitations sont en surplus (valeur de SPI supérieure à 0) sauf pour les années 2001 et 2002 qui affichent un léger déficit pluviométrique. A partir des années 2006, il y a une tendance à la baisse des précipitations et une succession de sécheresses légères (excepté en 2008 où la sécheresse est qualifiée de modérée) avec des valeurs de SPI-12 comprises entre 0 et -0,99. De 2015 à 2021, quatre années sont concernées par des sécheresses modérées à fortes, appuyant de manière assez nette l'augmentation des déficits pluviométriques au cours des 30 dernières années.

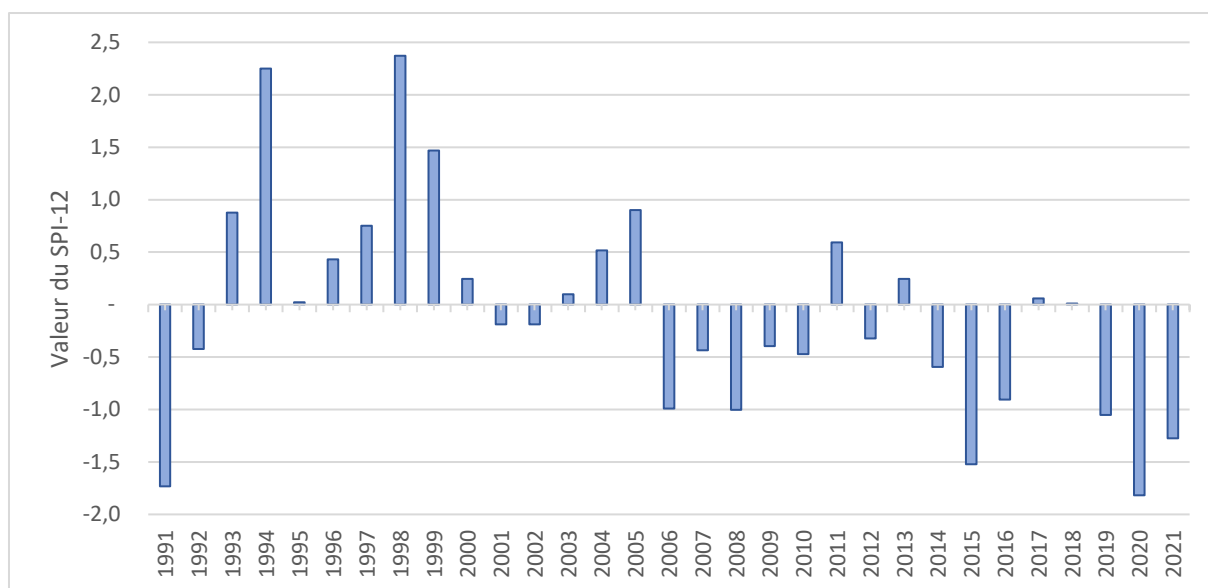


Figure 9 : Indice de précipitation standardisé de la zone d'étude SPI-12 (Source : DGM)

III.1.3 PERCEPTIONS SUR LES PRECIPITATIONS

En comparant la quantité de pluie tombée pendant la saison pluvieuse, les populations ont perçu que l'année 2022-2023 a eu plus de précipitation que l'année 2021-2022 ; par contre ils sont presque unanimes à dire que la quantité de pluies tombée en 2022-2023 a diminué par rapport à il y a 5 ou 10 ans (cf. Figure 10). La perception sur la quantité de pluie par rapport à l'année 2022-2023 est significativement influencée par la commune de résidence ($p < 0,05$) et le niveau de vie des populations ($p < 0,05$). La commune de Tanandava Sud (OR=1,90) a une plus grande probabilité/chance de ressentir une diminution de la quantité de pluie. Sa localisation, contiguë au district de Tolagnaro qui possède un climat humide, peut expliquer cette influence sur la perception. Son climat peut être affecté par cette proximité ce qui peut la rendre susceptible de percevoir plus un changement au niveau de la quantité de pluie tombée. Les ménages à niveau de vie faible (OR=3,08) et moyen (OR=8,62) sont plus susceptibles de percevoir une diminution de la quantité de pluie tombée parce qu'une variation de la précipitation affecte la production agricole et donc affecte leur vie/survie. Par rapport à 10 ans passés, les variables « Sexe » ($p < 0,05$), « Classe d'âge » ($p < 0,05$) et « Niveau d'éducation » ($p < 0,05$) ont un effet significatif sur la perception des gens. Les hommes perçoivent plus la diminution des quantités de pluies (OR>1) que les femmes. Les plus âgés (toutes les classes d'âge supérieures à 26 ans) ressentent également plus cette diminution (OR>1) ; ainsi que les plus instruits (niveau CEG et Lycée) avec OR>1.

Concernant le nombre de jours où la pluie est tombée, à peu près la moitié des enquêtés a affirmé qu'il a plu plus en 2022-2023 qu'en 2021-2022 ; et la majorité a répondu que le nombre de jours où il a plu en 2022-2023 a diminué par rapport aux années passées (cf. Figure 10). Cette perception comparée à l'année 2021-2022 est affectée par l'effet de l'âge. Cependant, comparé à 5 ou 10 ans passés, c'est la taille du ménage qui présente un effet significatif sur la cette perception (cf. Tableau 7). Les ménages de plus grande taille perçoivent plus une diminution du nombre de jours de pluie. Par ailleurs, les individus âgés de 26 à 39 ans (OR=1,38) et

supérieurs à 65 ans (OR=1,53) ont constaté une diminution du nombre de jours de pluie par rapport aux individus de référence âgés de 18-25 ans (OR=1) tandis que les individus de classes d'âge situées entre 40 à 49 ans (OR=0,47) et entre 50 et 65 ans (OR=0,27) ont ressenti une augmentation du nombre de jours de pluie par rapport à la référence.

En ce qui concerne le début de la saison des pluies, plus de la moitié des répondants ont indiqué que le début de la saison des pluies pour l'année 2022-2023 a avancé par rapport l'année précédente. Par contre, la quasi-totalité a affirmé que les pluies ont tardé à tomber en 2022-2023 comparativement aux 5 ou aux 10 dernières années (cf. Figure 10). Cette perception d'un avancement des pluies de l'année 2022-2023 confronté à l'année 2021-2022 est influencée par le niveau d'éducation des enquêtés, la commune de résidence et la taille du ménage (cf. Tableau 7). La commune de Tanandava Sud (OR=1,33) a plus de chance/probabilité de percevoir un avancement du début de saison des pluies par rapport aux communes de Sampona (OR=0,04) et de Berano Ville (OR=1). La perception d'un avancement du début de la saison des pluies est affecté par le niveau d'éducation ; les moins éduqués (analphabètes, niveau primaire et niveau CEG) perçoivent plus cet avancement que les autres. Considérant la taille de ménage, plus le nombre de personnes au sein du ménage est petit, plus la probabilité de percevoir un avancement du début de la saison des pluies est élevée.

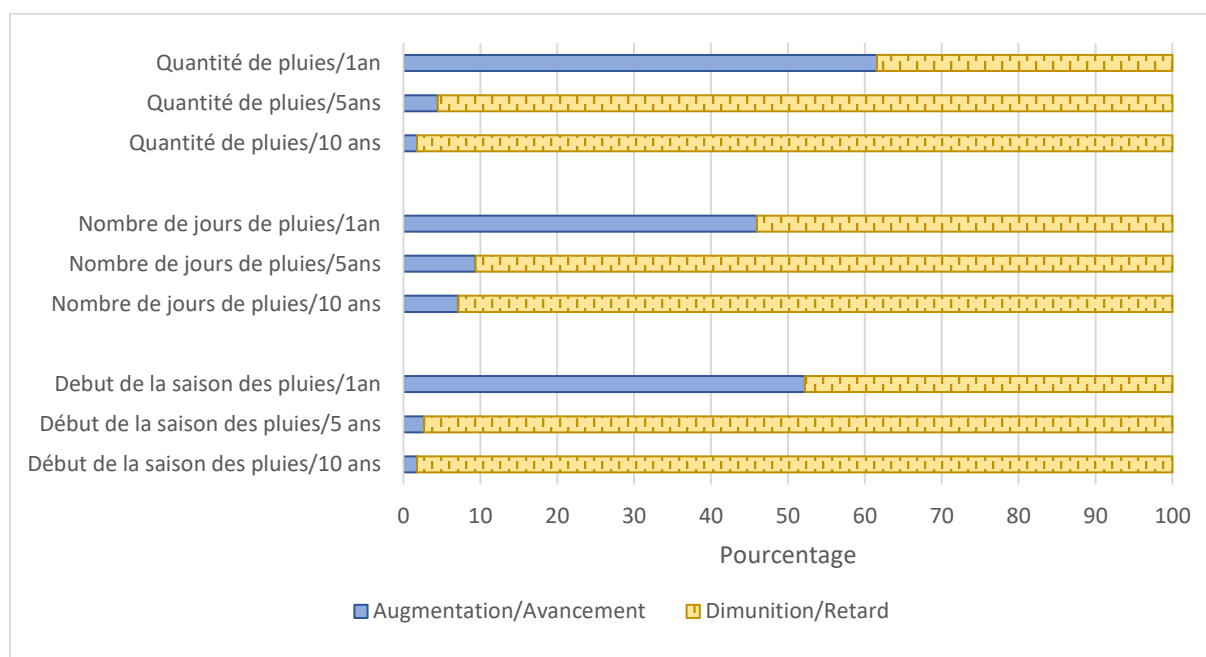


Figure 10 : Perception sur la fluctuation de la quantité de pluies, le nombre de jours de pluies, et la modification du début de la saison pluvieuse

Tableau 7 : Significativité des variables déterminant la perception de la quantité de pluie, nombre de jours de pluie et début de la saison de pluie

Variables	Quantité de pluie			Nombre de jours de pluie			Début de la saison de pluie		
	1 an passé	5 ans passés	10 ans passés	1 an passé	5 ans passés	10 ans passés	1 an passé	5 ans passés	10 ans passés
Communes	0,004	0,626	1,000	0,146	0,698	0,378	0,0001	0,896	0,831
Sexe	0,125	0,937	0,017	0,169	0,762	0,110	0,8275	0,409	0,187

Age_ans	0,090	0,486	0,035	0,008	0,781	0,646	0,0690	0,217	0,845
Situation.familiale	0,721	0,292	0,830	0,806	0,950	0,478	0,9933	0,855	0,402
Ethnie	0,869	0,386	1,000	0,688	0,401	0,375	0,1450	0,229	0,803
Activité.principale	0,501	0,968	1,000	0,776	0,243	0,281	0,3866	0,998	0,980
Niveau.d.éducation	0,293	0,543	0,021	0,082	0,703	0,746	0,0485	0,397	0,681
Niveau.de.vie	0,030	0,893	0,164	0,121	0,571	0,343	0,0606	0,729	0,802
Taille du ménage	0,064	0,350	0,296	0,145	0,048	0,039	0,0358	0,710	0,732

III.1.4 PERCEPTIONS SUR LA SECHERESSE

III.1.4.1 Sécheresse passée et actuelle

Selon les résultats d'enquête, la sécheresse est moins intense pour l'année 2023 par rapport à l'année 2022. Cependant, une grande proportion de répondants a exprimé que la sécheresse était plus intense il y a 5 ou 10 ans par rapport à aujourd'hui (cf. Figure 11).

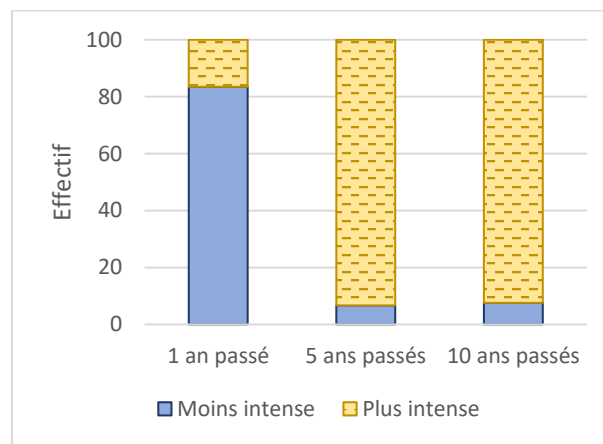


Figure 11 : Perception de l'intensité de la sécheresse actuelle par rapport à 1 an passé, 5 ans passé et 10 ans passés.

Les variables « communes » ($p < 0,05$), « Ethnie » ($p < 0,05$) et « Niveau de vie » sont significatives sur la perception de la sécheresse pour l'année 2022 alors que pour la perception de la sécheresse des 10 dernières années, les variables significatives sont l'« Activité principale » ($p < 0,05$) et le « Niveau de vie » ($p < 0,05$) (cf. Tableau 8).

Les résidents des communes de Sampona (OR=1,75) et de Tanandava-sud (OR=2,16) ont ressenti plus l'intensité de la sécheresse l'année passée par rapport à Berano Ville. L'éloignement de la commune de Sampona à la rivière Mandrare et sa haute altitude rend difficile l'accès à l'eau d'où la tendance des habitants de cette commune à surévaluer la sécheresse. En outre, ces deux communes littorales sont très exposées au vent « tiomena » provenant de la mer, parfois très violent et apportant de la poussière et du sable sur son passage. Ce qui contribue à augmenter davantage l'apparition de la sécheresse agricole.

En ce qui concerne le niveau de vie, les ménages à niveau de vie faible (OR=2,05) et très faible (OR=5,35) ont une perception plus grande de l'intensité de la sécheresse l'année dernière que ceux à niveau de vie élevée (OR=1). En effet, avec peu de moyens pour vivre et survivre, ils

sont plus vulnérables aux changements et ont donc tendance à percevoir plus l'intensification de la sécheresse. Par ailleurs, les personnes qui travaillent principalement comme main d'œuvre agricole perçoivent ce phénomène comme plus intense ($OR > 1$). Par contre, celles qui exercent une activité principale autre que l'agriculture comme le commerce ($OR=0$), perçoivent que la sécheresse actuelle est moins intense qu'il y a 10 ans.

Effectivement, ces personnes dépendent de l'existence d'offre de travail. Et comme les travaux agricoles sont limités par le déficit de précipitation et que l'insuffisance de revenus ne permet pas aux gens d'employer de la main d'œuvre, il leur est très difficile de trouver du travail d'où une perception plus importante des sécheresses actuelles.

Les « Tantsimo » perçoivent plus que la sécheresse s'est amplifiée par rapport à l'an passé ($OR=1,17$) que les « Antandroy » ($OR=1$). En effet, les Tantsimo étant issus du métissage des ethnies Antandroy (population de la région Androy) et Antanosy (population de la région Anosy), les Antanosy ont l'habitude d'un climat plus humide du côté Est de la région Anosy. Ils sont donc plus sensibles à une variation même minime de la sécheresse.

Tableau 8 : Significativité des variables déterminant les perceptions de la sécheresse passée

	Année passée	5 ans passés	10 ans passés
Variables	Pr(>Chisq)	Pr(>Chisq)	Pr(>Chisq)
Communes	<0,001	0,690	0,232
Sexe	0,254	0,525	0,488
Classes d'âge	0,840	0,174	0,083
Situation familiale	0,327	0,697	0,723
Ethnie	0,009	0,499	0,333
Activité principale	0,590	0,606	0,033
Niveau d'éducation	0,767	0,984	0,261
Niveau de vie	0,016	0,546	0,040
Taille de ménage	0,394	0,283	0,108

III.1.4.2 Sécheresse future

A la question *comment envisagez-vous la tendance de la sécheresse dans le futur*, plus de 60% des enquêtés pensent qu'elle va s'intensifier, 6% croient qu'elle va s'atténuer et 30% n'ont aucune idée de comment elle évoluera à l'avenir. La perception sur la tendance future de la sécheresse varie significativement en fonction de la commune de résidence ($p<0,05$) et des classes d'âge ($p<0,05$) (cf. Tableau 9). Les ménages de la commune de Sampona ont une plus grande perception de l'intensification future de la sécheresse ($OR=4,53$) par rapport à ceux de Berano Ville ($OR=1$). Ces résultats s'expliquent par le fait que la commune de Sampona est voisine de la région Androy où le climat est le plus aride. Cette proximité fait ressentir plus aux populations la sécheresse qu'ailleurs. Donc en se référant à la situation passée et actuelle dans leur localité, ils ont une plus grande probabilité de percevoir une augmentation de la sécheresse dans le futur. Par contre, les ménages de la commune de Tanandava Sud ont une plus faible perception de l'amplification de la sécheresse ($OR=0,75$) que ceux de Berano Ville et de Sampona.

Considérant les classes d'âge et en prenant les individus âgés de 18 à 25 ans comme référence (OR=1), la probabilité de percevoir une augmentation future de la sécheresse est élevée chez les individus âgés de 50 à 65 ans (OR=4,35). Elle est faible chez les individus de tranches d'âge compris entre 26 et 39 ans (OR=0,60), entre 40 et 49 ans (OR=0,52) et supérieurs à 65 ans (OR=0,20). La perception élevée d'une future augmentation de la sécheresse chez les individus âgés de 50 à 65 ans est basée sur l'observation de la récurrence d'épisodes de sécheresse dans le passé et actuelle, d'où ils supposent l'amplification de celle-ci à l'avenir.

