

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

Auteur : Randrianandrasana, Lila Norolalaina

Promoteur(s) : Djaby, Bakary

Faculté : Faculté des Sciences

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

Année académique : 2022-2023

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/18749>

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.

ETUDE DE LA MISE EN PLACE D'UN SYSTEME INTEGRE D'ALERTE ET D'ACTION PRECOCES EN SECHERESSE- INSECURITE ALIMENTAIRE EN MILIEU SCOLAIRE

LILA NOROLALAINA RANDRIANANDRASANA

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 BAKARY DJABY
COMITE DE LECTURE :
BERNARD TYCHON
PIERRE OZER

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 : [Lila Norolalaina RANDRIANANDRASANA, lilaravel26@gmail.com].

REMERCIEMENTS

Nous voici donc au terme de notre année de master de spécialisation en gestion des risques et des catastrophes à l'ère de l'Anthropocène.

Et quelle année !

A la fois passionnante, amusante, parfois tumultueuse mais toujours très instructive et Ô combien enrichissante.

Au crépuscule de cette aventure qui a mené à l'aboutissement de ce travail, fruit de durs labeurs et de sacrifices consentis, je ne saurais remercier assez les personnes qui y ont contribué de près ou de loin.

En premier lieu, je loue Dieu, Créateur de toutes choses, pour son souffle et tous ses innombrables bienfaits.

Je tiens ensuite à remercier chaleureusement tout le corps professoral du master de spécialisation en GRCA à qui, je dois un grand respect, tout particulièrement le Professeur OZER Pierre, coordonnateur du master de spécialisation en gestion des risques et des catastrophes à l'ère de l'Anthropocène, pour son abnégation et le rôle clé qu'il a tenu dans la réussite de cette année.

Aussi, ma reconnaissance va à l'endroit de mon Encadreur de mémoire, le Docteur DJABY Bakary pour les conseils éclairés ainsi que le dévouement démontré tout au long du processus, malgré ses nombreuses occupations.

Enfin, je voudrais exprimer ma gratitude envers mes parents, pour les encouragements indéfectibles et ma famille pour les soutiens constants, les appels à n'en plus finir...

A mon mari, sans qui, rien de tout cela n'aurait été possible...

A Ilaina, Deraina et Nokasaina...tout simplement, mes sources de motivation !

A toutes et à tous, merci du fond du cœur !

RESUME

Décembre 2021, une nouvelle saison d'urgence est déclenchée à Madagascar. La sécheresse a provoqué une crise alimentaire d'une ampleur telle, que cela a fait l'objet d'un appel à l'aide internationale. Les médias relaient l'information en mentionnant la « pire des sécheresses depuis 40 ans », ayant fait plus d'un million de victimes dont 500.000 enfants en urgence alimentaire, de protection et d'éducation. L'éducation est en effet l'un des secteurs les plus vulnérables à la sécheresse, alors qu'elle représente une des rares issues pour ces enfants du grand Sud, de sortir du cercle vicieux de la précarité engendrée par la sécheresse chronique et ses impacts.

Ainsi, dans cette étude, nous proposons de développer un système intégré d'alerte et d'actions précoces en sécheresse-insécurité alimentaire en milieu scolaire afin de prévenir l'impact de ces dernières sur la scolarisation des enfants déjà fragile et précaire.

En caractérisant la sécheresse afin d'être pertinente dans notre proposition d'actions pour en mitiger les impacts négatifs, nous avons proposé une évaluation du risque de sécheresse (DRI) basé sur des indices intégrés de l'aléa sécheresse (DHI) et de la vulnérabilité à la sécheresse (DVI). Les caractéristiques spatiales et temporelles des sécheresses du district de Tuléar II de 1990 à 2022 ont été analysées, la sévérité et la probabilité d'occurrence calculées grâce à l'utilisation de l'indice standardisé de précipitations SPI. L'étude montre que les parties nord et ouest du district de Tuléar II sont les plus vulnérables aux sécheresses, dont les plus longues et les plus intenses ont eu lieu en 1992-1993, 2017-2018 et 2021-2022.

Par ailleurs, l'un des résultats probants de cette étude est d'avoir démontré que la déscolarisation des enfants en période de sécheresse et de famine est tributaire de la situation économique des parents. Une classification par RandomForest des paramètres d'enquête de terrain et de la sécheresse a démontré que le fait que les parents enlèvent leurs enfants de l'école est expliqué par trois variables : le salaire, c'est-à-dire le niveau de revenu du ménage, le SPI qui est l'indice déterminant de la sécheresse et la gravité des conséquences des sécheresses que les ménages ont subies. Les résultats sont significatifs à 1%.

Ainsi, proposer un système intégré d'alerte et d'actions précoces en sécheresse-insécurité alimentaire en milieu scolaire prend tout son sens, dans la mesure où mitiger les impacts de ces dernières revient à contribuer à enrayer l'abandon scolaire.

Le système intégré d'alerte et d'actions précoces largement inspiré des actions basées sur l'anticipation a été développé à partir des existants. Grâce au suivi de la saison et à la surveillance des indicateurs associés, des actions d'anticipation de deux ordres sont proposées : d'une part, centrées sur l'anticipation d'une mauvaise saison des pluies afin de soutenir les moyens de subsistance et d'autre part, orientées sur la mitigation d'une potentielle crise alimentaire qui en découlerait afin de soutenir le seuil de survie des élèves et de la communauté éducative les plus marginalisés.