Tableau 9 : Significativité des caractéristiques démographiques sur la perception future de la sécheresse

Perception	Future
Variables	p-value
Commune	0,009
Sexe	0,183
Classes d'âge	0,009
Situation familiale	0,946
Ethnie	0,208
Activité principale	0,806
Niveau d'éducation	0,490
Niveau de vie	0,321
Taille de ménage	0,147

III.2 HYPOTHESE 2 : LA SECHERESSE IMPACTE LES RESSOURCES EN EAU ET LEUR UTILISATION PAR LES MENAGES

III.2.1 IMPACTS DE LA SECHERESSE

III.2.1.1 Impacts sur la vie quotidienne

Aux questions d'impacts de la sécheresse sur la vie quotidienne des ménages, les enquêtés ont eu droit à plusieurs réponses possibles. La sécheresse touche particulièrement l'alimentation entraînant des impacts négatifs sur la nutrition. Ainsi, la faiblesse des précipitations engendre la baisse des rendements agricoles dont les conséquences directes sont l'insuffisance de nourriture (212 répondants sur 224), et à un degré plus sévère la famine connue localement sous le nom de « kere⁴ » (194 répondants). Par ailleurs, la diminution des précipitations limite la recharge des nappes et des sources superficielles, et les fortes températures favorisent l'évaporation. La combinaison de ces deux facteurs est à l'origine de l'insuffisance d'eau et de la diminution de la quantité utilisable relevées par 215 des répondants. Par conséquent, il y a des périodes (à partir de juillet) où l'achat de l'eau est obligatoire (110 répondants) même pour ceux qui disposent de bassins de captage. En cette période, le prix de l'eau devient très élevé, allant de 2 à 3 fois le prix habituel (79 répondants), de 0,10-0,17 euro jusqu'à 0,32-0,43 euros.

Sur le plan social, les effets ressentis par la grande majorité des enquêtés concernent surtout l'augmentation du coût de la vie (176 répondants) et le renforcement de la précarité des

⁴ Le terme « kere » désigne une famine sévère, une crise alimentaire. Il est également utilisé pour désigner les périodes de sécheresse dans le Sud de Madagascar (IASC, 2009).

conditions de vie des populations (220 répondants). Dans un contexte de précarité, certains ménages enquêtés (40 répondants) ont dû arrêter de façon temporaire ou définitive la scolarisation de leurs enfants, faute de moyens pour payer leur frais de scolarité. De plus, en raison de l'insuffisance de revenus, de nourriture et autres produits de première nécessité, plusieurs répondants (8) ont dû contracter des prêts auprès de la famille, de connaissances ou d'autres institutions afin de pallier aux besoins vitaux. Dès lors, les dettes s'accumulent et le remboursement des prêts devient problématique tant que la situation ne s'améliore pas. Les conditions de vie au village deviennent invivables pour certains ménages et les amènent à décider de migrer (26 répondants) pour chercher du travail, des opportunités de vie meilleure ou simplement de quoi nourrir leur famille. Par ailleurs, la situation de pauvreté, l'inexistence de travail et la déficience des rendements engendrent les vols et délits. Ce qui accentue le sentiment d'insécurité selon 26 répondants.

Sur l'aspect sanitaire, les gens soulignent la fragilisation de l'état de santé suite aux effets de la sécheresse (190 répondants). Des maladies comme la diarrhée sont très fréquentes et ont une prévalence élevée chez les enfants de moins de 5 ans. Les douches deviennent de plus en plus rares, l'hygiène n'est pas respectée (198 répondants). Des maladies de la peau liées au manque d'hygiène apparaissent, accompagnées de fortes démangeaisons. Les fortes chaleurs, l'insuffisance d'eau et de nourriture et l'éloignement de la rivière/puits pour aller chercher de l'eau provoquent de la fatigue (40 répondants). Toutes ces situations combinées, associées à des états de vulnérabilité (vieillesse, bas âge), et de malnutrition peuvent conduire à la mort (2 répondants).

Sur le plan environnemental, 9 répondants ont avancé que la sécheresse et le déficit pluviométrique associées à de fortes températures contribuent à la dégradation de l'environnement, à la destruction de la végétation naturelle et à l'érosion accrue – surtout éolienne – des terres. D'autres répondants affirment que la qualité de l'eau s'est dégradée (13 répondants) et que la salinité de l'eau a augmenté (32 répondants). Cette salinité est expliquée par la baisse de la nappe phréatique suite au pompage régulier, à la forte utilisation des puits et au manque de recharge des nappes à cause du déficit des précipitations.

III.2.1.2 Impacts sur les activités

Selon les résultats d'enquête, la sécheresse et la baisse de la pluviométrie ont fortement impacté la production agricole. Les sols sont asséchés et ne peuvent pas procurer aux cultures l'eau dont elles ont besoin (198 répondants). Les cultures avec des besoins en eau élevés comme le maïs ou la patate douce sont pratiquement détruites et desséchées (213 répondants). Celles qui ont besoin de moins d'eau comme le manioc ne poussent pas convenablement, ce qui affecte négativement la production agricole selon 165 répondants. Lorsque la sécheresse et l'insuffisance des précipitations persistent, les travaux et la possibilité de culture sont limités. Il est même impossible d'entreprendre le démarrage du semis pour certaines cultures (97 répondants).

Outre la production végétale, l'insuffisance de précipitations dessèche la végétation et le pâturage pour le bétail. Ainsi, le bétail manque de fourrages et devient très maigre (13

répondants). L'insuffisance de nourriture et d'eau permanente aggrave la maigreur des animaux et entraîne leur mort (4 répondants).

La vente des produits agricoles est l'une des principales activités génératrices de revenus pour la population. Une partie de la production est destinée à la consommation et une partie à la vente. L'argent obtenu est utilisé pour couvrir les dépenses du ménage, entre autres l'alimentation, l'habillement, les frais de scolarité des enfants, les médicaments en cas de maladie, etc. La sécheresse affecte la production agricole et par conséquent les revenus des ménages (58 répondants). Au cours des épisodes de sécheresse, les travaux agricoles et la possibilité d'accès à la main d'œuvre sur le marché sont limités (16 répondants). Outre les agriculteurs, les commerçants se trouvent également en difficulté car les gens, n'ayant plus de revenus, achètent à crédit et bloquent le fonds de fonctionnement du commerce (7 répondants).

III.2.2 BESOINS EN EAU

Les besoins en eau de la population concernent principalement l'usage domestique (consommation, lessive, douche), l'usage agricole (eau pour l'arrosage des cultures) et l'usage pastorale (eau pour l'abreuvement des animaux d'élevage tels que les bovins, caprins et ovins). Vu la précarité de l'eau dans le sud, les populations ne pratiquent quasiment pas l'arrosage des cultures. Seulement 3,1% des enquêtés ont la possibilité de pratiquer l'arrosage. Dans le cas de l'élevage, 17,4% des ménages interrogés possèdent des animaux d'élevage qui ont besoin d'être abreuvés dans les points d'eau ou directement à la rivière Mandrare.

Selon les enquêtes, seulement 39,9% des besoins en eau destinée à l'usage domestique sont satisfaits. 71,4% des besoins en eau sont satisfaits pour l'agriculture (arrosage des cultures maraichères), contre 87,2% des besoins en eau comblés pour l'élevage.

Comme il a été mentionné plus haut, les besoins domestiques en eau des populations ne sont pas satisfaits pour de nombreuses raisons. La première et principale raison d'insatisfaction concerne la quantité de l'eau. 82,8% des répondants ont affirmé que la quantité d'eau disponible est insuffisante. La non-satisfaction des besoins quantitatifs en eau dépend de plusieurs facteurs. Elle est influencée par le facteur « commune » ($p < 0,05$) qui, lui, est corrélé avec la distance à la rivière/puits ($p < 0,05$) et la durée du trajet pour y parvenir ($p < 0,05$) (cf. [Tableau 10](#)). La commune de Sampona ressent plus une insatisfaction des besoins en eau (cf. [Tableau 11](#)). En effet, plus la distance à la source est grande, plus la quantité collectée et transportée vers le ménage est petite pour éviter la fatigue. Il est cohérent que dans les communes plus éloignées des puits ou de la rivière Mandrare, les besoins soient moins satisfaits.

Tableau 10 : Significativité des variables déterminant la satisfaction des besoins en eau

Variables	LR Chisq	p-value
Communes	7,11	0,029
Sexe	2,14	0,144
Classes d'âge	1,93	0,749
Situation familiale	4,23	0,121
Ethnie	0,33	0,565
Activité principale	1,11	0,574

Niveau d'éducation	2,01	0,571
Niveau de vie	12,93	0,005
Taille de ménage	6,31	0,043
Types de sources utilisés	5,37	0,068
Durée du trajet entre le ménage et la source	7,99	0,046
Moyens de transport utilisés	3,65	0,161
Distance entre la source et le ménage	10,99	0,012

Le niveau de vie influe également sur la satisfaction ou non des besoins en eau. Considérant le niveau de vie, certains ménages enquêtés (22,4%) ont répondu ne pas avoir de contenant pour stocker l'eau (bidons ou fûts). Les ménages à niveau de vie moyen sont satisfaits alors que ceux à niveau de vie faible et très faible ne le sont pas (cf. Tableau 11).

Une autre limite à l'accès à l'eau en quantité est le nombre élevé d'usagers au sein du ménage (9% des répondants). Compte tenu de la quantité transportable, disponible et utilisable au sein du ménage, la quantité utilisée diminue en fonction de l'augmentation du nombre d'usagers. En effet, les ménages composés de plus de 6 personnes (cf. Tableau 11) sont les moins satisfaits en termes de besoins en eau.

La détérioration de la qualité de l'eau a aussi été évoquée comme raison d'insatisfaction, malgré qu'elle soit parfois négligée. En effet, 2,2% des ménages ont affirmé ne pas être satisfait de la qualité de l'eau, surtout les eaux puisées dans les puits au bord de la mer. Selon eux, la salinité de l'eau a augmenté, procurant un goût inhabituel. Sa potabilité et sa propreté sont affectées et cette eau est susceptible de provoquer des diarrhées.

Tableau 11 : Tableau des OR des variables sur la satisfaction des besoins en eau

Variabiles	Modalités	OR	p-value
Commune	Berano-ville	Réf	Réf
	Sampona	0,38	0,40
	Tanandava sud	9,81	0,16
Niveau de vie	Elevé	Réf	Réf
	Faible	0,91	0,90
	Moyen	3,77	0,11
	Très faible	0,02	0,07
Taille de ménage	1 à 5	Réf	Réf
	6 à 10	0,33	0,01
	11 à 19	0,39	0,12
Durée du trajet entre la source et le ménage	<1h	Réf	Réf
	1-3h	0,04	0,02
	4-6 h	0,06	0,06
	6h<	0,07	0,21
Distance entre la source et le ménage	<6km	Réf	Réf
	6-10 km	13,10	0,06
	11-15 km	11,73	0,12
	15 km<	4,04	0,37

N.B : Réf = modalité de référence avec OR=1

III.2.3 PERCEPTION SUR LA FLUCTUATION DES RESSOURCES EN EAU

En général, les populations puisent l'eau directement à la rivière Mandrare ou dans des puits situés sur la plage au bord de la mer, tout au long de l'année.

Par rapport à l'année 2022, 15% des enquêtés ont avancé que le niveau de la rivière en 2023 a augmenté ; contre 57,5% de répondants dans le cas des puits. Ceci peut être expliqué par une légère hausse des précipitations pendant la saison pluvieuse de 2022-2023.

Par rapport à il y a 5 ans et 10 ans, que ce soit pour les rivières ou les puits, la grande majorité des répondants (plus de 67%) ont affirmé que la capacité actuelle des sources d'eau a diminué, et environ le quart ont déclaré que le niveau des rivières et des puits est resté stable au cours des 10 dernières années (cf. Figure 12).

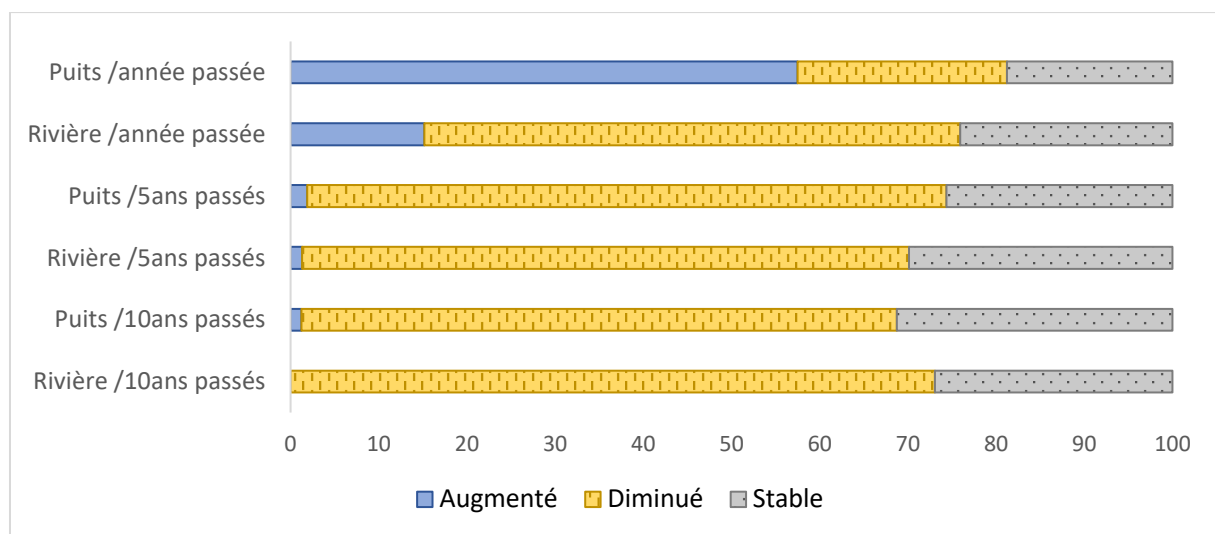


Figure 12 : Perceptions sur la fluctuation de la quantité des ressources en eau

Le facteur « commune » influence l'avis des individus sur la diminution du niveau des rivières par rapport à il y a 10 ans (cf. Tableau 12). L'analyse des effets marginaux montre que les résidents de la commune de Sampona ont une plus grande probabilité de percevoir cette diminution que ceux des autres communes (cf. Figure 13). En effet, l'éloignement induit la fatigue, ce qui rend pénible le puisage de l'eau. Cette difficulté à puiser l'eau donne l'impression à l'individu que le débit de la rivière a diminué. Il en est de même pour le cas de la diminution du niveau des puits par rapport à il y a 1 an. Sampona perçoit le plus une diminution du niveau des rivières et Tanandava Sud pour les cas des puits (cf. Figure 14).

La variable « ethnie » influence également la perception des individus par rapport à la fluctuation du débit d'eau au niveau des sources. Les « Tantsimo » – originaires de la région Anosy qui disposent d'un climat plus arrosé que le district d'Amboasary – perçoivent plus que les sources ont diminué par rapport à il y a un an (cf. Figure 14). En effet, l'habitude des membres de cette ethnie à un climat moins aride et plus arrosé fait qu'ils sont sensibles à des variations même minimales au niveau des sources d'eau.

Tableau 12 : Significativité des variables démographiques sur la tendance des sources et des puits

Variables	Rivières A. passée p-value	Rivières 5 ans p-value	Rivières 10 ans p-value	Puits A. passée p-value	Puits 5 ans p-value	Puits 10 ans p-value
Communes	0,027	0,007	0,036	0,038	0,300	0,887
Sexe	0,010	0,344	0,992	0,487	0,425	0,856
Classes d'âge	0,555	0,709	0,463	0,256	0,583	0,790
Situation familiale	0,145	0,091	0,084	0,959	0,907	0,974
Ethnie	0,003	0,074	0,066	0,050	0,267	0,215
Activité principale	0,852	0,146	0,704	0,404	0,553	0,085
Niveau d'éducation	0,180	0,894	0,833	0,706	0,060	0,384
Niveau de vie	0,100	0,264	0,776	0,036	0,084	0,665
Taille de ménage	0,007	0,208	0,905	0,050	0,085	0,314

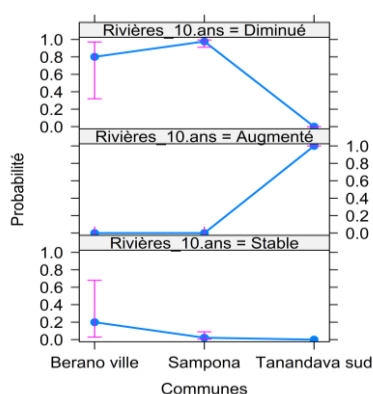


Figure 13 : Significativité des variables influençant la perception sur la fluctuation du niveau des rivières

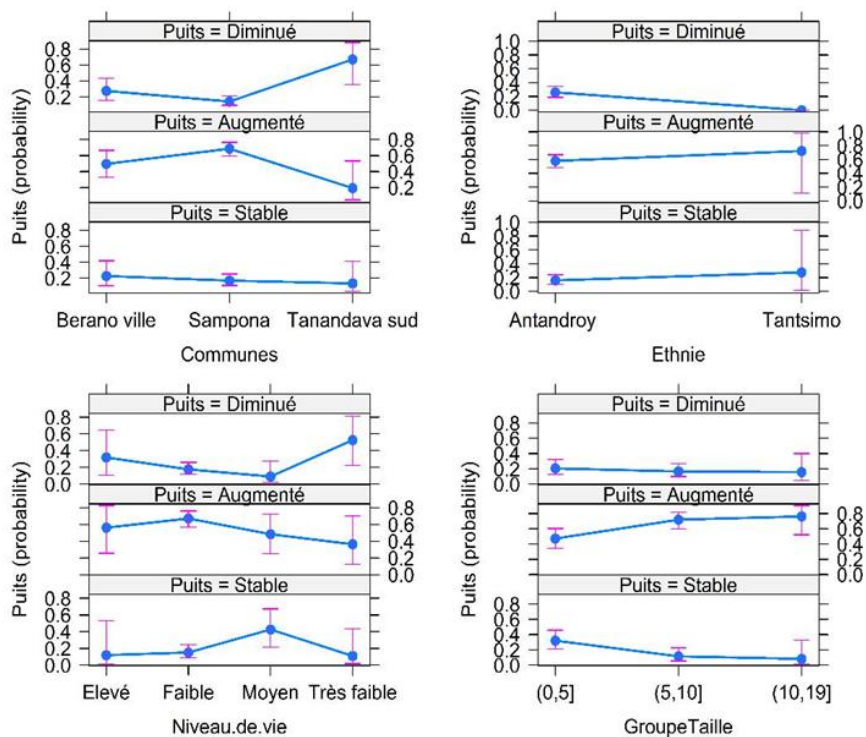


Figure 14 : Significativité des variables influençant la perception sur la fluctuation du niveau des puits

III.3 HYPOTHESE 3 : LES STRATEGIES ADOPTEES PAR LES MENAGES NE SONT PAS SUFFISANTES POUR FAIRE FACE A LA SECHERESSE

III.3.1 MESURES

III.3.1.1 Mesures prises par les ménages

a) Par rapport à l'usage domestique

Face aux nombreux impacts de la sécheresse et à leur portée, la population a adopté différentes mesures pour assurer leur survie. Lors des périodes de grande famine, une importante partie de la population a eu recours à la consommation des fruits du cactus « raketamena ». Cette plante grasse qui pousse un peu partout et qui s'adapte bien au climat de la zone leur a été – et est toujours – d'un grand secours. En général, cette option est efficace pour lutter contre la faim « puisqu'il vaut mieux avoir quelque chose dans le ventre que rien du tout ». Toutefois, ces fruits n'assouissent pas la faim et ne permettent pas la satisfaction des besoins nutritionnels du corps. D'autres se sont tournés vers la famille ou les connaissances pour emprunter les aliments. Mais cette solution n'est pas toujours envisageable vu que la sécheresse et le manque de nourritures affectent chaque ménage à des degrés différents. Ceux qui ont les moyens ont stocké une partie des récoltes qu'ils ont pu déployer lors de la période de disette, mais cela ne concerne qu'un nombre restreint de population parmi nos enquêtés. Une autre stratégie d'adaptation a consisté à consommer les semences destinées aux prochaines semailles. Cela est d'un grand secours sur le moment mais reporte le problème à la période des semailles. Enfin, beaucoup de personnes comptent sur les aides et donations distribuées par les projets, qui se présentent sous forme de vivres, de somme financière ou de semences au moment des semailles (cf. Figure 15).