ABSTRACT

December 2021, a new emergency season is launched in Madagascar. The drought has caused a food crisis of such proportions that international aid is called for. The media reported the news as "the worst drought in 40 years", with over a million victims, including 500,000 children in need of emergency food, protection and education. Education is one of the most vulnerable sectors to drought, yet it represents one of the few ways for children in the far south of Madagascar to escape the vicious circle of precariousness caused by chronic drought and its impacts.

In this study, we propose to develop an integrated drought-food insecurity early warning and action system in schools, in order to prevent the impact of drought on children's already fragile and precarious schooling.

By characterizing drought in order to be relevant in our proposal of actions to mitigate its negative impacts, we proposed a drought risk assessment (DRI) based on integrated indices of drought hazard (DHI) and drought vulnerability (DVI). The spatial and temporal characteristics of droughts in Tuléar II district from 1990 to 2022 were analyzed, and their severity and probability of occurrence calculated using the standardized precipitation index SPI. The study shows that the northern and western parts of Tuléar II district are the most vulnerable to droughts, the longest and most intense of which occurred in 1992-1993, 2017-2018 and 2021-2022.

A key finding of this study is that children's school drop-out rates during drought and famine are dependent on their parents' economic situation. A RandomForest classification of the field survey parameters showed that the fact that parents take their children out of school is explained by three variables: salary, i.e. the level of household income, the SPI, which is the determining index of drought, and the severity of the consequences of the droughts that households have experienced. The results are significant at 1%. It therefore makes sense to propose an integrated drought-food insecurity early warning and action system for schools, insofar as mitigating the impact of drought is tantamount to helping curb school drop-out.

The early warning system, largely inspired by anticipation based actions, has been developed from existing systems. By tracking the season and monitoring the associated indicators, two types of anticipatory action are proposed : on the one hand, focused on anticipating a poor rainy season in order to support livelihoods, and on the other, geared towards mitigating a potential food crisis that would ensue in order to support the survival threshold of the most marginalized pupils and educational community.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS.....	iii
RESUME.....	iv
ABSTRACT.....	v
Liste des figures.....	ix
Liste des tableaux.....	x
Liste des abreviation.....	xi
INTRODUCTION.....	1
PREMIERE PARTIE : LA SECHERESSE, CARACTERISATION ET IDENTIFICATION DES IMPACTS EN MILIEU SCOLAIRE.....	3
LA SECHERESSE.....	4
I. RISQUE DE SECHERESSE?	4
II. ZONE D’ETUDE.....	5
A. CARACTERISTIQUES PHYSIQUES.....	6
B. CARACTERISTIQUES SOCIO-ECONOMIQUES.....	6
CARACTERISATION DU RISQUE DE SECHERESSE.....	7
I. DONNEES UTILISEES ET APPROCHE METHODOLOGIQUE.....	7
A. DONNEES UTILISEES.....	7
B. APPROCHE METHODOLOGIQUE.....	8
II. CALCUL DU DROUGHT HAZARD INDEX OU DHI.....	8
A. IDENTIFICATION DE CAS DE SECHERESSE PERTINENTE.....	8
1. FREQUENCE DES SEQUENCES DE SECHERESSE	9
2. DUREE MAXIMALE DES SEQUENCES DE SECHERESSE.....	9
3. INTENSITE OU SEVERITE DES SEQUENCES DE SECHERESSE	9
B. CALCUL DE L’INDICE DE L’ALEA SECHERESSE.....	9
1. PROCESSUS DE HIERARCHISATION ANALYTIQUE (AHP).....	10
2. CALCUL DE L’INDICE DHI.....	10
III. CALCUL DU DROUGHT VULNERABILITY INDEX (DVI).....	10
IV. RESULTATS ET INTERPRETATION.....	11
A. DISTRIBUTIONS SPATIALE ET TEMPORELLE DE LA SECHERESSE	11
B. EVALUATION DE L’ALEA SECHERESSE.....	14
C. EVALUATION DE LA VULNERABILITE DVI ET DU RISQUE DE SECHERESSE DRI.....	15
LES IMPACTS DE LA SECHERESSE EN MILIEU SCOLAIRE.....	19
I. DEFICIT PLUVIOMETRIQUE ET SCOLARISATION DES ENFANTS : REVUE DE LA LITTERATURE.....	19
II. CAS DU SITE D’ETUDE.....	19
A. CONCEPTION DE LA RECHERCHE.....	20
B. REpondants.....	20
C. METHODOLOGIE.....	20
III. RESULTATS DE L’ETUDE DE CAS ET INTERPRETATIONS.....	20