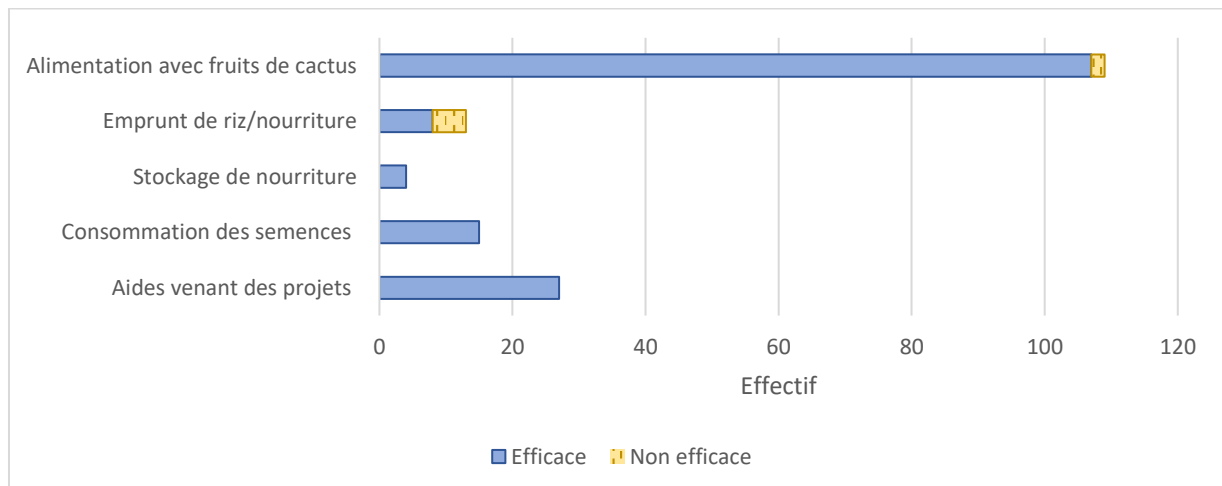


Figure 15 : Mesures pour assurer l'alimentation

Les gens partent puiser l'eau à la rivière Mandrare, sur la partie située à Berano Ville, soit à Amboasary Atsimo, ou dans des puits situés en bordure de la mer. En période d'étiage, ces grandes rivières sont affectées par des fluctuations de débit et cela diminue la quantité d'eau disponible pour la population au niveau des ménages. Certains ont creusé d'autres puits aux alentours, espérant tomber sur une source souterraine donnant plus d'eau que dans les puits déjà

existants (cf. Figure 16). La plupart du temps, ils trouvent de l'eau mais cette stratégie coûte en termes de temps. Certains ménages limitent considérablement la quantité d'eau qu'ils utilisent aux usages essentiels, c'est-à-dire à la consommation et la cuisson des aliments. Ils économisent l'eau autant qu'ils peuvent. Les douches sont prises très rarement et la lessive se fait à la rivière. La plupart des enquêtés qui ont adopté ces mesures ont répondu qu'elles sont efficaces, mais en réalité ils n'ont d'autre choix que de procéder ainsi.

D'autres ménages plus aisés ont pu construire des bassins de stockage d'eau de pluie reliés directement à leur toit. Ce mécanisme leur permet de capter et de conserver de l'eau pendant la saison des pluies. Les réserves ainsi constituées leur permettent d'avoir de l'eau à proximité, qu'ils peuvent mobiliser pendant 1 à 4 mois après la période des pluies selon le nombre d'usagers dans le ménage. Cette technique a été jugée efficace par toutes les personnes qui l'utilisent.

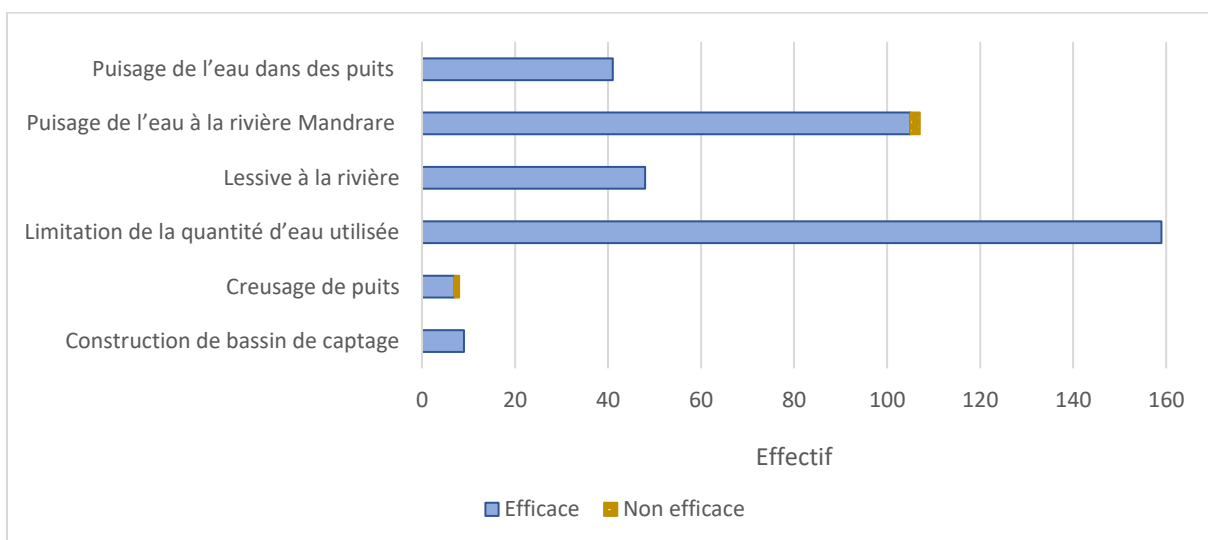


Figure 16 : Mesures pour assurer l'accès à l'eau, l'usage et le stockage

b) Par rapport à l'agriculture et à l'élevage

L'agriculture est l'un des domaines les plus vulnérables aux variations climatiques. Au niveau de l'agriculture et de l'élevage, les populations n'ont pris aucune disposition particulière sauf pour quelques-uns qui ont pratiqué l'agriculture sous couvert végétal vivant ou mort afin de limiter l'évapotranspiration. Concernant les mesures prises dans le cadre de l'élevage, quelques ménages achètent du fourrage pour leur bétail. Ce cas concerne une faible frange de personnes interrogées (cf. Figure 17).

Enfin, dans le domaine de l'environnement, certaines personnes sont conscientes que la destruction de forêts constitue un facteur qui freine l'arrivée de la pluie. Elles sont conscientes des bénéfices procurés par la forêt. Cela constitue une motivation au reboisement et une stratégie de sensibilisation de la communauté. Cependant, étant donné l'aridité du climat et la situation précaire en rapport avec la famine, les gens ne sont pas enclins à réaliser des reboisements. Leur préoccupation première est l'agriculture et l'approvisionnement en denrées alimentaires.

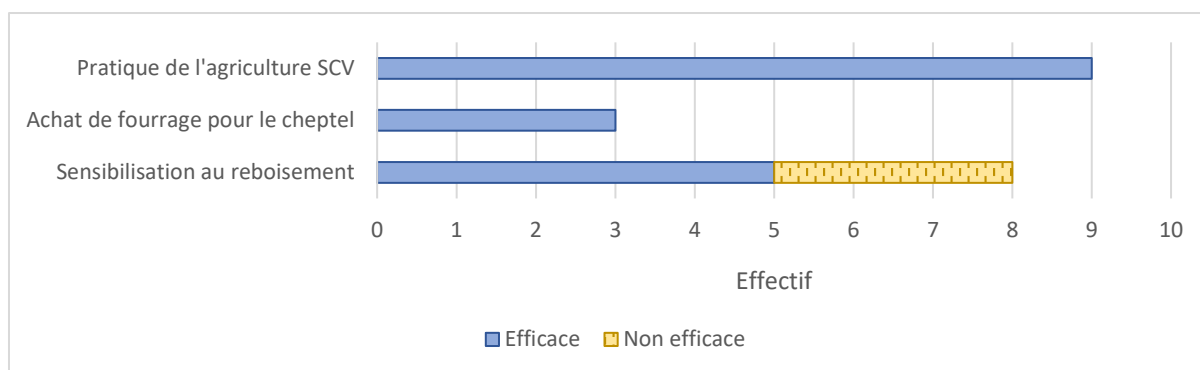


Figure 17 : Mesures par rapport à l'agriculture, l'élevage et l'environnement

c) Par rapport aux activités

La majorité de la population étant principalement des agriculteurs, la sécheresse a bouleversé complètement leurs activités. Ils ont dû recourir à d'autres alternatives, comme chercher un autre travail par exemple, pour pouvoir trouver de la nourriture et de l'argent pour leurs besoins divers. Au cours de nos enquêtes, 88 personnes ont déclaré collecter du bois de chauffe pour ensuite le vendre, soit dans le fokontany même, soit dans d'autres fokontany voisins. La vente de bois de chauffe est une solution avantageuse car elle ne nécessite pas d'investissements importants et donne des résultats assez rapides. Cependant, les répondants ont soulevé une limite selon laquelle le bois se raréfie et il faut parcourir des distances suffisamment longues pour la collecte du bois de chauffe. 49 ménages ont eu recours à un prêt au niveau de l'association VSLA (Village Savings and Loans Association). L'association regroupait au début des femmes qui cotisent mensuellement pour constituer un fonds d'emprunt. Les membres peuvent faire un prêt à la hauteur de leur cotisation avec un taux d'intérêt de 10% mais en prenant garde de ne pas dépasser un délai de remboursement de 3 à 6 mois. Ce système constitue une solution à court et moyen terme en temps de crise. Cependant, certaines personnes se plaignent sur le plafonnement du montant à emprunter (un montant qui selon eux est bas) et d'autres éprouvent des difficultés de remboursement des prêts dans le délai imparti. Par ailleurs, le prêt est destiné à l'achat de nourriture ou sert comme fonds pour le petit commerce. Une autre stratégie consiste à ouvrir un petit commerce. Il s'agit le plus souvent d'une petite boutique de café accompagné de pain ou d'une petite épicerie. Il y en a aussi qui fabriquent des produits manuellement (nattes, bûches, haches, meubles) et les revendent. D'autres encore partent pêcher et vendent les produits de pêche. Le petit commerce est bénéfique mais quelquefois les clients ne sont pas solvables (cf. Figure 18).

Au cours des enquêtes, certains ménages ont affirmé qu'ils puisent l'eau le plus souvent à la rivière Mandrare et partent la revendre à d'autres personnes. Cette activité de vente de l'eau nécessite soit une force physique assez puissante pour transporter l'eau, soit des moyens de transport adéquats (charrette, bicyclette). Enfin, il y a ceux qui recherchent du travail en tant que main d'œuvre mais ils dépendent de l'offre.

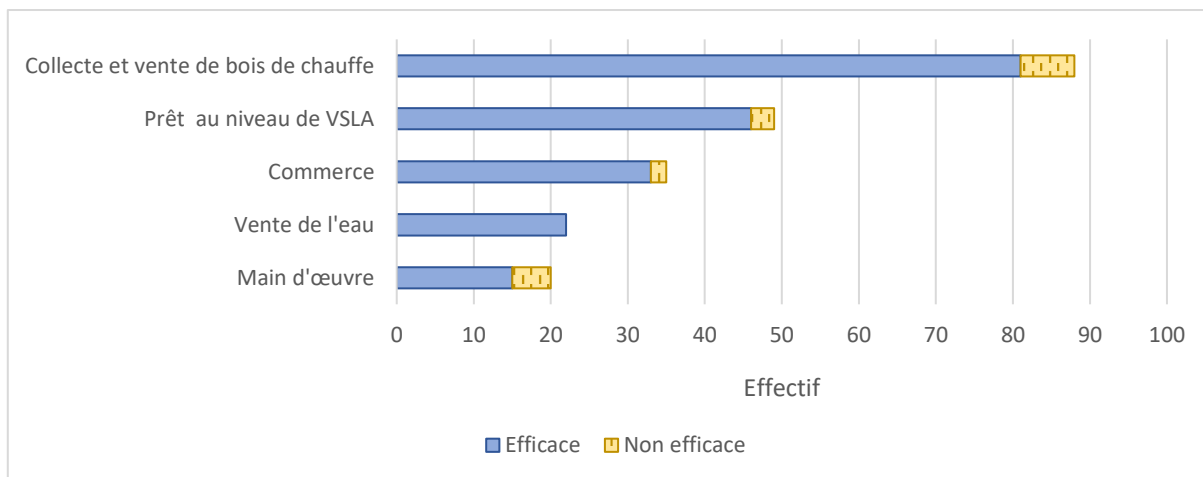


Figure 18 : Autres mesures pour gagner de l'argent

Parfois, effectuer un travail extra ne permet pas toujours de gagner suffisamment d'argent pour les besoins vitaux. Soit le marché de travail n'existe tout simplement pas, soit le commerce ne rapporte pas car les gens achètent à crédit. Certains individus n'ont pas la possibilité de travailler (à cause de la vieillesse, maladies, etc.). Or il y a parfois des situations d'urgences, comme le cas d'un problème de santé, qui ont nécessité des mesures drastiques et désespérées. Certains individus sont alors contraints de vendre du matériel et des biens personnels pour obtenir de l'argent (cf. Figure 19). Une soixantaine d'enquêtés ont affirmé vendre du matériel de maison comme des meubles, des ustensiles de cuisine pour avoir un peu d'argent qui ne permet d'assurer que les besoins basiques comme la nourriture et/ou l'eau. Cette mesure ne semble pas être efficace selon certains car les biens sont limités et parfois l'argent obtenu est dérisoire. Une pratique courante consiste à vendre des volailles mais l'argent qu'elles rapportent est également très faible et non durable. Mais, elles présentent l'avantage de se vendre très facilement. D'autres ont recours à la vente d'une ou plusieurs têtes du cheptel pour avoir un montant plus élevé que par la vente de volailles. Quelques ménages ont dû vendre des parcelles agricoles qui ont rapporté une somme assez considérable permettant de régler une bonne partie des problèmes. En général, la vente de biens et matériels personnels s'est avérée efficace, mais elle a comme conséquences la diminution du patrimoine, contribuant à exacerber davantage la pauvreté. De plus, la majorité des mesures prises sont des solutions à court et moyen termes.

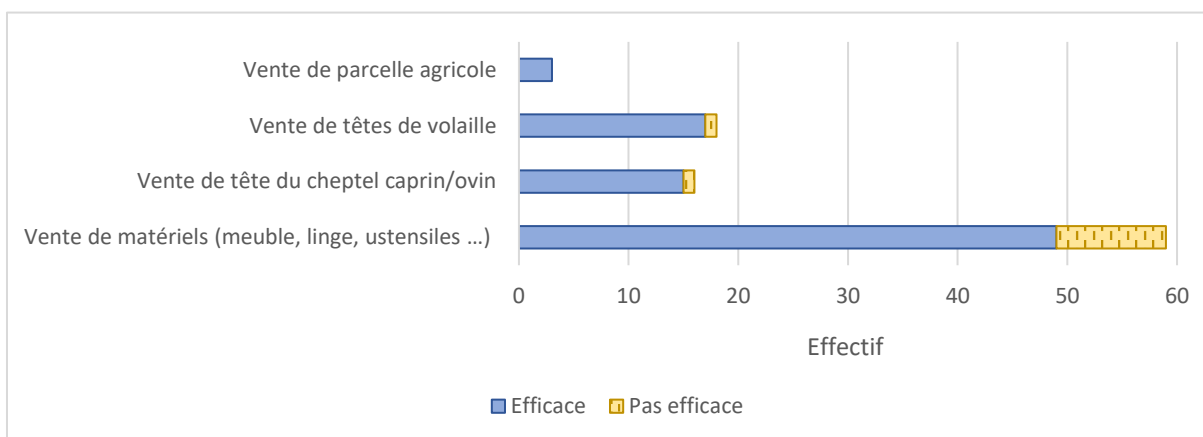


Figure 19 : Vente de matériels et biens personnels pour avoir de l'argent

III.3.1.2 Mesures prises au niveau local et des élus locaux

La gravité de la situation dans le Sud est telle qu'elle nécessite des interventions majeures externes. Lors des épisodes de sécheresse prolongée, les populations se plaignent auprès des Chefs de fokontany ou auprès des Maires, leur demandant des appuis voire un peu de nourriture et d'eau. Mais même si les responsables le voulaient, ils ne peuvent généralement rien faire puisqu'ils se trouvent dans la même situation. Dans ce contexte inextricable, les élus locaux n'ont d'autres choix que d'adresser des doléances auprès des instances supérieures. Le Fokontany fait appel à la Commune, et la Commune au District ou à la Région. La Commune s'adresse aussi parfois aux projets qui interviennent dans sa localité. Le plus souvent, les doléances ne donnent pas les réponses voulues. Les réponses arrivent tardivement et les bénéficiaires des aides sont très limités alors que les nécessiteux sont largement nombreux.

De nombreuses associations, organismes et projets de développement et humanitaires interviennent dans la zone d'étude dans le cadre de la lutte contre l'insécurité alimentaire. Ils réalisent des appuis matériels et techniques des populations, individuellement ou à travers les structures paysannes.

Depuis 2020, l'Etat a mis à la disposition des Communes des citernes pour distribuer et vendre de l'eau pendant les périodes de forte sécheresse à un prix abordable (environ 0,10 euro le bidon de 20 litres). Les Communes se chargent de coordonner et de répartir les trajets de la citerne. Etant donné que les citernes sont peu nombreuses et les zones à intervenir très étendues, chaque fokontany ne reçoit qu'une à deux visites de la citerne par semaine. Cette initiative ne satisfait que partiellement les besoins en eau de la population du fait de son irrégularité.

En vue d'assurer l'accès à l'eau des ménages, des mécanismes de stockage d'eau (bassins impluvium, château d'eau) ont été implantés dans quelques fokontany. Le château d'eau de Tanandava I n'est plus fonctionnel depuis 2022 à cause d'une panne technique. L'impluvium installé à Manindra est encore opérationnel et peut assurer l'approvisionnement en eau du fokontany à un moindre coût (environ 0,05 à 0,10 euro) pendant deux à trois mois. Sa gestion est assurée par le Chef de fokontany et il est ouvert tous les deux jours. Cependant il est difficile de coordonner la distribution équitable, gérer les conflits générés par son usage, et de satisfaire les besoins de chacun. Néanmoins, il permet de régler en partie le problème d'accès à l'eau des ménages au niveau du fokontany.

III.3.1.3 Mesures prises au niveau régional et national

a) Monitoring de la sécheresse

Un système de surveillance des sécheresses basé sur des indicateurs dérivés d'image satellite a été mis en place pour le Grand Sud de Madagascar. Il sert d'alerte à la sécheresse. Ce système a été développé par l'UNICEF, en collaboration avec le Centre de Recherche Commun de l'Union Européenne et le Ministère de l'Eau, de l'Hygiène et de l'Assainissement. Les indicateurs renseignent sur les précipitations et anomalies de croissance de la végétation (NDVI), et le niveau des eaux souterraines. Ainsi, les moyennes long-termes sont calculées à partir de ces données satellitaires pour déduire les tendances historiques de la sécheresse, qui serviront de base de référence (baseline). Les conditions actuelles sont ensuite comparées

pendant l'année pour avoir les différents niveaux de la sécheresse. Des forages ont été construits pour suivre l'évolution des nappes phréatiques. Les conditions initiales au moment de leur création ont servi de référence.

Des cartes d'anomalie NDVI sont alors produites renseignant sur l'état de sécheresse, lequel est caractérisé selon quatre niveaux d'alerte. Il en est de même pour le niveau des eaux souterraines. Un code couleur est utilisé pour définir les niveaux d'alerte de l'état de la sécheresse, afin de prendre les mesures adéquates :

1. Niveau normal (vert) : les précipitations, la végétation et les nappes sont normales ou au-dessus des normales saisonnières
2. Niveau de vigilance (jaune) : faible déficit des précipitations, végétation et nappes par rapport aux normales saisonnières
3. Niveau d'alarme (orange) : déficit sévère des précipitations, végétation et nappes par rapport aux normales saisonnières
4. Niveau d'urgence (rouge) : déficit extrême des précipitations, végétation et nappes par rapport aux normales saisonnières

Ces informations publiées mensuellement sous forme de bulletin (cf. [Annexe 4](#) : Bulletin mensuel de monitoring de la sécheresse (Avril 2021 - n°29)) permettent aux acteurs, parties prenantes, humanitaires et décideurs de planifier les interventions d'urgences et de mettre en œuvre des mesures d'atténuation de la sécheresse. Elles sont communiquées par SMS aux parties concernées pour une rapidité de la communication.

b) Système d'alerte Précoce en Insécurité Alimentaire du Grand Sud et Grand Sud Est de Madagascar (SAPIAGS)

Le Système d'alerte Précoce en Insécurité Alimentaire du Grand Sud et Grand Sud Est de Madagascar (SAPIAGS), initié par le Cluster Sécurité Alimentaire et Moyen de Subsistance – rattaché au Bureau National de Gestion des Risques et des catastrophes – est un instrument d'investigation qui a pour rôle de prévoir les situations de crise alimentaire, d'estimer leur ampleur, et de déterminer la meilleure façon d'intervenir. Il est publié sous forme de bulletin mensuel. Le premier a été publié en août 2022.

La base d'investigation du SAP est la commune. Il identifie les populations à risque en se basant sur la probabilité que ces dernières se trouvent en situation d'insécurité alimentaire pendant la période de soudure ⁵ à venir. Il utilise et compare les données conjoncturelles et structurelles pour déterminer le niveau de risque sur la base d'indicateurs entre autres les indicateurs du marché (disponibilité des denrées, prix, récolte, production et stocks, coût moyen du panier alimentaire, importation, transport, accès physique, financier, social, prix du carburant), de l'économie (Croissance économique nationale, projection de croissance et PIB, valeur monétaire, indice des prix à la consommation), de la pluviométrie (cumul de pluie sur 3 mois,

⁵ « La soudure désigne, pour les populations vivant de l'agriculture vivrière, la période de l'année précédant les premières récoltes et durant laquelle les produits des récoltes précédentes viennent à manquer. Il y a alors souvent pénurie et une flambée des prix parfois accentuée par la spéculation » (<https://fr.wikipedia.org/> consulté le 14/08/2023).

indice de végétation par différence normalisée, indice de sécheresse), et de la situation nutritionnelle (évolution de l'IPC-Integrated Food Security Phase Classification et AMN-Acute Malnutrition Classification). Un niveau de risque alimentaire est alors attribué à chaque commune, classifié en cinq phases selon un code couleur (cf. Annexe 5 : Extrait du Bulletin d'alerte Précoce en Insécurité Alimentaire du Grand Sud et Grand Sud Est de Madagascar, Août 2022)) :

- Phase 1 – aucune/minimale (vert) : les ménages sont capables de couvrir les besoins essentiels alimentaires et non-alimentaires
- Phase 2 – Stress (jaune) : les ménages arrivent à couvrir la consommation alimentaire minimalement adéquate. Pour pouvoir couvrir les dépenses non-alimentaires, ils doivent recourir à des stratégies d'adaptation de stress.
- Phase 3 – Crise (orange) : Les ménages présentent des déficits de consommation alimentaire (malnutrition aiguë). Pour pouvoir couvrir leurs besoins alimentaires essentiels de façon marginale, ils doivent se départir de leurs avoirs de moyens d'existence majeurs ou employer des stratégies d'adaptation de crise.
- Phase 4 – urgence (rouge) : Les ménages présentent d'importants déficits de consommation alimentaire caractérisés par une malnutrition aiguë très élevée et une mortalité excessive. Pour réduire l'importance des déficits alimentaires ils doivent utiliser des stratégies d'adaptation d'urgence et en liquidant leurs avoirs.
- Phase 5 – catastrophe/famine (grenat) : Les ménages manquent énormément de nourriture et/ou de quoi subvenir à leurs autres besoins de base malgré une utilisation maximale des stratégies d'adaptation. Elle est marquée par des niveaux de malnutrition aiguë et de mortalité extrêmement critiques.

III.3.2 MIGRATION COMME REPOSE A LA SECHERESSE

III.3.2.1 Caractéristiques des personnes déplacées

Sur 224 personnes interrogées, 85 soit 37,94 % ont affirmé qu'un membre de leur famille a déjà migré. La migration est liée au niveau de vie de la population ($p < 0,05$) (cf. Tableau 13). Les ménages à niveau de vie élevé ont des individus qui migrent le plus (OR=1) par rapport aux ménages à niveau de vie moyen (OR=0,13), faible (OR=0,16) et très faible (OR=0,07). La disposition de moyens financiers et la facilitation de la migration par la connaissance de réseaux migratoires favorisent cette migration des personnes à niveau de vie élevé. Les hommes migrent plus (migration à court et long terme) par rapport aux femmes avec un taux de 96% d'hommes migrés contre 4% de femmes. Le plus souvent, ils partent à la recherche d'opportunités de travail dans les zones agricoles ou minières, vers les villes les plus proches comme Amboasary Atsimo ou bien plus loin en dehors du District.

Leur âge varie de 11 à 56 ans avec une moyenne proche de 30 ans. 75 % des migrants ont un âge situé en dessous de 37 ans au moment de la migration. Par ailleurs, 69,41% des enquêtés affirment que les migrants ne sont pas revenus (déplacement à long terme) contre 30,59% qui sont revenus (déplacement à court terme). Les migrants qui ont choisi les destinations les plus proches reviennent de temps en temps. Ils gardent un contact permanent avec leurs familles restées au village et quand les aides provenant des projets arrivent, ils retournent au village pour

en bénéficiant et quand celles-ci sont terminées, ils repartent pour rechercher du travail ailleurs. Ceux qui sont allés vers les autres régions du pays plus éloignées ne reviennent pas mais envoient de l'argent à leurs proches.

Tableau 13 : Significativité des caractéristiques des ménages sur la migration

	LR Chisq	Pr(>Chisq)
Communes	5,13	0,077
Sexe	1,86	0,172
Age.de.la.personne. enquêtée	4,86	0,302
Situation.familiale	4,73	0,094
Ethnie	1,62	0,204
Activité.principale	2,23	0,328
Niveau.d'éducation	4,76	0,190
Niveau.de.vie	7,66	0,054
GroupeTaille	2,89	0,236

A la question de savoir *quelles raisons ont motivé la personne à se déplacer*, la majorité des répondants ont avancé la cause économique et la sécheresse comme principales raisons. Les deux sont intimement liées et la majorité qui a indiqué la sécheresse comme motif de déplacement a évoqué également la raison économique (83,5%). D'autres raisons comme le mariage, la cause familiale ou les études, poussent les gens à se déplacer (cf. Figure 20).

Quoi qu'il en soit, la sécheresse a un impact sur le rendement agricole et donc sur la vie ou la survie des populations, leur bien-être et leur niveau de vie. Ce qui incite les gens à migrer de façon temporaire ou permanente pour chercher du travail afin d'assurer leur survie ou pour améliorer leur niveau de vie.

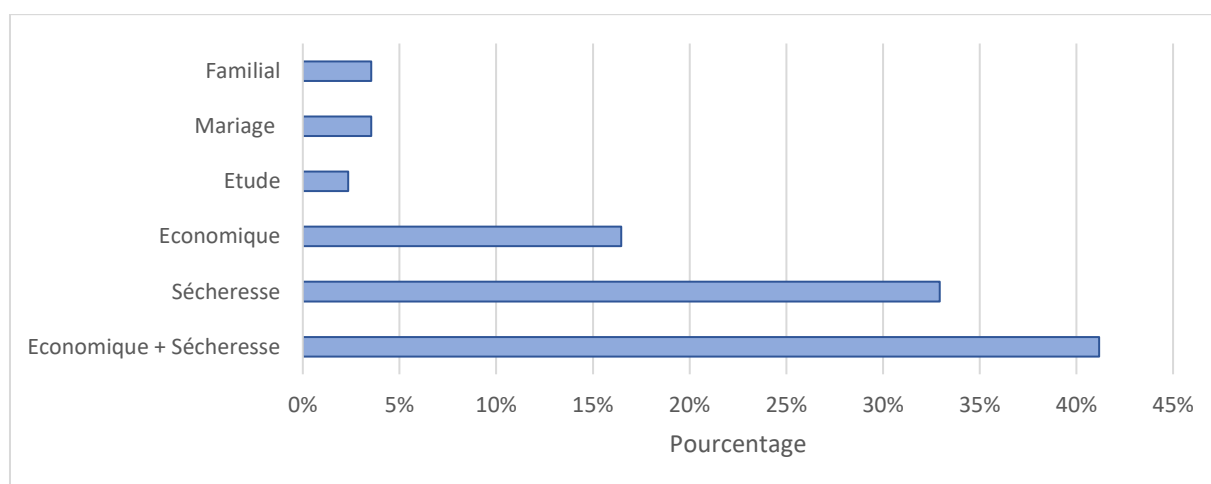


Figure 20 : Motifs de la migration

III.3.2.2 Flux des migrants

Le flux migratoire dans les trois communes a été étudié sur une période de 6 ans à partir de 2017 pour les ménages concernés (cf. Figure 21 : Flux migratoire au sein des ménages enquêtés dans la zone d'étude). Cette période a été considérée afin d'assurer une bonne mémorabilité des événements par les enquêtés. Au sein des ménages enquêtés, le flux sortant des trois communes

– en considérant uniquement les cas où un ou plusieurs membres du ménage migrent – correspond à un effectif de 85 personnes déplacées. Dans le cadre de la trajectoire migratoire, les migrants rejoignent les grandes villes comme Fort Dauphin, Tuléar ou Antananarivo pour exercer des activités urbaines telles le commerce et l’artisanat. D’autres partent vers les zones à forte potentialité agricole principalement la région de Boeny pour y cultiver le riz, le maïs et d’autres cultures. Une grande partie rejoint les fronts pionniers d’exploitation minière artisanale d’Ilakaka ou de Sakaraha. Le déplacement est facilité par l’existence de réseaux migratoires et l’expansion du transport. Un réseau migratoire est défini par un groupe de migrants qui se sont installés selon un axe préférentiel de migration. Ces réseaux jouent le rôle d’accueil et/ou de facilitateurs pour les migrants ultérieurs (familles ou connaissances) qui viendront s’installer dans la zone.