A. PROFIL DES REpondANTS.....	20
B. PERCEPTION DE LA SECHERESSE ET DE SA GRAVITE.....	20
C. IMPACTS DE LA SECHERESSE	21
DEUXIEME PARTIE : GOUVERNANCE DU RISQUE, CHOIX ET ANALYSE DES EXISTANTS POUR LA MISE EN PLACE D’UN SYSTEME INTEGRE D’ALERTE PRECOCE SECHERESSE INSECURITE-ALIMENTAIRE EN MILIEU SCOLAIRE..	25
GOUVERNANCE DU RISQUE ET DISPOSITIFS DE GESTION DES RISQUES DE SECHERESSE A MADAGASCAR.....	26
I. APPROCHE METHODOLOGIQUE.....	26
II. CADRES LEGAL ET INSTITUTIONNEL DE GESTION DES RISQUES ET DES CATASTROPHES.....	26
A. MECANISME INSTITUTIONNEL NATIONAL.....	27
B. MECANISME DU SYSTEME EDUCATIF.....	28
III. RESULTATS DE L’ETUDE EXPLORATOIRE SUR LES DISPOSITIFS DE GESTION DES RISQUES DE SECHERESSE - INSECURITE ALIMENTAIRE.....	29
A. PLAN DE CONTINGENCE.....	29
B. SAP ET BULLETINS DE SURVEILLANCE ET/OU DE SUIVI.....	29
1. INSECURITE ALIMENTAIRE ET NUTRITIONNELLE.....	29
2. SECHERESSE.....	29
3. SECHERESSE ET INSECURITE ALIMENTAIRE.....	29
CHOIX DES INDICATEURS ET DU SYSTEME D’ALERTE.....	30
I. DEMARCHE METHODOLOGIQUE.....	30
II. RESULTATS DE L’ANALYSE DES INDICATEURS.....	30
A. BULLETINS DE VEILLE ET D’ALERTE.....	30
B. PLANS DE CONTINGENCE.....	30
A. LIENS AVEC LES INDICATEURS DU SYSTEME EDUCATIF.....	30
III. CHOIX DU SYSTEME D’ALERTE PRECOCE	32
A. EN QUOI CONSISTE LE SYSTEME D’ALERTE PRECOCE ?.....	32
B. SYSTEME INSPIRE DES FINANCEMENTS/ACTIONS BASES SUR L’ANTICIPATION.....	32
C. INSERTION DU SYSTEME EN MILIEU SCOLAIRE.....	33
IV. DE LA RESISTANCE A LA RESILIENCE DES ETABLISSEMENTS SCOLAIRES : LES POSSIBILITES AVEC LA MISE EN PLACE DU SIAAP ?.....	33
A. LE CADRE CONCEPTUEL DE LA RESILIENCE.....	33
B. COMMENT RENFORCER LA RESILIENCE DES ETABLISSEMENTS SCOLAIRES ?.....	34
TROISIEME PARTIE : PROPOSITION D’UN SYSTEME INTEGRE D’ALERTE ET D’ACTIONS PRECOCES EN SECHERESSE-INSECURITE ALIMENTAIRE EN MILIEU SCOLAIRE.....	35
I. METHODOLOGIE.....	36
II. CARACTERISATION DU RISQUE DE SECHERESSE-INSECURITE ALIMENTAIRE DU DISTRICT DE TULEAR II.....	36
A. PORTEE DE L’ALEA.....	36
1. FACTEUR D’EXPOSITION A LA SECHERESSE.....	36

2. FACTEUR D'EXPOSITION A L'INSECURITE ALIMENTAIRE.....	36
3. FACTEURS SOCIO-ECONOMIQUES ET DE VULNERABILITES DE LA POPULATION.....	37
B. EVALUATION DES PROBABILITES.....	40
1. PROBABILITE D'OCCURRENCE.....	40
2. FREQUENCE DE LA SECHERESSE.....	40
3. IMPACTS.....	42
4. SCENARIIL.....	42
III. SPECIFICATION DU SYSTEME INTEGRE D'ALERTE ET D' ACTIONS PRECOCES.....	44
A. CHRONOLOGIE DE LA CRISE.....	44
B. CHOIX DES INDICATEURS ET SEUILS DE DECLENCHEMENT.....	45
C. MONITORING ET ACTIVATION DES PLANS.....	47
IV. PLAN D' ACTIONS ANTICIPATOIRES.....	48
A. CRITERES DE SELECTION	48
B. CIBLES	48
C. LIENS ENTRE LE PLAN D' ACTION ANTICIPATOIRE ET LA CHRONOLOGIE DE LA CRISE	48
D. REALISATION DES ACTIVITES	48
DISCUSSIONS.....	50
CONCLUSION.....	54
REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE.....	56
ANNEXES.....	A

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Schématisation de la sècheresse - Source : Kasperson et al., 2005	4
Figure 2 : Occurrences d'évènements de catastrophes de l'année 2022 – source : CRED	4
Figure 3: Carte de localisation des communes de Maromiandra, Miary, Andranovory, Andranohinaly, Belalanda et Saint-Augustin qui sont les sites d'études	5
Figure 4 : Workflow du calcul du Drought Risk Index (DRI)	8
Figure 5 : Distribution des précipitations mensuelles et statistiques descriptives	12
Figure 6: Histogramme des indices de SPI3 de la zone d'étude	13
Figure 7 : Histogramme des indices de SPI6 de la zone d'étude	13
Figure 8: Histogramme des indices SPI12 de la zone d'étude	13
Figure 9, Figure 10 : Cartes des SPI3 et SPI6 du mois de Janvier 2022	14
Figure 11: Carte des indices de sécheresse de la zone d'étude	15
Figure 12, Figure 13 : Cartes de la vulnérabilité aux sécheresses sur la base de SPI3 et SPI6	17
Figure 14, Figure 15 : Cartes des risques de sécheresses sur la base de SPI3 et SPI6	17
Figure 16 : Matrice de corrélation des variables d'enquête et de caractérisation de la sécheresse	22
Figure 17 : Graphique de l'importance des variables (mean decrease accuracy and mean decrease Gini)	23
Figure 18 : Graphe d'importance à plusieurs voies	23
Figure 19: Mécanisme institutionnel de GRC à Madagascar, source : BNGRC 2023	27
Figure 20 : Mécanisme institutionnel de GRC du système éducatif, SGRC-MEN 2023	28
Figure 21: Timeline mensuelle de disponibilité des indicateurs selon les différents bulletins d'alerte sécheresse ou insécurité alimentaire et nutritionnelle	31
Figure 22 : Répartition des fokontany des communes étudiées selon les zones de moyens de subsistance	37
Figure 23 : Distribution des évènements de sécheresse basée sur SPI3	41
Figure 24 : Distribution des évènements de sécheresse basée sur SPI6	41
Figure 25 et Figure 26 : Fréquence des catégories de sécheresse de 1990 à 2022	41
Figure 27 : Carte des Fokontany et des établissements scolaires exposés aux risques de sécheresse	42