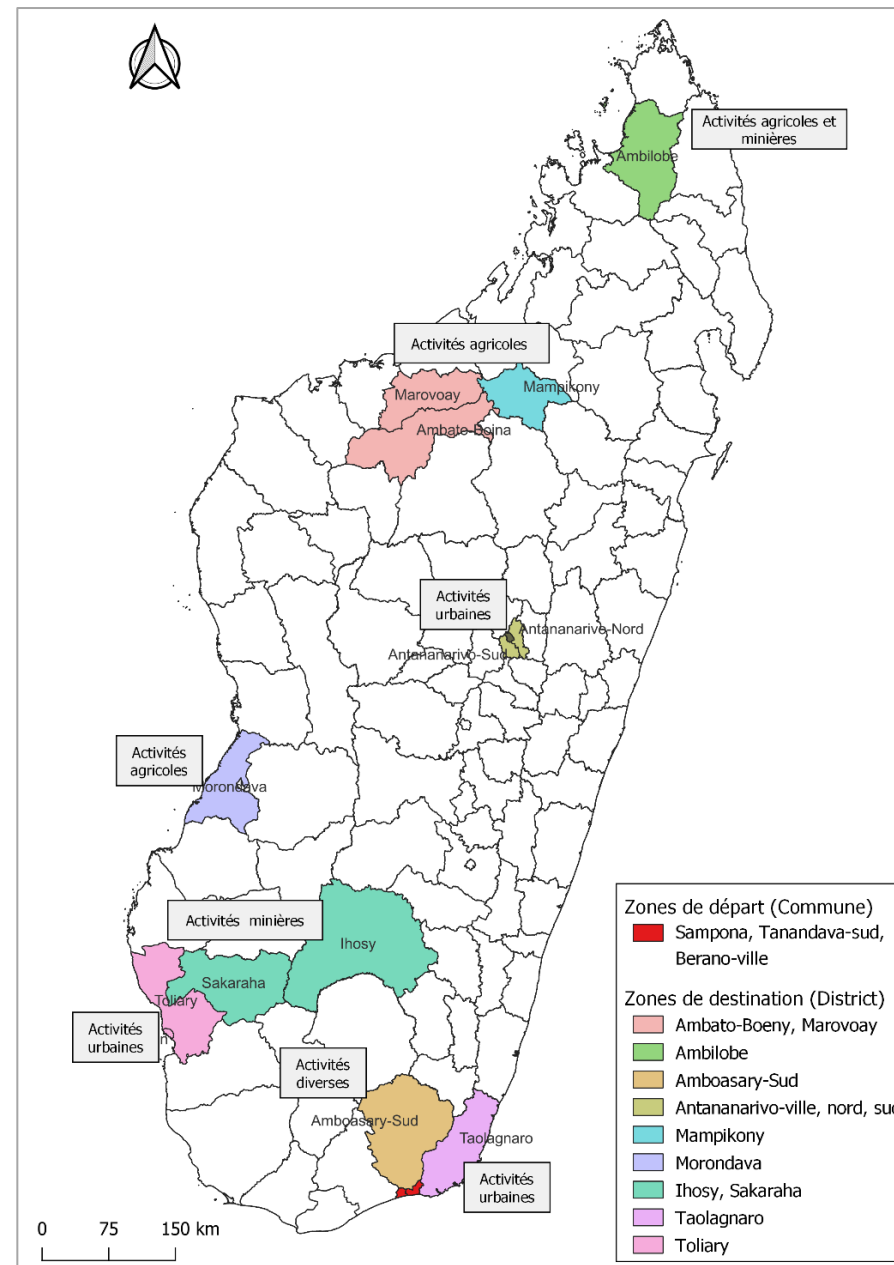
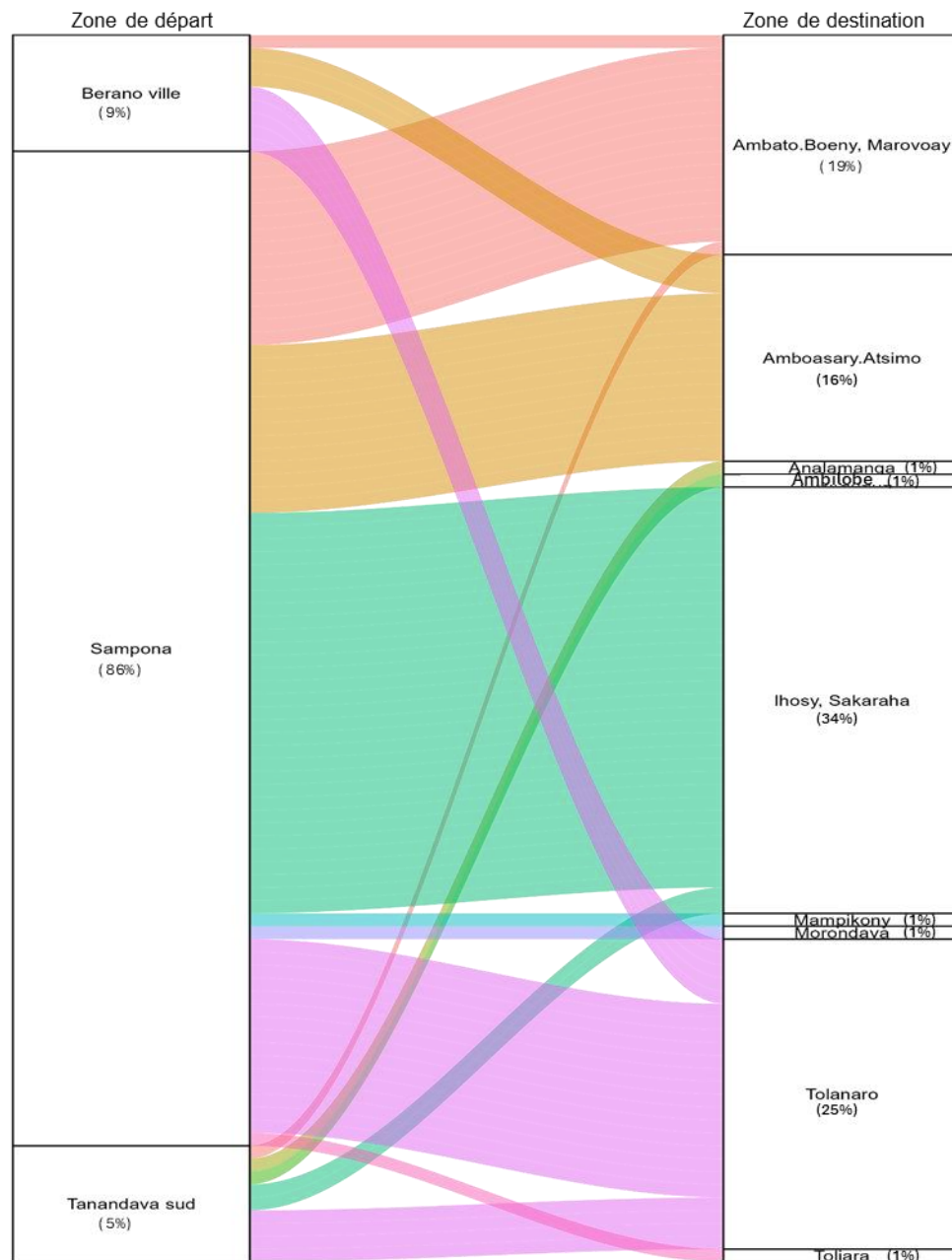


Figure 21 : Flux migratoire au sein des ménages enquêtés dans la zone d'étude

III.3.3 Migration et non-migration

La majorité des enquêtés a affirmé que la situation de sécheresse est un précurseur de la migration dans la zone d'étude. Si des gens ont migré ou ont décidé de migrer pour une quelconque raison, il y a aussi des personnes qui ont décidé de ne pas migrer. A la question de savoir si les individus ont l'intention de migrer si les vagues de sécheresse se répètent, 94 personnes soit 42% des répondants ont exprimé le souhait de migrer et comptent réaliser ce souhait dans un délai plus ou moins court. Elles peuvent être qualifiées de personnes en situation de « mobilité ». La régression logistique montre que toutes les variables ne sont pas significatives sur l'intention migratoire à l'exception du sexe ($p < 0,05$) (cf. Tableau 14). Les hommes sont plus désireux de migrer ($OR=2,27$).

Tableau 14 : Significativité des variables sur l'intention migratoire

Variables	LR Chisq	p-value
Communes	0,68	0,713
Sexe	5,21	0,022
Classes d'âge	8,97	0,062
Situation familiale	1,95	0,377
Ethnie	0,07	0,798
Activité principale	0,88	0,643
Niveau d'éducation	2,98	0,394
Niveau de vie	6,18	0,103
Taille de ménage	2,73	0,255

Parmi les 130 personnes qui ne vont pas migrer soit 58% des enquêtés, 83 personnes n'ont pas du tout l'intention de migrer, tandis que 47 personnes veulent migrer mais n'ont pas la capacité de le réaliser. De nombreuses raisons expliquent cette non-migration des populations. Dans ce cas-ci, une seule réponse est possible par enquêté. Ces populations peuvent être regroupées en deux classes. On observe premièrement les populations qui souhaitent migrer mais qui n'ont pas les moyens ni la capacité de le faire, que l'on qualifie de personnes « piégées ». Ces moyens peuvent être financiers, matériels ou humains (réseau social de migration ou connaissance ou famille d'accueil dans la zone de destination). Deuxièmement, il y a les personnes qui ne veulent tout simplement pas migrer, que l'on désigne sous le nom de personnes « en immobilité », à cause de leur état de santé (vieillesse) ou à cause d'un choix personnel ou pour d'autres raisons comme la famille ou la patrie ou des activités qu'ils ne peuvent ou ne veulent tout simplement pas abandonner (cf. Figure 22).

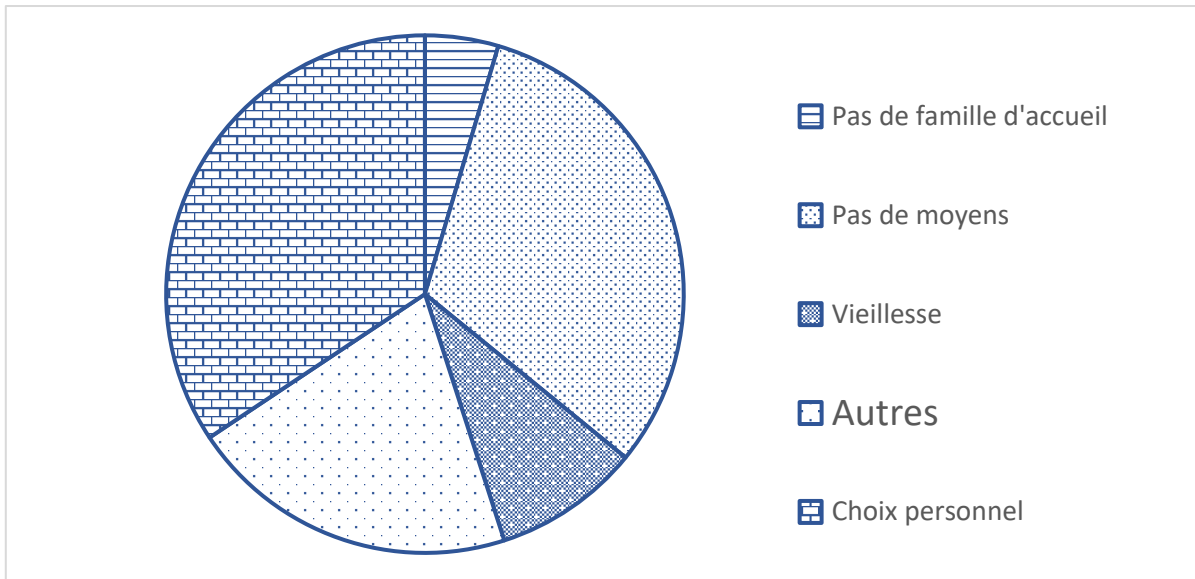


Figure 22 : Motifs de la non-migration

Partant du postulat selon lequel des épisodes de sécheresse de plus en plus longs et intenses peuvent entraîner une augmentation du besoin de migrer pour les populations afin d'assurer leur survie ou pour améliorer leur niveau de vie, selon leur besoin de migrer, leur désir de migrer et leur capacité à migrer, les ménages de notre zone d'étude peuvent être classés en personnes en mobilité, en immobilité et piégées (cf. Figure 23).

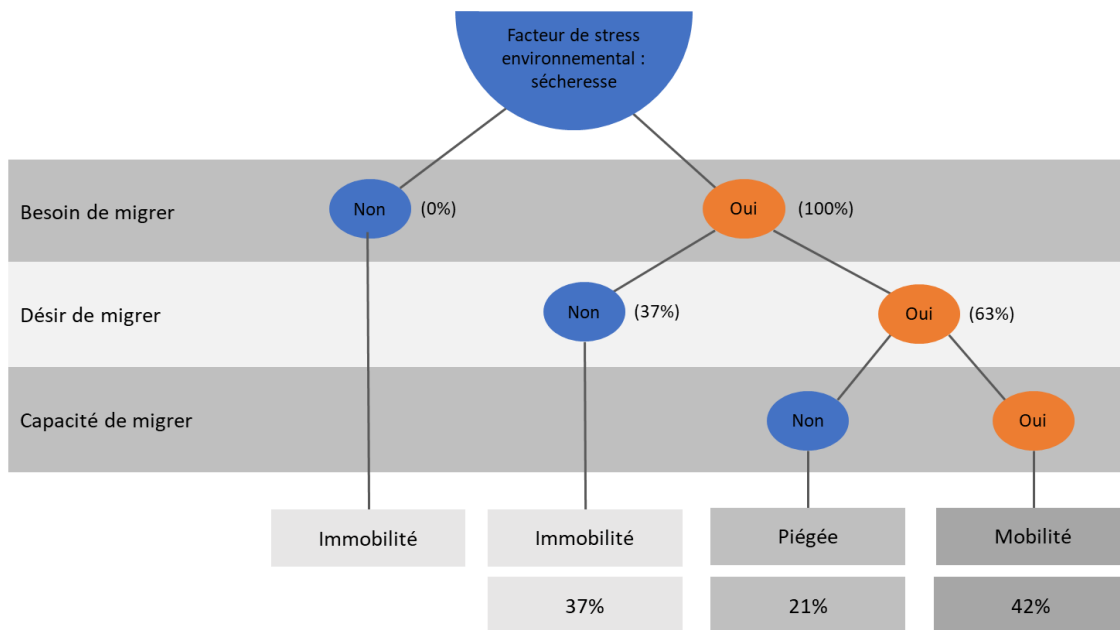


Figure 23 : Classification des migrants de notre zone d'étude

PARTIE IV. DISCUSSIONS, ORIENTATIONS POUR AMELIORER LA GESTION DE LA SECHERESSE ET DE L'EAU

IV.1 DISCUSSION DES RESULTATS

HYPOTHESE 1 : LES VAGUES DE SECHERESSE SONT DE PLUS EN PLUS RECURRENTES DANS LE SUD

Les courbes de tendance montrent globalement une augmentation de la température et une diminution de la précipitation sur la période 1991 à 2021. Par ailleurs l'indice normalisé de précipitation SPI-12 indique globalement une tendance à la sécheresse à partir des années 2000. Ces paramètres traduisent une augmentation de la sécheresse, ce qui conforte l'idée de l'intensification des sécheresses perçue par les personnes enquêtées. Selon les perceptions de ces mêmes personnes, la sécheresse s'intensifiera dans le futur. D'autres études qui se sont intéressées à la tendance future des précipitations et sécheresses dans le Sud de Madagascar corroborent cette intensification de la sécheresse. Ces études ont élaboré des projections sur l'évolution future du climat selon le modèle climatique global (MCG) de CMIP5 sur les horizons temporels 2028 et 2056 pour la station de Tolagnaro par rapport à une période de référence 1981-2010. Les résultats ont montré une augmentation de la température de + 0,5 °C en 2028 et de +1°C en 2056 ; et une diminution des précipitations annuelles de -1,6% en 2028 et de -2,3 % en 2056 par rapport à la période de référence 1981-2010 (Ramahandry, 2019).

Dans le Sud de Madagascar, sécheresse et insécurité alimentaire sont deux notions inséparables que l'on ne peut traiter l'une sans l'autre. Selon la BNGRC (2016), la situation de crise humanitaire liée à la sécheresse et à la famine qui sévit dans le Sud semble se répéter presque tous les cinq ans. Ainsi, on peut déjà considérer comme base cette périodicité pour anticiper les mesures et actions à adopter face à la crise humanitaire et à la sécheresse.

En somme, les résultats de cette étude ainsi que d'autres études antérieures montrent une intensification de la sécheresse avec le temps, avec des épisodes de sécheresses de plus en plus répétitives. La première hypothèse est donc vérifiée.

HYPOTHESE 2 : LA SECHERESSE IMPACTE LES RESSOURCES EN EAU ET LEUR UTILISATION PAR LES MENAGES

La sécheresse affecte la vie des populations sur tous les plans. Elle impacte principalement les moyens de subsistance des ménages à travers l'agriculture qui est la principale activité génératrice de revenus, entraînant l'appauvrissement de la population. L'agriculture à Madagascar, en général, connaît déjà de nombreux problèmes entre autres la difficulté d'accès aux intrants et matériels agricoles, l'insuffisance ou même l'absence de l'encadrement de proximité, la persistance de l'utilisation des techniques culturelles traditionnelles, la non maîtrise par les producteurs des modifications liées aux changements climatiques, la faiblesse de la structuration paysanne, l'insuffisance ou même l'absence de l'accès au financement, le mauvais état des routes et pistes, et l'insécurité rurale. Mais la sécheresse a aggravé cette

situation agricole déjà précaire. Ce qui contribue à accentuer encore plus la pauvreté de la population.

Par ailleurs, la pauvreté joue un rôle dans la perception de la sécheresse et de ses impacts, ainsi que la mise en œuvre de moyens pour y faire face. Les résultats ont montré que les besoins en eau des populations qui ont un niveau de vie faible et très faibles sont les moins satisfaits. Ceci s'explique par le fait qu'ils n'ont pas les moyens de s'acheter d'autres récipients pour stocker l'eau à force de lutter pour trouver à manger. Dans ce contexte, il n'est pas aisé pour eux de se constituer des réserves d'eau (de source ou de pluie) et se contentent de puiser l'eau tous les jours. En période d'étiage, les points d'eau sont pratiquement taris, même le niveau de la Mandrare est très bas. A cette période, l'eau devient une denrée rare et son coût est très élevé. Son prix constitue une limite à l'accès à l'eau puisque la plupart des ménages n'ont pas les moyens de s'en acheter.

En résumé, les impacts de la sécheresse ont une vaste étendue dans l'espace et dans le temps, et concernent tous les secteurs. Par ailleurs, les réponses des enquêtés tendent à dire que le niveau des sources a diminué par rapport au niveau pour les années passés. Ce qui tend à vérifier la seconde hypothèse sur l'intensification de la sécheresse dans la zone d'étude.

HYPOTHESE 3 : LES STRATEGIES ADOPTEES PAR LES MENAGES NE SONT PAS SUFFISANTES POUR FAIRE FACE A LA SECHERESSE

Les communautés paysannes s'accordent à dire que la sécheresse est responsable de l'insuffisance ou l'absence des rendements agricoles. Différentes mesures ont été définies à plusieurs niveaux (local, régional, national) pour combattre la sécheresse dans le Sud de Madagascar, entre autres l'économie d'eau, la recherche de travail supplémentaire, le monitoring de la sécheresse, etc. Cependant, elles semblent insuffisantes et inefficaces. Les populations ont dû adopter des mesures de détresse comme vendre des biens et matériels, qui se sont finalement avérées infructueuses et n'ont fait que les appauvrir davantage.

Aussi pour combattre efficacement la sécheresse, ils ont demandé des appuis et donations en moyens de production comme les intrants et matériels agricoles, et aussi la distribution de vivres. Cependant les aides octroyées par les projets de développement et humanitaires n'ont pas que des avantages. Elles présentent aussi des revers. Ces aides entretiennent un effet de dépendance chez la population qui prend l'habitude d'être assistée. Cela a entraîné des changements au niveau du fonctionnement de la société et de la mentalité des gens. Il est difficile de réaliser des enquêtes ou des travaux au niveau des Fokontany sans que les gens pensent que les projets sont venus pour distribuer quelque chose. Parfois lors des enquêtes, les gens ont tendance à orienter les réponses en fonction de leurs besoins, et à minimiser ou sous-estimer, surtout lorsqu'il s'agit de question d'argent ou de revenus. Ils pensent qu'agir ainsi leur permettent de bénéficier de plus d'aide. Cela contribue à biaiser grandement les données si l'on ne prend pas de précautions comme renforcer la collaboration et l'approche au niveau des élus locaux.

La migration fait partie de l'une des stratégies mise en œuvre par la population pour faire face à la sécheresse. Comme c'est un phénomène à cinétique lente, la décision de partir n'est pas

pris à la hâte, mais est bien réfléchi. Le départ est programmé. En effet, il est nécessaire de préparer le déplacement, prévoir les frais de déplacement, organiser l'arrivée dans la zone de destination, trouver où loger. Tout cela nécessite des moyens financiers. D'autres ont vendu leurs biens, des animaux d'élevage, des terres et même leurs maisons afin d'obtenir de l'argent pour organiser le déplacement. Contrairement au départ, le retour est imprévisible et dépend de plusieurs facteurs. Un des cas qui provoque le retour des migrants est, par exemple, qu'ils ne trouvent pas de travail dans la zone d'accueil après avoir cherché pendant longtemps. Mais le plus souvent, ils rentrent quand il y a distribution de vivres ou d'aides venant des projets. Ce cas s'applique aux migrants qui se sont déplacés tout près, où il est possible de faire des va-et-vient.

Dans le cadre de la gestion de la migration, des projets humanitaires interviennent et appuient l'immobilisation des populations dans leur localité en assurant leur stabilisation économique. Le principe de l'appui consiste à attribuer des aides de quelque nature aux populations vulnérables afin qu'ils puissent faire face à la sécheresse, démarrer et entreprendre des petits projets d'agriculture ou d'élevage pour les motiver à rester. Or la nature des aides octroyées est parfois problématique, par exemple la distribution de petits ruminants destinés à l'élevage. A la base, ils sont destinés à assurer les besoins primaires des ménages, mais parfois les bénéficiaires les vendent et utilisent l'argent pour se déplacer. Ce qui est vraiment contradictoire avec l'objectif de la donation.

Jusqu'à maintenant, les efforts et les études sont concentrés sur les zones de départ. Les zones de destination sont très peu ou quasiment pas étudiées. Or les dégâts s'amplifient dans ces zones. De plus, dans ces zones où les migrants arrivent de plus en plus, leur installation n'est pas suivie voire inconnue des autorités locales. Une étude a montré que l'arrivée de migrants Antandroy dans les communes riveraines de l'Aire protégée d'Ankarafantsika, dans les districts d'Ambato-Boeny, région Boeny, a provoqué une importante déforestation et des conflits parfois violents avec la population autochtone (Harioly, 2018).

Ces faits nous incitent à établir un bilan de ces migrations, et à se poser la question sur l'efficacité de la migration par rapport aux raisons qui l'ont induites, et les plus-values sur les communautés de destination et sur les communautés de départ. En effet, la situation actuelle pousse à se demander si la migration contribue réellement à améliorer la vie des migrants et de leur famille ou si elle contribue seulement à détériorer davantage la zone de destination et de départ ? Dans les zones de départ, les familles des migrants qui sont restées sont encore vulnérables à la sécheresse, malgré que les personnes déplacées leur envoient un transfert financier. En effet, la fréquence moyenne des envois est de 3,5 fois par an avec un montant moyen de 4-6 euros à 10-15 euros par envoi selon Harioly (2018), et d'environ 8 dollars selon OIM (2023).

Par ailleurs, le dernier bulletin conjoint sur la sécurité Alimentaire Nutrition et Alerte Précoce dans le Grand Sud et Sud-Est de Madagascar date de 2022. Or, ce document, avec le bulletin de monitoring de la sécheresse, ont une importance capitale dans la surveillance de la sécheresse et de la sécurité alimentaire. Ils permettent d'estimer les risques et de fournir des informations aux parties prenantes afin de faciliter la préparation et les mesures d'atténuation de la sécheresse

et la sécurité alimentaire. Mais surtout le système d'alertes précoces permet d'intervenir à temps en cas de crise. La production continue d'un tel document est donc nécessaire pour mieux se préparer à la survenue d'une crise. L'importance d'avoir un système d'alertes précoces a été analysée par le BNGRC (2016) lors des crises humanitaires de 2002-2003 et de 2009-2011. L'existence de SAP a permis d'assurer un démarrage précoce de la réponse aux crises, et aussi d'intervenir sur une durée plus courte et à un coût moins élevé. Pendant la crise de 2014-2015, l'absence d'un SAP a retardé le déclenchement de la réponse de cinq mois après le premier signal de détresse, car il a fallu attendre une évaluation rapide avant de pouvoir déclarer la situation d'urgence humanitaire. Ce qui a entraîné la dégradation de la situation et de la vulnérabilité des ménages affectés, et l'augmentation du coût d'intervention.

En conclusion, l'analyse des réponses des ménages face à la sécheresse ainsi que les initiatives existantes en matière de lutte contre la sécheresse ont montré que celles-ci ne sont pas suffisantes et que les ménages sont toujours très vulnérables. La troisième hypothèse est donc vérifiée.

IV.2 LIMITES DE L'ETUDE

Quelques limites sont inhérentes au présent travail :

- Le niveau de scolarité des enquêtés constitue une des limites de l'étude. En effet, la majeure partie de la population est analphabétisée ou scolarisée mais jusqu'à un niveau très limité. La compréhension du questionnaire par les enquêtés n'a pas été la même et cela a rendu difficile les enquêtes bien que les enquêteurs soient locaux. Par exemple, les données sur les dates ou années étaient difficile à différencier ou à se remémorer pour certains.

- Une autre limite est relative au fait que la zone Sud de Madagascar est une zone à projets. Les gens sont habitués aux aides de quelque nature octroyées par les projets. Dès qu'il y a une enquête, soit ils ne le font pas gratuitement, soit ils déforment volontairement la réponse en se proclamant être très démunis pour pouvoir bénéficier d'aides. Ce qui crée des biais au niveau des réponses. Néanmoins nous avons essayé de contourner cela en choisissant précautionneusement nos enquêteurs, pour qu'ils soient assez proches des gens et que ces derniers ne peuvent cacher ou déformer la vérité. D'autres sont issus des fokontany à intervenir et d'autres ont déjà travaillé dans la zone.

- La langue officielle qui diffère assez communément du dialecte local a constitué une barrière lors des entretiens avec certains chefs de village, rendant difficile la communication avec ces derniers.

- Cette étude n'a pas recensé le nombre total des migrants dans la zone d'étude. L'évaluation du nombre de migrants a été réalisée à l'aide d'un échantillon qui ne concerne que la migration au sein des ménages enquêtés et ne reflète donc pas la tendance globale de migration au niveau du Fokontany, et ne peuvent être généralisés à l'ensemble du Fokontany.

- Compte tenu de la pluralité et de l'éparpillement des zones de destination des migrants, nous n'avons pas pu enquêter la population dans ces zones. L'enquête a seulement été menée

auprès de la population de la zone de départ. Ceci implique que les informations recueillies renseignent uniquement sur les premières zones de destination des migrants et non pas sur la localisation actuelle réelle des migrants, ni sur d'éventuels changements de localité après le premier déplacement. Par ailleurs, l'étude de la migration concerne le déplacement partiel des membres du ménage. Seul le cas des ménages dont un ou plusieurs individus déplacés a été considéré. Etant donné que nous n'avons pas pu enquêter dans les zones de destination, le cas des ménages qui ont complètement migré n'a pas été abordé.

IV.3 ORIENTATIONS POUR AMELIORER LA GESTION DE LA SECHERESSE ET DE L'EAU

IV.2.1 MESURES D'ADAPTATION

Le SAP sécheresse est nécessaire et son efficacité a été reconnue. Mais il est indispensable de mettre en place des stratégies efficaces d'adaptation et de gestion durable de la sécheresse et des ressources en eau.

IV.2.2 Agriculture adaptée

Pour faire face à des épisodes de sécheresse de plus en plus récurrents, il faudrait adapter l'agriculture à ce phénomène. La pratique de l'agriculture sous couverture végétale (vivante ou morte) permet d'une part de limiter l'évapotranspiration, et d'autre part de maintenir ou même d'améliorer les rendements, en augmentant l'apport de fertilisants dans le sol.

L'utilisation d'espèces plus adaptées et la sélection de variétés plus résistantes au stress hydrique sont cruciales pour produire en zone aride et semi-aride. Le développement de telles variétés permet déjà d'anticiper les futures variations du climat. La promotion de la recherche et la valorisation des résultats de recherche (universitaires, chercheurs, laboratoires) peuvent contribuer au développement de ces variétés.

IV.2.3 Amélioration du stockage de l'eau en période de pluie

Les initiatives comme la mise en place de bassin impluvium constituent déjà un avancement dans l'amélioration de l'accès à l'eau des ménages. Plusieurs fokontany ont demandé à en bénéficier. Mais il est parfois difficile de gérer les biens communautaires (assurer l'entretien, la distribution équitable de l'eau), ce que le Chef de fokontany d'Ankilimanara a souligné. Ainsi, il est recommandé d'opter pour des mécanismes individuels de stockage comme le bassin de captage d'eau des pluies (cf Annexe 3 :) qui a déjà fait ses preuves. L'Etat pourrait formuler une demande d'appui pour la mise en place de tel dispositif aux partenaires techniques et financiers et projets intervenant dans la zone.

IV.2.1 Station de dessalement

Le dessalement de l'eau de mer pourrait être une alternative intéressante pour pallier le manque d'eau dans la région Sud de Madagascar. La mobilisation de l'eau souterraine étant limitée et le déficit pluviométrique persistant pour permettre la recharge adéquate des nappes, on pourrait se tourner vers cette solution. C'est une technique préconisée et utilisée dans beaucoup de pays dans le monde, entre autres les pays sahéliens qui font face actuellement aux problèmes d'eau, tels l'Algérie (Boultif, 2018 ; Khaldi, 2005). Elle consiste à éliminer le sel contenu dans l'eau

salée/de mer afin de la rendre consommable ou utilisable pour l'irrigation. Cependant il faudra noter que le coût financier d'un tel investissement est très élevé, puisqu'il faudra prendre en compte le coût de production et de l'entretien, le coût de l'énergie, les charges financières. Avec la forte insolation dans la zone, la question d'énergie pourrait être solutionnée en tout ou partie en ayant recours à l'énergie solaire. Ainsi, cette option de dessalement est une alternative à explorer, et pourrait même devenir un incontournable d'ici quelques décennies au vu de la tendance actuelle.

IV.2.4 Coordination et concertation des actions

En vue de prévoir l'arrivée des crises et mieux gérer leur survenue, il est nécessaire de renforcer l'anticipation et d'organiser la prévention de crise entre les différents acteurs concernés et établir une concertation des actions. Il faudrait abandonner l'approche sectorielle pour une considération holistique du problème. Nombreux projets interviennent dans le Sud et travaillent sur un même domaine ou un sujet précis sans aucune communication, collaboration ou coordination. Il y a un risque que certaines problématiques soient plus traitées que d'autres ou que certains fokontany soient plus favorisés que d'autres. Dans un souci d'effectivité des mesures, il serait plus bénéfique que les actions de développement et humanitaires menées dans la zone soient coordonnées, et que les projets collaborent et communiquent de manière effective.

Par ailleurs, en ce qui concerne la migration et ses impacts, il est également nécessaire d'intervenir dans les zones de destination afin de régulariser l'implantation des migrants dans ces zones, et de mettre en place une communauté harmonieuse entre autochtones et migrants. Ainsi, des interventions doivent être menées dans ces zones de destination en termes d'insertion sociale, d'accompagnement des transferts pour qu'ils soient effectifs et réglementaires, d'appuis en matière d'activités génératrices de revenus durables, de formations et renforcement de capacités.

IV.2.5 Amélioration des moyens de subsistance des ménages

Afin de réduire la vulnérabilité à la sécheresse, il est primordial de tenter de résoudre les problèmes socio-économiques sous-jacents pour améliorer et pérenniser les moyens de subsistance des ménages. Des pistes d'amélioration sont proposées, telles que la promotion, la sensibilisation et la formation des agriculteurs sur les pratiques agricoles résilientes (cf. [section IV.2.2 Agriculture adaptée](#)). L'accès des agriculteurs aux crédits doit être amélioré et facilité en allégeant les procédures et les garanties pour accéder au financement.

Par ailleurs, la lacune engendrée par l'insuffisance d'offre d'emplois et l'inadéquation des offres existantes aux besoins d'emplois sur le marché du travail peut être palliée par la création d'emploi et la promotion de formations techniques et professionnelles adaptées aux besoins des marchés du travail. En outre, la promotion de filière porteuse, telle que la pervenche de Madagascar, permet de diversifier les moyens de subsistance des ménages mais aussi de contribuer au développement de la région Anosy. Cette plante qui croit aussi bien en milieu humide qu'en milieu sec, s'adapte très bien dans la zone d'étude.

IV.2.2 MESURES D'ATTENUATION

IV.2.2.1 Reboisement

La forêt assure quatre fonctions principales qui sont la production de biens et services environnementaux, la protection, la régulation du cycle de l'eau et des éléments, et le bien-être social et culturel. Ainsi, par ses fonctions, le reboisement permet de lutter contre la sécheresse, de limiter l'érosion éolienne, de réguler le cycle de l'eau, et en même temps de répondre au défi du changement climatique.

Actuellement, le gouvernement malagasy priorise le reboisement dans ses politiques pour lutter contre le changement climatique et la sécheresse dans le Sud. Il est alors recommandé de procéder à la végétalisation des espaces vides, à la fixation des dunes sableuses pour limiter l'érosion éolienne. Aussi l'agroforesterie contribuera à solutionner le problème de sécheresse dans le Sud. Elle présente l'avantage de fournir en même temps le ligneux (production de bois pour la cuisson, la construction, le service) et le non ligneux (consommation ou autres utilisations) mais aussi d'enrichir le sol alentour. La végétalisation et le reboisement génèrent un microclimat et de l'ombrage au sol, et permettent de limiter ainsi l'évapotranspiration. Des espèces à croissance rapide comme *Acacia sp.*, des espèces adaptées à tout type de sol et tolérantes au sel comme *Casuarina equisetifolia*, et des espèces à usage multiples comme *Moringa oleifera* ont été évoquées par les communautés.

CONCLUSION

La sécheresse est un phénomène complexe de par ses enjeux, ses impacts, sa portée dans le temps et dans l'espace. C'est un phénomène exceptionnel dont l'origine et l'ampleur dépend de plus en plus des activités anthropiques. Par ailleurs, la sécheresse est favorisée par les effets du changement climatique, notamment la hausse de la température moyenne globale et la perturbation des régimes pluviométriques qui tendent à l'augmenter en intensité et en fréquence.

Notre zone d'étude, composée des communes de Sampona, Berano Ville et Tanandava Sud localisées dans le district d'Amboasary Atsimo dans la partie Sud de Madagascar, présente déjà des conditions d'aridité. Mais elle connaît des vagues de sécheresses qui se répètent et s'intensifient.

L'étude a montré que dans ces communes, les épisodes de sécheresses deviennent de plus en plus récurrents et causent de sérieux impacts sur la population et ses activités. Selon leur perception, la sécheresse est plus intense aujourd'hui que par rapport aux dix dernières années. Elle a des impacts considérables sur le quotidien et les moyens de subsistance des populations, empêchant la satisfaction de leurs besoins alimentaires et non-alimentaires, ainsi que leur bien-être. Elles ont évoqué comme principaux impacts l'insécurité alimentaire, la diminution des ressources en eau disponibles, la fragilisation de la santé pouvant engendrer la mort, l'arrêt temporaire ou définitif de la scolarisation des enfants, la pauvreté, l'insécurité, la baisse considérable des rendements agricoles, et l'insuffisance de revenus.

Pour y faire face, la population a adopté des stratégies d'adaptation qui consistent à économiser l'eau le plus possible et ne satisfaire que les besoins en eau alimentaires qui ne sont largement pas respectés et à trouver d'autres façons de gagner de l'argent comme collecter et vendre du bois de chauffe, chercher des travaux de main d'œuvre là où il y a du travail, quitte à migrer vers d'autres zones à potentialités de travail ou des zones à potentialités agricoles ou minières. D'autres ont dû se séparer de leurs possessions pour se procurer un peu d'argent. Les ménages les plus démunis n'ont d'autres alternatives que de compter sur les aides provenant des projets de développement et humanitaires.

Certes, il existe des dispositifs déjà mis en place pour combattre la sécheresse et pallier la crise alimentaire et/ou humanitaire dans le Sud de Madagascar, tels que le monitoring de la sécheresse, le système d'alertes précoces en insécurité alimentaire dans le Grand Sud de Madagascar, les mécanismes de stockage et de distribution de l'eau. Il existe également les interventions des projets de développement pour soutenir et améliorer les moyens de subsistance des ménages. Mais les mesures prises, le plus souvent à court et moyen terme, s'avèrent être insuffisantes pour assurer la résilience de la population face à la sécheresse. Renforcer la prévention de crise, les systèmes de suivi et d'alertes précoces, garantir la coordination des actions au niveau des différents secteurs sont des alternatives qui peuvent être envisagées pour faire face de manière efficace à la sécheresse. D'autre part, des stratégies à long terme pour pallier l'insuffisance hydrique, assurer la sécurité alimentaire et améliorer les

moyens de subsistance des ménages sont des pistes à étudier au regard de l'aridité de la zone, pour pouvoir mieux affronter les sécheresses.