LISTE DES TABLEAUX

Table 1: Tableau des données utilisées	7
Table 2 : Paramètres de calcul de DHI.....	9
Table 3 : Paramètres de calcul du DVI	10
<i>Table 4 : Tableau de caractérisation de DRI, DVI et DHI</i>	<i>11</i>
Table 5 : Matrice de comparaison par paire des paramètres de l'aléa sécheresse DHI.....	14
Table 6 : Tableau du consistency ratio des paramètres de DHI.....	14
Table 7 : Matrice de comparaison par paire des paramètres de l'aléa sécheresse DVI.....	16
Table 8 : Tableau du consistency ratio des paramètres de DVI.....	16
Table 9 : Résultat d'exécution de l'algorithme RandomForest.....	23
Table 10: Analyse des bulletins relatifs à la sécheresse et à l'insécurité alimentaire selon la période de couverture et la date de parution	31
Table 11: Baseline d'évaluation et revenus des ménages par groupes socio-économiques	38
Table 12 : Répartition des ménages des communes de Miary, Maromiandra, Belalanda, Andranovory et Andranohinaly se trouvant en zone MG20	38
Table 13 : Répartition des ménages des fokontany de Saint-Augustin de la zone MG23 par classes socio-économiques	39
Table 14 : Répartition des ménages des fokontany de Saint-Augustin de la zone MG27 par classes socio-économiques	39
Table 15 : Elèves par sexe et par établissement scolaire exposés aux risques de sécheresse et à ses impacts dont l'insécurité alimentaire	43
Table 16 : Contexte d'une saison et chronologie d'une crise	44
Table 17 : Liste des indicateurs et seuils de déclenchement	46
Table 18 : Les différents niveaux d'alerte et les actions correspondantes	47
Table 19 : Exemple de plan d'actions anticipatoires selon la chronologie de la crise	49

LISTE DES ABREVIATIONS

AHP :	Analytic Hierarchy Process
BNGRC :	Bureau National de la Gestion des Risques et des Catastrophes
CDGRC :	Comité de District de la Gestion des Risques et des Catastrophes
CISCO :	Circonscription Scolaire
CPGU :	Cellule de Prévention et d'appui à la Gestion des Urgences
CR :	Consistency Ratio
CREAM :	Centre de Recherches, d'Etudes et d'Appui a l'Analyse Économique de Madagascar
CRED :	Center for Reaserch on the Epidemiology of Disasters
CRGRC :	Comité Régional de la Gestion des Risques et des Catastrophes
DHI :	Drought Hazard Index
DREN :	Direction Régionale de l'Education Nationale
DRI :	Drought Risk Index
DVI :	Drought Vulnerability Index
ESU :	Education en Situation d'Urgence
FAO :	Food and Agriculture Organisation
FewsNet :	Famine Early Warning Systems Network
GRC :	Gestion des Risques et des Catastrophes
HEA :	Hosehold Economy Analysis
INSTAT :	Institut National de la Statistique
MEN :	Ministère de l'Education Nationale
MGA :	Malagasy Ariary
MICS :	Multiple Indicator Cluster Surveys
NDVI :	Normalised Differeced Vegetation Index
OCHA :	Office for the Coordination of Humanitarian Affairs
ONE :	Office National de l'Environnement
PNGRC :	Politique Nationale de Gestion des Risques et des Catastrophes
PSME :	Programmation Saisonnière basée sur les Moyens d'Existence
RRC :	Réduction des Risques de Catastrophes
SAP :	Système d'Alerte Précoce
SIAAP :	Système Intégré d'Alerte et d'Actions Précoces
SIG :	Système d'Informations Géographiques
SMS :	Système de Monitoring de la Sécheresse
SNGRC :	Stratégie Nationale de Gestion des Risques et des Catastrophes
SPI :	Standardised Precipitation Index
SSN :	Système de Surveillance Nutritionnelle
SWI :	Soil Water Index
WFP :	World Food Program

INTRODUCTION

L'on qualifie de « catastrophe » un évènement concret, pouvant être nommé, daté et caractérisé par une intensité. L'on qualifie en revanche de « risque » l'éventualité ou la probabilité d'occurrence de cet évènement. Le risque, de l'ordre du probable de ce fait, est défini comme le produit de l'aléa dans un milieu vulnérable. Cette vulnérabilité prend différentes formes dans le temps et dans l'espace (Rakotoarisoa et al., 2019). Dauphiné, (2003) selon la manière dont on les aborde ou bien leurs caractéristiques, en a établi plusieurs types : la vulnérabilité biophysique, exprimant essentiellement les dommages matériels, la vulnérabilité territoriale, une autre manière de l'appréhender, concerne cette fois l'identification des espaces dommageables ainsi que des lieux stratégiques (Cutter, et al., 2000 ; Demorares, 2004 in Rakotoarisoa et al., 2019) et enfin la vulnérabilité sociale qui se fonde sur la capacité du capital humain, de manière individuelle ou collective à anticiper l'aléa et à y faire face (Pigeon, 2012 in Rakotoarisoa et al., 2019).