Le présent travail a permis de montrer la complexité des sécheresses et de leurs impacts, ainsi que la difficulté de leur gestion, surtout dans un contexte d'aridité. Etudier la sécheresse nécessite une approche holistique et multisectorielle. Ceci demande également de considérer les particularités de la zone, le mode de vie de la population, sa logique. Il est vraiment important de comprendre ces aspects pour déterminer la meilleure façon d'intervenir dans la zone, et d'éviter le risque de dépendance de la population envers les aides. Ce risque n'a pas été abordé dans le travail. A cet égard, les impacts de l'existence de nombreux projets de développement dans la zone méritent d'être étudiés. Quels sont les risques liés à leur existence ? Quels sont leurs impacts, contribuent-ils effectivement au développement de la zone ? Comment la population réagit-elle face à ces aides ? La population sera-t-elle autonome après le retrait des projets ? Comment les rendre autonomes ? Ces questions ouvrent la voie sur de nouvelles pistes de recherche qui peuvent être approfondies.

BIBLIOGRAPHIE

- Agbo, I. R., Missihoun, A. A., Vihotogbe, R., Assogbadjo, E. A., Ahanhanzo, C., and Agbangla, C. (2017). Impacts des usages traditionnels sur la vulnérabilité de *Detarium microcarpum* Guill. & Perr. (Caesalpiniaceae) dans le district phytogéographique Zou au Bénin (en Afrique de l'Ouest). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11(2), 730. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v11i2.16>
- Aminot, I., & Damon, M. (2002). Régression logistique : intérêt dans l'analyse de données relatives aux pratiques médicales. *Revue Médicale de l'assurance Maladie*, 33(2), 137–143.
- Autorité Nationale de l'Eau et de l'Assainissement ANDEA. (2003). Schéma directeur de mise en valeur des ressources en eau du grand Sud de Madagascar.
- Bidou, J.-E. et Droy, I. (2007), « Pauvreté alimentaire dans le Sud de Madagascar : les apports d'une approche diachronique sur un panel de ménages », *Mondes en développement*, vol. 35, no 140, p. 45-64.
- Bied-Charreton, M. (1981). Cartes des conditions géographiques de la mise en valeur agricole de Madagascar. Office de la recherche scientifique et technique Outre-mer Paris. 196 pages.
- Black, R., Bennett, S., Thomas, S., and Beddington, J. (2011). Climate change: Migration as adaptation. *Nature*. 478. 447-9. [10.1038/478477a](https://doi.org/10.1038/478477a).
- BNGRC. (2015). Plan de contingence pour le grand sud. Insécurité alimentaire et nutritionnelle (2013-2015). 37 pages.
- BNGRC. (2016). Plan de réponse stratégique à la sécheresse prolongée (2016 - 2017), Commission Urgence Grand Sud De Madagascar. 19 pages.
- Boultif, M. (2018). SIG et Modélisation pour la Cartographie des Zones Vulnérables à la Sécheresse et à La Désertification dans un Ecosystème Méditerranéen Semi-Aride : Application dans la Zone d'El Hodna (Thèse). Université de Batna. 182 pages
- Canavesio, R. (2015). Les migrations dans le Sud de Madagascar. Entre sécheresses occasionnelles et crise socio-économique structurelle. Dans *Autrepart* 2015/2 (N° 74-75), pages 259 à 27. Éditions Presses de Sciences Po. <https://doi.org/10.3917/autr.074.0259>
- Canovas, I. (2016). Modélisation de la montée vers un état critique de la situation de basses eaux sous forçage naturel et anthropique en région méditerranéenne (Thèse). Université d'Avignon
- Dagnelie, P. 1998. *Statistiques Théoriques et Appliquées*. De Boeck et Larcier : Brussels; 1998.
- De Saint Sauveur, A. (1998), *Gestion des espaces et des ressources naturelles par une société pastorale, les Bara du Sud-Ouest malgache*, thèse, Bordeaux, université Bordeaux-III, 417 pages.
- Defos du Rau, J. (1954). Le sisal dans le Sud malgache : Les plantations de la vallée du Mandrare. In: *Cahiers d'outre-mer*. N° 25 - 7e année, Janvier-mars 1954. pp. 51-83 ; doi : <https://doi.org/10.3406/caoum.1954.1889>
- Deschamps, H. 1959, *Les migrations intérieures à Madagascar*. Paris : Berger Levrault. 283 pages.
- Desjardins, J. (2005). L'analyse de régression logistique. Tutorial in *Quantitative Methods for Psychology*, 1(1), 137–156. <https://doi.org/10.2307/j.ctv18ph37p.14>
- Donque, G. (1971). « Ébauche de la classification des climats de Madagascar selon les critères de Köppen », *Revue de géographie de l'université de Madagascar*, n°19, p. 107-124.

- Dorize, L. (1990), « La sécheresse : en quête d'une définition », *Sécheresse*, vol. 1, no 1, 1 p. EL-HINNAWI E. (1985), *Environmental refugees*, Nairobi, United nations development program, 41p.
- Droy, I., Rasolofo, P. (2004). *Les approches de la vulnérabilité alimentaire dans le Sud de Madagascar*. DT/105/2004. 16 pages.
- El Sanharawi, M. et Naudet, F. (2013). Comprendre la régression logistique. *Journal Francais d'Ophthalmologie*, 36(8), 710–715. <https://doi.org/10.1016/j.jfo.2013.05.008>
- Emqvist, T. (2007), « Patterns of loss and regeneration of tropical dry forest in Madagascar : The social institutionnal context », *PLoS ONE*, vol. 2, no 5, 14 pages.
- Ferry, L., L'Hote, Y. (1998), « Les précipitations dans le Sud-Ouest de Madagascar », in Servat E., Hughes D., Fritsch J.-M., Hulmes M. (dir.), *Water resources variability in Africa during the XXth century*, Wallingford, International association of hydrological sciences (IAHS), p. 89-96.
- Foresight. (2011). *Migration and global environmental change* The Government Office for Science, London
- Gameren, V., Weikmans, R., Zacca, E. (2014). *L'adaptation au changement climatique*. Éditions La Découverte, Paris, 2014. 119 pages.
- Gemenne, F., Blocher, J. (2017). How can migration serve adaptation to climate change? Challenges to fleshing out a policy ideal. *The Geographical Journal*, 2017. 12p. doi: 10.1111/geoj.12205
- Guérin, C., Moreau, S. (2000), « Ilakaka (Madagascar) : La ruée vers le saphir », *Les Cahiers d'outre-mer*, no 211, p. 253-272
- Hampshire, K. (2002). Fulani on the Move: Seasonal Economic Migration in the Sahel as a Social Process *Journal of Development Studies* 38 : 15–36. <https://hdl.handle.net/2268/266096>
- Harioly Nirina, M. O. (2018). *Les enjeux de la Migration «liée à la sécheresse» dans la Région ANDROY, Sud de MADAGASCAR*". Travail de fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master de Spécialisation en Gestion des Risques et des Catastrophes. Université de Liège-Université de Louvain. 51 pages
- IASC. (2009). *Plan de contingence de l'équipe humanitaire, Madagascar*, 50 pages.
- IPCC, 2021, Summary for Policymakers, In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)], Cambridge University Press, In Press
- Itier, B., Seguin, B (2007), *La sécheresse : caractérisation et occurrence, en lien avec le climat* Fraser, R. S., Ferrare, R. A., Kaufman, Y. J., Markham, B. L., &Mattoo, S. (1992). Algorithm for atmospheric corrections of aircraft and satellite imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 13(3), 541–557.
- Kennedy, N., (2020). *forestmodel: Forest Plots from Regression Models*. R package version 0.6.2. <https://cran.r-project.org/package=forestmodel>
- Khaldi, A., (2005,) *Impacts de la sécheresse sur le régime des écoulements souterrains dans les massifs calcaires de l'Ouest Algérien " Monts de Tlemcen - Saida"*, Thèse Présentée à la faculté des Sciences de la terre, de Géographie et l'Aménagement du Territoire Pour l'obtention du diplôme de Docteur d'Etat (Option : Hydrogéologie).

- Kiomba-Madio (1997), Observatoires Sécurité Alimentaire du Grand Sud, rapport, Antanana rivo, 134 pages.
- Kiomba-Madio. (1998), Observatoires sécurité alimentaire du Grand Sud, 133 pages.
- Kumar, A, Dixit, S. T., Ram, R. B., Yadaw, K. K., Mishra, N. P., Mandal. (2014), Breeding high-yielding drought-tolerant rice: genetic variations and conventional and molecular approaches, *Journal of Experimental Botany*, Volume 65, Issue 21, 1 November 2014, Pages 6265–6278.
- Layelman, M. (2008). Calcul des indicateurs de sécheresse à partir des images NOAA/AVHRR. Projet de mise en place d'un système d'Alerte précoce à la sécheresse, LIFE 05 TCY/TN/000150.
- Lovei, G. L. (2013). Modern examples of extinctions. *Encyclopedia of Biodiversity*, Volume 5: 365p.
- Mahatante, T. P., Fanazava R., Mara E. R. (2015). Ressources halieutiques potentielles et propositions d'adaptation aux variabilités climatiques dans l'extrême Sud de Madagascar ; DOI: 10.14198/MDTRRA2015.ESP.09
- Mckee, T., Doesken, N., & Kleist, J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. *Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology*, 17(22), 179–183
- Njakanirina, T. (2018). Diagnostic typologique des systèmes agraires. Cas du district d'Amboasary Atsimo. Mémoire d'Ingénieur, Université d'Antananarivo, 64 pages.
- OIM. (2022). Rapport DTM, Displacement Tracking Matrix, Madagascar - Evaluation de base des mouvements de population, Grand Sud
- OMS et HCNUR (2015). Guide d'intervention humanitaire mhGAP (GIH-mhGAP) : Prise en charge clinique des troubles mentaux, neurologiques et liés à l'utilisation de substances psychoactives dans les situations d'urgence humanitaire. 61 pages.
- Piguet, E. (2013). From 'primitive migration' to 'climate refugees': the curious fate of the natural environment in migration studies *Annals of the Association of American Geographers* 103 148–62
- Plan Régional De Développement – PRD de la Région Anosy 2021 – 2030. (2021)
- Politique Environnementale de la Région Anosy – PERA. (2006). Scoping, prescriptions et plan d'action. 49 pages.
- R Core Team, R. (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.r-project.org/>
- Rabemananjara, Z. H. (2014). « Migration causing forest degradation in Madagascar : prevention or adaptation to the effects ? » *Pinnacle Natural Resources & Conservation*. I (1) : 194 - 201.
- Raholijao, N. (2009). La sécheresse et le changement climatique à Madagascar. Atelier sur la lutte contre la dégradation des terres : valorisation des acquis et perspectives. Direction Générale de la Météorologie. 36 pages.
- Ramahandry, H. (2019). Contribution à l'étude de la sécheresse passée et future dans le grand sud de Madagascar avec le logiciel Climate Data Tools (C.D.T.). Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de master II. Université d'Antananarivo
- Randriamanga, S., Lahuec, J. P., Dagorne, D., Pennarun, J. et Guillot, B. (1995). La sécheresse de 1990-1991 et de 1991-1992 à Madagascar vue à partir des images infrarouges Météosat et les données conventionnelles. P391-304.

- Randrianariveloseheno, A.J.M., Rakotozandriny, J.N., D'accord, R. (2014). Déterminisme fourrager des caprins dans le Sud de Madagascar : Cas de Haut Bassin Versant de Mandrare – Amboasary Atsimo. Bulletin de l'Académie Malagasy, Tome XCIV (1) : 41 – 48.
- Randrianjanaharizaka. (2005). Utilisation des ressources hydrologiques du haut bassin de Mandrare. Mémoire de fin d'étude. 121 pages
- Randriarimanana, H., Bockel, L., Beyries, P., Rasolofo-Jaonarison, P. (2001). Monographie de la région du Sud, Direction Régionale de l'Agriculture de Taolagnaro. 159 pages.
- Rasolofo, P., Rasolofoson-Rajaonah, L., Rabemalanto, N. (2014). Diagnostic agraire et commercialisation des semences dans la zone du projet SOA, FAO. 93 pages.
- Razanadrainy, F. B. (2011). Problèmes et perspectives de l'élevage bovin dans le district d'Ambovombe Androy. Projet de thèse, Université de Tuléar. 82 pages.
- Réau, B. (1997), Dégradation de l'environnement forestier et réactions paysannes : les migrants tandroy sur la côte ouest de Madagascar, thèse, Bordeaux, université Bordeaux-III, 371 pages.
- Recensement Général de la Population et de l'Habitat - RGPH-3 Madagascar. (2021)
- Rehevera, J.H., Rafanomezantsoa, J. L. D. (2014). Étude diagnostique phase pre-aps des périmètres irrigués dans le district d'Amboasary-Atsimo. Service régionale du génie rural Anosy et AVSF. 54p
- Schéma Régional d'Aménagement du Territoire SRAT Anosy. (2012). Rapport de diagnostic territorial. 332 pages.
- Szczypta, C. (2012), Hydrologie Spatiale pour le suivi des sécheresses du bassin méditerranéen, These en vue de l'obtention du doctorat de l'université de Toulouse, Institut National Polytechnique de Toulouse (INP Toulouse), 197 pages.
- Thibaud, B. (2010), « Tensions foncières et recompositions territoriales dans la basse vallée de l'Onilahy (Sud-Ouest malgache) », Annales de géographie, vol. 6, no 676, p. 697-709
- Thibaut, K. (2020). Les sécheresses en Belgique (Wallonie) : analyse d'un épisode récent (2018) et perception du phénomène dans le cadre du système de planification d'urgence et de gestion de crise. Travail de fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master de Spécialisation en Gestion des Risques et des Catastrophes. Université de Liège-Université de Louvain. 78 pages.
- Thibaut, K. et Ozer, P. (2021). Les sécheresses en Wallonie, un nouveau défi du changement climatique ? Quelques pistes pour améliorer la gestion de ce phénomène. Geo-Eco-Trop: Revue Internationale de Géologie, de Géographie et d'Écologie Tropicales, 45 (3), 517-527.
- Van Loon, F. (2013). On the propagation of drought. How climate and catchment characteristics influence hydrological drought development and recovery. PhD Thesis, Wageningen University, Wageningen, the Netherlands, Available at <http://edepot.wur.nl/249786> (Accessed September 18, 2014).
- Van Loon, F. (2015). Hydrological drought explained. WIREs Water 2015, 2:359–392. doi: 10.1002/wat2.1085
- Zickgraf, C. & Perrin, N. (2016). Immobile and Trapped Populations. In F. Gemenne, D. Ionesco, & D. Mokhnacheva (Eds.), The Atlas of Environmental Migration.

ANNEXES

Annexe 1 : Guide d'entretien

A. Perceptions

Sécheresse

- 1) Comment percevez-vous la sécheresse dans la zone (diminué, augmenté ?) : par rapport à il y a 1 an ? 5ans ? 10ans ?
- 2) Y a-t-il eu des années particulières plus sèches que les autres (événement marquant) ? Si oui, quand ?
- 3) Si oui, comment avez-vous fait pour vous y adapter ?
- 4) Y a-t-il eu des années où des gens sont partis ? En quelles années ? Pourquoi sont-ils partis ?

Précipitations

- 5) Y a-t-il eu des années particulièrement plus ou moins pluvieuses que d'autres (événement marquant) ? Si oui, quand ?
- 6) Selon vous, la quantité totale de pluie tombée a-t-elle diminué, augmenté ou est restée stable par rapport à : il y a 1 an ? il y a 5 ans ? il y a 10 ans ?
- 7) Selon vous, le nombre de jours de pluie a-t-il diminué, augmenté ou est resté stable par rapport à : il y a 1 an ? il y a 5 ans ? il y a 10 ans ?
- 8) Selon vous, le début de la saison de pluie a-t-il avancé, retardé ou est resté stable par rapport à : il y a 1 an ? il y a 5 ans ? il y a 10 ans ?

Disponibilité en eau

- 9) Comment percevez-vous la disponibilité en eau des rivières/puits (Diminué, augmenté ?) : par rapport à il y a 1 an ? 5 ans ? 10 ans ?
- 10) Quels sont les utilisations et les besoins en eau ?
- 11) Les eaux disponibles sont-elles suffisantes pour les besoins quotidiens ?

B. Impacts et mesures

- 12) Quels sont les impacts de la diminution de la disponibilité des ressources en eau dans votre vie quotidienne ? dans vos activités ?
- 13) Quelles mesures ont été adoptées par le gouvernement ? Ont-elles été efficaces ?
- 14) Quelles mesures ont été adoptées par la commune ? Ont-elles été efficaces ?
- 15) Quelles mesures ont été adoptées par le fokontany ? Ont-elles été efficaces ?
- 16) Quelles mesures ont été adoptées au niveau du ménage ? Ont-elles été efficaces ?
- 17) Si les mesures n'ont pas été efficaces, que font les gens pour s'adapter ?
- 18) Y a-t-il eu des personnes qui se sont plaintes auprès du fokontany concernant la sécheresse ? Comment faites-vous pour répondre à leurs plaintes ?
- 19) Quelles mesures suggérez-vous pour pallier la sécheresse ? l'insuffisance de précipitations ?

C. Déplacements

- 20) Y a-t-il eu des migrations ? quelles sont les causes des migrations ?
- 21) Si oui, où vont-ils ? pourquoi ? Quand ils sont partis ?
- 22) Si oui, vont-ils revenir ou partent-ils définitivement ?
- 23) Quel profil migre le plus ? (jeunes/plus âgés ; pauvre/moyen/riche ; homme/femme)
- 24) Si les problèmes de sécheresse et de manque d'eau persistent, qu'est-ce que vous allez faire ? Pensez-vous que la population aura l'intention de migrer ? Pourquoi ? Où ?
- 25) En quelle année y a-t-il eu plus de déplacements de population ?
- 26) Les gens se déplacent occasionnellement lors des années plus sèches ou bien partent-ils chaque année de plus en plus ? quelle est la tendance de la migration ces 10 dernières années ? y a-t-il eu des événements marquants qui coïncident avec ces déplacements de population ?
- 27) Les conditions (sécheresse, température, disponibilité en eau) telles qu'elles sont actuellement poussent-elles les gens à partir ?
 - Comment voyez-vous la situation avant ?
 - Comment voyez-vous la situation maintenant ?
 - Comment voyez-vous la situation dans le futur (tendance future) ?