La sécheresse figure parmi les catastrophes de l'Anthropocène et constitue un risque en constante augmentation avec le changement climatique (Gjerdi et al., 2019). Entre 1995 et 2015, 1,1 milliard de personnes ont été frappées par des catastrophes liées à la sécheresse parmi lesquelles l'on a compté 22 000 morts (Gjerdi et al., 2019).

Outre ses effets et conséquences directs sur les ressources en eau, l'agriculture et les écosystèmes, la sécheresse est également à l'origine d'incendies et de canicules et fournit les conditions permettant la prolifération d'espèces pouvant être envahissantes. Elle touche les économies (entraînant des dommages pouvant se chiffrer à plusieurs dizaines de milliards de dollars chaque année). Les femmes et les filles sont souvent les plus durement touchées, les inégalités entre les sexes, la répartition inéquitable du pouvoir et le contrôle limité des ressources les rendent encore plus vulnérables aux effets de ce phénomène (Gjerdi et al., 2019). La sécheresse donne naissance à des environnements aux risques multiples, aggravant les conséquences sur les écosystèmes et les sociétés et accentuant leur vulnérabilité en particulier dans les régions arides et subtropicales et dans les pays en développement (Khoshnazar et al., 2023).

Et en tant que tel, Madagascar, plus exactement sa partie sud, est fortement vulnérable à la sécheresse et ses conséquences et a été ces derniers temps, lourdement impactée. Il s'agirait de la pire sécheresse que le Sud de Madagascar ait connue en 40 ans, occasionnant plus d'un million de victimes de la famine, parmi lesquelles figuraient 500.000 enfants (BNGRC, 2023).

Et quand on parle d'enfant, l'on ne peut y dissocier la notion de droits universels, dont le droit à l'éducation. Malheureusement, ce droit se retrouve fortement perturbé par une telle catastrophe.

En effet, les personnes qui ont connu la sécheresse peuvent souffrir d'une diminution de leurs revenus et de leur accès à la nourriture (Cotton, 2020). Cela peut affecter l'allocation des ressources du ménage et les décisions de scolarisation, tout en exposant les individus au stress et à l'incertitude (Cotton, 2020). Dans les régions touchées par la sécheresse, les enfants ne se rendent plus régulièrement, voire abandonnent complètement l'école (Save The Children, 2016). Si une myriade de raisons existe, deux facteurs communs toutefois persistent : le manque

chronique de nourriture et d'eau. Cet état de fait pousse les enfants à s'éloigner des classes, mettant en péril leur propre protection et développement (Save The Children, 2016). En présence de sécheresse, les individus atteignent environ un quart d'année d'éducation en moins, et la probabilité d'avoir une éducation quelconque est réduite d'environ trois pour cent (Mariussen, 2021).

Selon l'enquête par grappes à indicateurs multiples (MICS) 2018 et pour le cas de Madagascar, 69,1% des élèves de 7 à 14 ans n'ont pas pu assister aux cours en 2018 en raison de catastrophes naturelles dont la sécheresse.

Pourtant, avant, pendant et après les situations d'urgence, l'école peut servir de plateforme intégrée pour les enfants où ils pourront avoir accès à la nourriture, à l'eau potable, à l'assainissement, à divers soins médicaux ainsi qu'à un soutien psychosocial tout en étant protégés et en continuant à apprendre à se développer. A long terme, et en s'aidant en particulier d'une éducation qui intègre la préparation et l'adaptation aux catastrophes en période de sécheresse, leur chance de réaliser leur potentiel et leur capacité à faire face et à s'adapter s'en trouveraient améliorés (Save The Children, 2016).

Pour donner une chance à de telles éventualités de prendre forme auprès du système éducatif, partons de l'hypothèse que la résilience du système éducatif face aux risques et catastrophes est tributaire de la résilience de l'apprenant, de celle de l'enseignant, et plus globalement mais de façon plus conséquente, de celle de la gouvernance du système éducatif. Il est essentiel avant tout de renforcer les capacités humaines et institutionnelles, assurer l'accès aux informations pertinentes d'alerte rapide qui aideraient à la prise de décisions et permettraient aux communications et aux interventions d'atteindre le « dernier kilomètre », recenser les communautés vulnérables, et intégrer l'ensemble de ces composantes dans des politiques proactives de gestion de la sécheresse en milieu scolaire.

Au regard des divers constats énoncés ci-dessus, il apparaît pertinent et porteur de réaliser dans le cadre d'un travail de fin d'étude en master de gestion des risques et des catastrophes à l'ère de l'Anthropocène, une étude de la mise en place d'un système intégré d'alerte et d'actions précoces en sécheresse - insécurité alimentaire en milieu scolaire. La question qui se pose alors est « dans quelle mesure un tel système contribuerait à la rétention scolaire ? ». Pour essayer d'y répondre, l'on a opté pour le fil rouge du retour d'expérience, à l'échelle régionale via, l'analyse des documents cadres de gestion de la sécheresse et de ses impacts en milieu scolaire d'une part, et d'autre part, à une échelle plus locale, via des enquêtes sous forme d'entretien, aussi bien avec des autorités impliquées dans les instances de gestion des risques et des catastrophes que des citoyens à travers les ménages de la zone d'étude.

Trois grandes parties vont être traitées dans le contenu du présent document. La première est consacrée à la mise en contexte du risque de sécheresse et de ses impacts en milieu scolaire. La seconde partie tente, de déterminer les existants qui contribueraient à la réduction des risques de sécheresse-insécurité alimentaire en milieu scolaire et le système de planification d'urgence et de gestion de crise du système éducatif. La dernière partie quant à elle va s'atteler à proposer, à partir de la combinaison des résultats des recherches un système intégré d'alerte et d'actions précoces en sécheresse-insécurité alimentaire en milieu scolaire.



PREMIERE PARTIE :
LA SECHERESSE, CARACTERISATION ET
IDENTIFICATION DES IMPACTS EN MILIEU
SCOLAIRE

LA SECHERESSE

I. RISQUE DE SECHERESSE?

Dans le cadre du travail humanitaire, la notion de « sécheresse », l'aléa, renvoie à une combinaison de situations socio-météorologiques dans laquelle des pénuries d'eau mettent à rude épreuve les systèmes humains et ceux liés aux moyens de subsistance (Heinrich & Meghan, 2020). Leur évolution est fonction en grande partie des caractéristiques de ces systèmes humains *Figure 1*. La sécheresse se retrouve à la quatrième place des événements de catastrophes occasionnant le plus de dégâts pour l'année 2022 selon le Center for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) *Figure 2*.

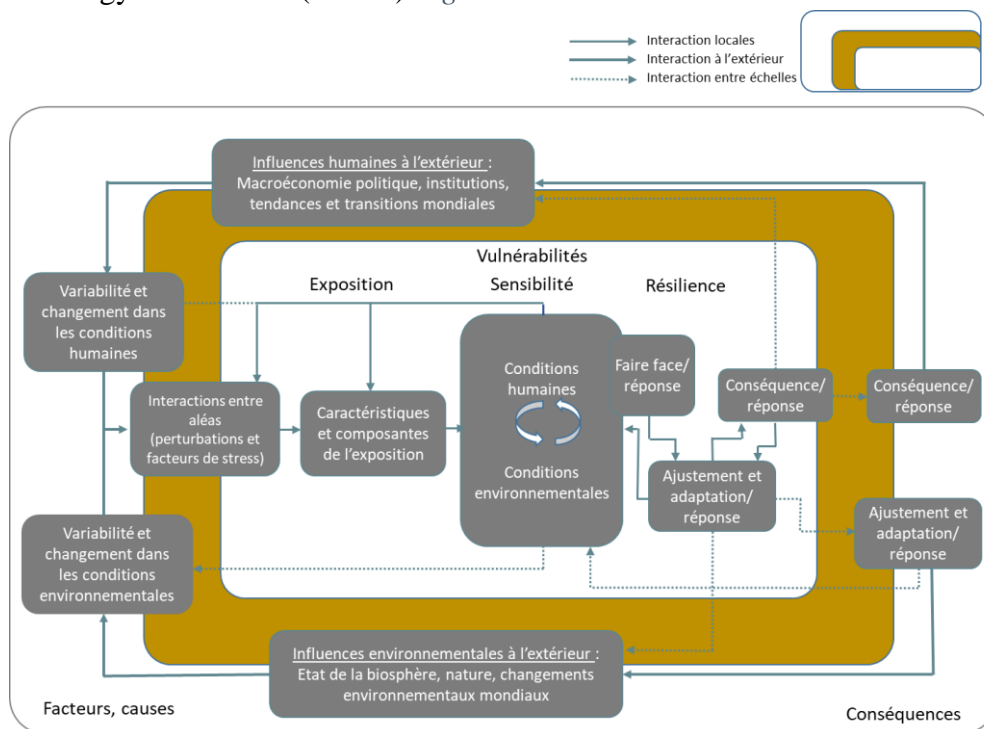


Figure 1: Schématisation de la sécheresse - Source : Kasperson et al., 2005

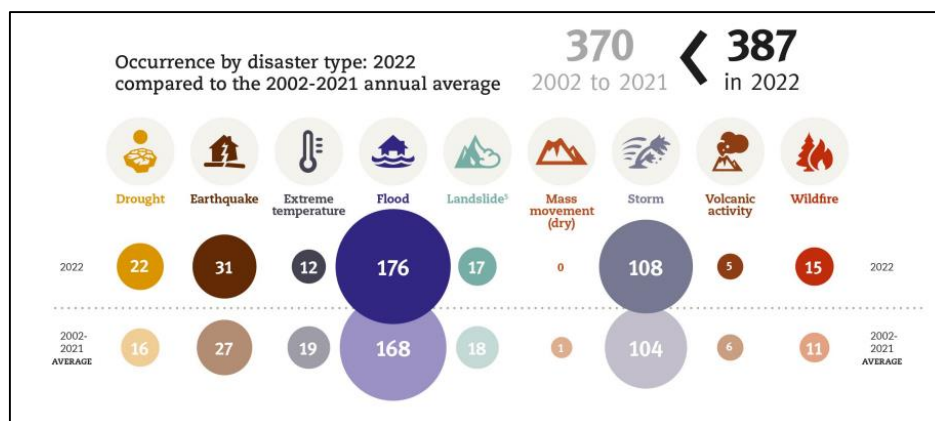


Figure 2 : Occurrences d'événements de catastrophes de l'année 2022 – source : CRED