Annexe 2 : Questionnaire

A. Informations sur l'enquêté(e)

CR :

Fokontany :

Sexe : H / M

Age de la personne enquêtée (18-25/ 26-39/ 40-49/ 50-65/ 65<)	
Situation familiale (Marié/Non marié)	
Combien de personnes qui vivent régulièrement sous le même toit	
Etes-vous originaire de la zone (oui/non) ? si non, depuis quand vivez-vous ici ?	
Quel est votre activité principale (Agriculteur/ Pasteur/ Artisan/ Commerçant/ autres, à préciser) ?	
Quel est votre activité secondaire (Agriculteur/ Pasteur/ Artisan/ Commerçant/ autres, à préciser) ?	
Quel est votre niveau d'étude (analphabète/ primaire/ secondaire/ lycée/ université/ éducation informelle (formation technique ou professionnelle de courte durée)) ?	
Quel est votre niveau socio-économique (Elevé = Possession de terres agricoles + bovin + caprin/ Assez élevé = Possession de terres agricoles + caprin/ Moyen = Possession de terres agricoles/ Faible = Pas de terre, pas de bovin, pas de caprin (main d'œuvre)) ?	

B. Perceptions au niveau de la sécheresse, des précipitations

Sécheresse

Est-ce que l'intensité de la sécheresse a augmenté par rapport à l'année dernière ? il y a 5ans ? il y a 10ans ? (oui/non)	
Il y a-t-il eu des années de grosse sécheresse ? (Événement marquant) (oui/non) ? Si oui, en quelles années ?	
Quels sont les impacts de la sécheresse : Sur la vie quotidienne ? Sur vos activités ?	
Quelles mesures avez-vous adopté au niveau du ménage pour faire face à la sécheresse ?	
Les mesures que vous avez prises ont-elles été efficaces (oui/non) ? Pourquoi	
Comment vous voyez la sécheresse dans le futur (évolution) ?	

Précipitations

Par rapport à l'année dernière : est-ce qu'il y a eu des modifications au niveau de la quantité de pluie (diminution/ augmentation) ? du nombre de jours de pluie (diminution/ augmentation) ? du début de la saison des pluies (retard/ avancement)	
Par rapport il y a 5 ans : est-ce qu'il y a eu des modifications au niveau de la quantité de pluie (diminution/ augmentation) ? du nombre de jours de pluie (diminution/ augmentation) ? du début de la saison des pluies (retard/ avancement)	
Par rapport à il y a 10 ans : est-ce qu'il y a eu des modifications au niveau de la quantité de pluie (diminution/ augmentation) ? du nombre de jours de pluie (diminution/ augmentation) ? du début de la saison des pluies (retard/ avancement)	

Il y a-t-il eu des années où il a plu très peu (événement marquant) (oui/non) ? Si oui, en quelle(s) année(s) ?	
Quels sont les impacts de l'insuffisance des précipitations : sur la vie quotidienne ? Sur vos activités ?	
Quelles mesures avez-vous adopté pour faire face à l'insuffisance des précipitations ?	
Les mesures que vous avez prises ont-elles été efficaces (oui/non) ? Si non, pourquoi ?	

C. Perceptions du changement au niveau de la disponibilité des ressources en eau

Quels sont vos besoins en eau (Usage domestique/ Agriculture/ Elevage/ Autres, à préciser) ?	
Vos besoins en eau sont-ils satisfaits (oui/non) ? Si non, pourquoi ?	
Où allez-vous puiser l'eau (Rivière Mandrare/ Puits près de la mer) ? A combien de kilomètre de votre habitation ? Combien de temps dure le trajet (en heure) ?	
Par rapport à l'année dernière : comment percevez-vous la disponibilité en eau des rivières (Diminué/ Stable/ Augmenté) ? des puits (Diminué/ Stable/ Augmenté) ?	
Par rapport à 5 ans passés : comment percevez-vous la disponibilité en eau des rivières (Diminué/ Stable/ Augmenté) ? des puits (Diminué/ Stable/ Augmenté) ?	
Par rapport à 10 ans passés : comment percevez-vous la disponibilité en eau des rivières (Diminué/ Stable/ Augmenté) ? des puits (Diminué/ Stable/ Augmenté) ?	
Quels sont les impacts de la diminution de la quantité d'eau disponible : sur la vie quotidienne ? Sur vos activités ?	
Quelles mesures avez-vous adopté pour faire face à la diminution de la quantité d'eau disponible ?	
Les mesures que vous avez prises ont-elles été efficaces (oui/non) ? Si non, pourquoi ?	

D. Migration

Est-ce qu'il y a des personnes du ménage qui ne sont pas là actuellement (oui/non) ?	
Quelle est votre relation avec la personne déplacée (mari/femme, enfant, parent, autre)	
Si oui, où elle(s) est(sont) partie(s) ?	
Depuis quand elle(s) est(sont) partie(s) ?	
Est-ce qu'elle(s) est(sont) déjà revenue(s) ?	
Quel âge a la (des) personne(s) déplacée(s) au moment de l'enquête ?	
La personne déplacée est-elle originaire de la zone ? Si non, d'où vient-elle ?	
Quelles sont les raisons de la migration (Economique/ Etudes/ Sécheresse/ Santé/ Mariage/ Familiale/ Autres, à préciser) ?	
Si les problèmes de sécheresse et manque d'eau perdurent, allez-vous quitter la zone (oui/non) ? Si oui, dans combien d'années et où ? Si non, pourquoi ?	

Annexe 3 : Photos illustratives dans la zone d'étude (source : auteur)



Illustration 1 : Bassin individuel de captage d'eau de pluie



Illustration 2 : Impluvium dans le fokontany de Manindra



Illustration 3 : Zébu se nourrissant de pousse de cactus et de l'herbe avoisinante



Illustration 4 : Fruits du cactus rouge ou « raketamena »



Illustration 5 : Transport d'eau à dos d'homme



Illustration 6 : Transport d'eau par charrette



Illustration 7 : Prise d'eau à partir d'un amas d'eau créé après le passage de la pluie



Illustration 8 : Rivière Mandrare à Amboasary Atsimo



(a)



(b)

Illustration 9 : Plantation de sisal à Amboasary Atsimo (a) et Tanandava Sud (b)



Illustration 10 : Entretien avec le Chef fokontany d'Ampotobato



Illustration 11 : Enquête auprès d'un ménage dans le fokontany de Manindra

Annexe 4 : Bulletin mensuel de monitoring de la sécheresse (Avril 2021 - n°29)

AVRIL 2021 • NUMÉRO 29



unicef
pour chaque enfant



BULLETIN DE MONITORING DE LA SÉCHERESSE DANS LE GRAND SUD DE MADAGASCAR

SITUATION ACTUELLE - ETENDUE DE LA SÉCHERESSE



• Anomalies du NDVI

L'analyse des anomalies du NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) montre que les conditions de la sécheresse se sont améliorées par rapport au mois de Mars 2021.

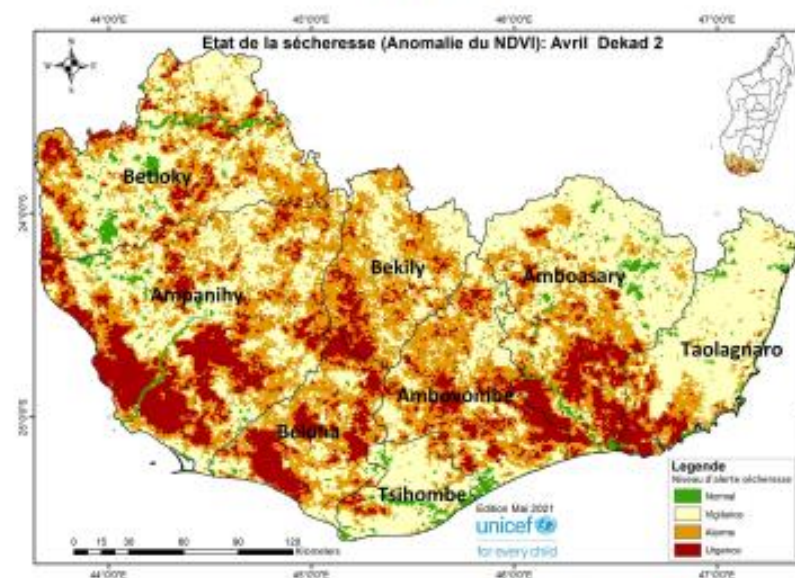
Ainsi donc, le territoire affecté par la sécheresse de catégorie extrême (Urgence) s'est réduit à environ dix-huit pourcents (18%), la sécheresse de catégorie sévère (Alarme) à trente-trois pourcents (33%) et la sécheresse de catégorie vigilance, à quarante-cinq pourcents (45%).

Le tableau ci-contre montre l'évolution de la sécheresse depuis le début de l'année 2021.

Tableau 1: Evolution du territoire affecté par la sécheresse (Janv-Avril 2021)

%NDVI	Janv	Fev	Mars	Avril
Normal	2,27	2,45	4,23	3,7
Vigilance	7,52	17,77	41,79	44,9
Alarme	21,57	26,25	32,85	33,4
Urgence	68,62	53,52	21,13	18,0

Bien que la sécheresse s'assouplisse un peu, l'humidité des sols demeure trop faible pour les cultures.

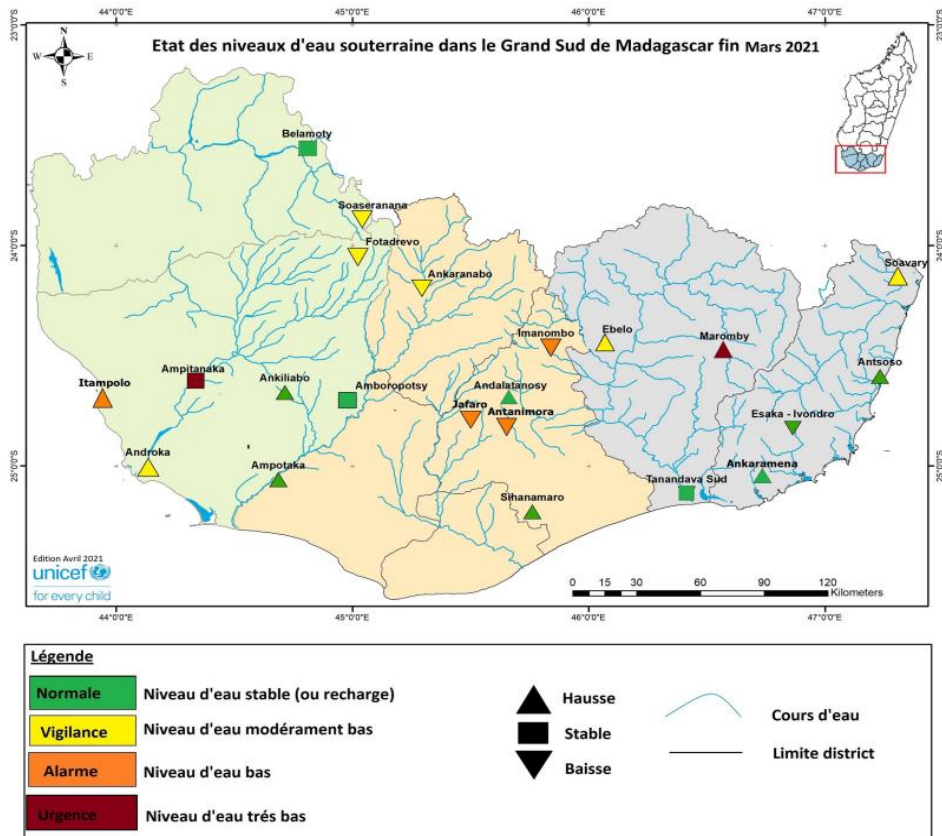


* Différence entre la condition actuelle de la végétation et la condition moyenne long terme (2002 - 2018).

• Situation pluviométrique

Les précipitations demeurent très faibles et sont inférieures à la Normale Saisonnière (NS).

Source: https://dataviz.vam.wfp.org/seasonal_explorer/rainfall_vegetation/visualizations#



Annexe 5 : Extrait du Bulletin d'alerte Précoce en Insécurité Alimentaire du Grand Sud et Grand Sud Est de Madagascar, Août 2022)

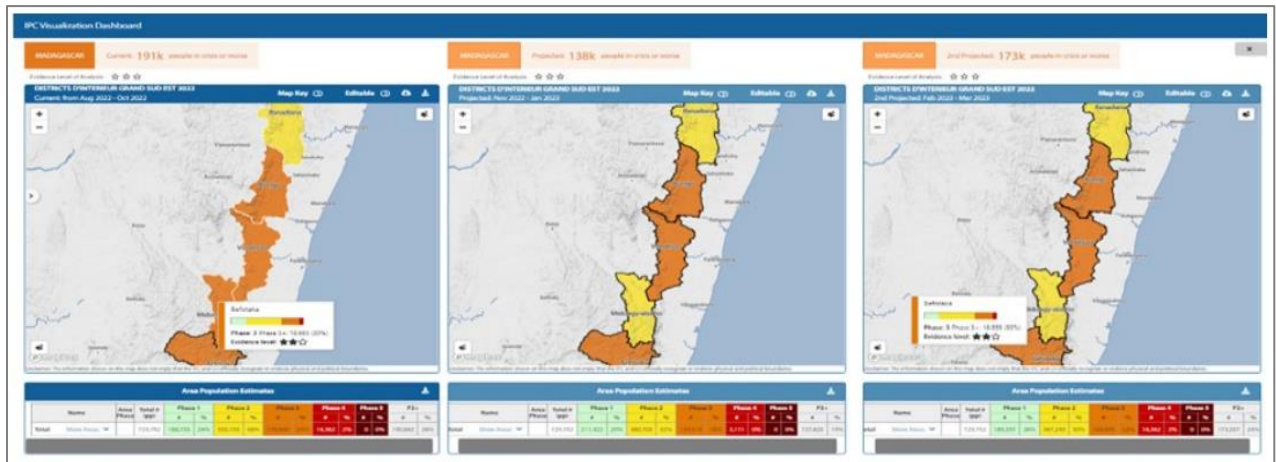


Illustration 12 : Résultats de IPC AFI les 5 district du Sud-Est juillet 2022

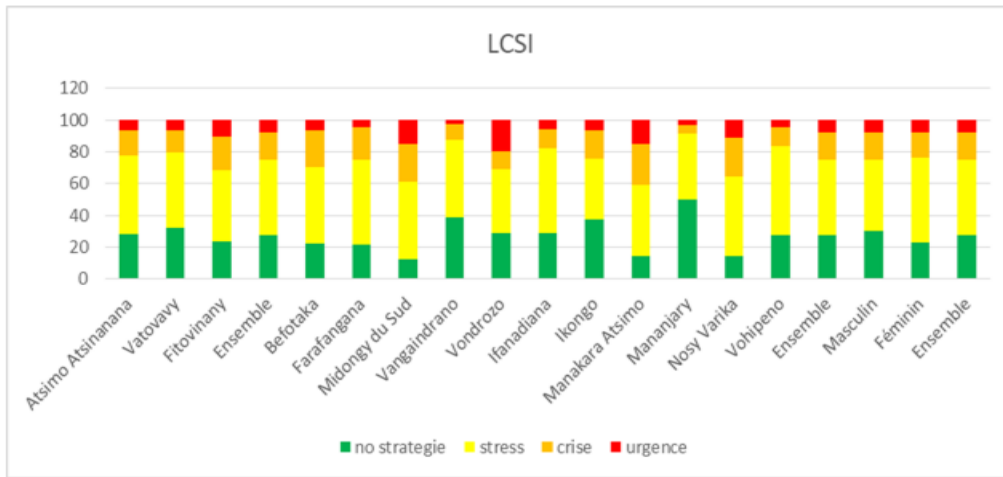


Illustration 13 : Stratégies basées sur les moyens d’existence

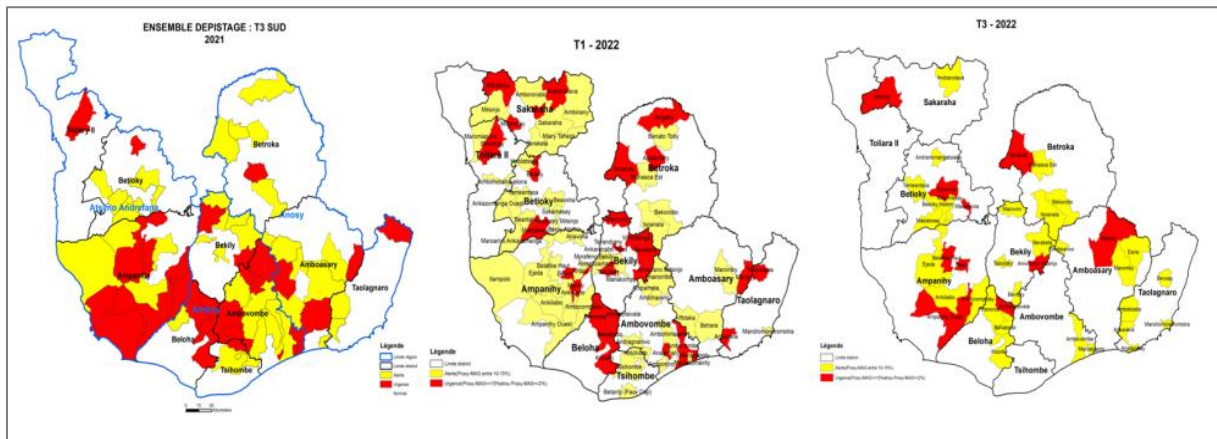


Illustration 14 : Résultats du Système de Surveillance Nutritionnelle T3 (Source SSN Cluster Nutrition)