Le risque, de par son approche conceptuelle, est la probabilité d'occurrence de conséquences néfastes ou de pertes attendues résultant d'interactions entre les aléas et les conditions de

vulnérabilité (Shahid & Behrawan, 2008). Comme pour les autres risques naturels, le risque de sécheresse dépend d'une combinaison de la nature physique de la sécheresse et du degré de vulnérabilité d'une population ou d'une activité aux effets de cette sécheresse. Par conséquent, pour étudier le risque de sécheresse, il est essentiel : (1) d'identifier le risque de sécheresse quant à son extension spatiale, sa fréquence et sa sévérité ; (2) d'identifier et quantifier la vulnérabilité à la sécheresse, c'est-à-dire les personnes, l'économie et les structures exposées au risque de sécheresse ; (3) de calculer le modèle de risque de sécheresse à partir de l'aléa sécheresse et de la vulnérabilité.

II. ZONE D'ETUDE

Six communes en phase IPC III et plus au cours de la saison 2019-2020 du district de Tuléar II ont été considérées pour la présente étude, à savoir Miary, Maromiandra, Belalanda, Andranohinaly, Andranovory et Saint-Augustin. Le cadre IPC ou cadre intégré de classification de la sécurité alimentaire est constitué d'un ensemble d'outils et de processus d'analyse et de classification de la sévérité de l'insécurité alimentaire, allant de Phase IPC I à V (Phase III : phase de crise), suivant des normes scientifiques internationales et auquel Madagascar a adhéré en 2016.

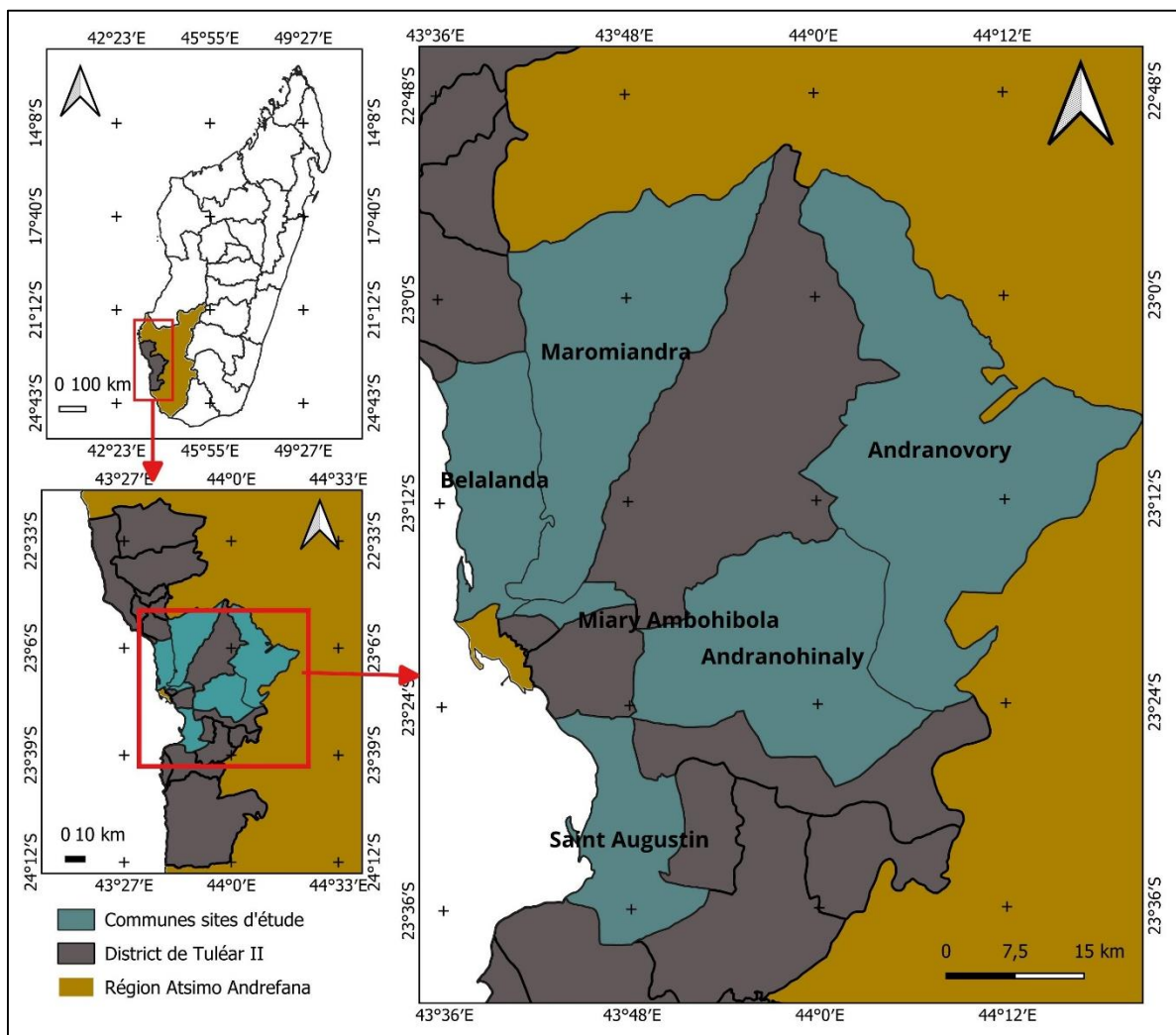


Figure 3: Carte de localisation des communes de Maromiandra, Miary, Andranovory, Andranohinaly, Belalanda et Saint-Augustin qui sont les sites d'études

A. CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

Le site d'étude fait partie du grand Sud malgache qui est un complexe régional dominé par un climat de type semi-aride. A cheval sur le tropique du capricorne qui passe vers Saint-Augustin, la région Atsimo Andrefana dont fait partie le district de Tuléar II, est dominée par des plateaux et des plaines dont l'année est caractérisée par une longue saison sèche de 7 à 9 mois (Rakoto & Ratsimba Rabearisoa, 2021). Plus de deux tiers de la surface régionale sont occupées par des terrains à faibles pentes (moins de 4%) (CPGU, 2012). L'irrégularité de la saison des pluies est notée en plus des précipitations en faible quantité (moins de 500 mm/an). Les moyennes annuelles de températures sont comprises entre 23 à 24°C (Broudic & Razafindrianilana, 2020). L'emplacement géographique accentué par le vent de l'alizé (Tio-mena) ainsi que les stress hydriques existants favorisent la sécheresse dans la zone (Rakoto & Ratsimba Rabearisoa, 2021).

Deux grands types de paysages marquent le relief de la Région Atsimo Andrefana : le domaine calcaro-gréseux et basaltique interne et le domaine côtier occidental. L'hydrologie quant à elle, est dominée par des cours d'eau qui sont de deux catégories : les cours d'eau des bassins versants mixtes, traversant à la fois le socle cristallin des hautes terres et le bassin sédimentaire de l'Ouest et dont les longueurs dépassent les 400 km et les cours d'eau coulant uniquement sur les terrains sédimentaires et ne dépassant pas les 300 km (CREAM, 2013). Un des obstacles sur l'approvisionnement en eau de la région Atsimo Andrefana est la forte minéralisation des eaux souterraines littorale et sédimentaire (Rakoto & Ratsimba Rabearisoa, 2021). La savane de type herbeuse ou arbustive est l'entité végétale la plus caractéristique et représentative de la région Atsimo Andrefana. Il faut remarquer que les systèmes forestiers du Sud-Ouest de Madagascar sont essentiellement fragilisés par la déforestation qui a quadruplé depuis la fin des années 1980 (Payet, 2022).

B. CARACTERISTIQUES SOCIO-ECONOMIQUES

D'une superficie de 7321km², le district de Tuléar II connaît un taux d'urbanisation de 14,2% (INSTAT, 2020). 83,2% de la population du district de Tuléar II, essentiellement constituée d'Antanosy, d'Antandroy, de Mahafaly, de Vezo et de Bara, vivent en zones rurales avec l'agriculture comme principale source de revenus, à laquelle est souvent associé l'élevage de bovins et de caprins. Par conséquent, l'agriculture et l'élevage constituent les moyens de subsistance de la majeure partie de la population. Les principales cultures de la zone d'étude sont le riz, le maïs et le manioc utilisés pour l'autoconsommation et comme culture de rente. Dans l'ensemble, il n'y a qu'une seule saison de culture avec une faible productivité agricole due aux manques d'infrastructures agricoles et de diversifications des cultures, mais également au climat (BNGRC, 2015). Dans les bas-fonds, les cultures de contre-saison permettent d'alléger la soudure (Bidou & Droy, 2007).

La région Atsimo Andrefana connaît le niveau d'instruction au primaire le plus bas (29,8% contre une valeur nationale de 48,4%), un taux d'alphabétisation inférieur à 50% (INSTAT, 2020) et une forte tendance à la déperdition scolaire, avec près d'un tiers des élèves ne complétant pas le niveau d'éducation primaire (taux d'achèvement de 28% contre une valeur nationale de 54,3%) (Ministère de l'Education Nationale, Madagascar, 2021).

CARACTERISATION DU RISQUE DE SECHERESSE

I. DONNEES UTILISEES ET APPROCHE METHODOLOGIQUE

A. DONNEES UTILISEES

Différents types de données et d'informations ont été employés dans le cadre de la recherche. Elles ont été collectées auprès de multiples sources afin d'établir les couches de critères nécessaires à la réalisation de la carte des risques et ce, en s'aidant de techniques SIG (QGIS 3.32, ArcMap 10.8.1) et d'exécutions de lignes de codes dans le programme R.

Table 1: Tableau des données utilisées

Sources	Type	Traitements et Résultats
NASA POWER https://power.larc.nasa.gov/	Données historiques de précipitations journalières sous format CSV	Traitements avec le Package SPEI de R pour obtenir les indices standardisés de précipitation (SPIi)
	Données d'humidité relative sous format NetCDF	Traitements avec ArcMap pour avoir la carte de l'humidité relative (RHi)
Climate Hazard Center : CHIRPS precipitation global daily https://data.chc.ucsb.edu/products/CHIRPS-2.0/	Données historiques de précipitations journalières sous format NetCDF	Traitements avec ArcMap pour le calcul de la moyenne annuelle de précipitation (AARi)
USGS Earth Explorer https://earthexplorer.usgs.gov/	Images Satellites Landsat-8 OLI sous format Tiff	Traitements avec ArcMap pour le calcul de l'indice normalisé de la différence de végétation (NDVIi) Traitements et procédés de calcul avec ArcMap pour avoir la carte de la température de surface du Sol (LSTi)
	Digital Elevation Model sous format Tiff	Traitements avec ArcMap pour avoir la carte de la pente (Si)
Copernicus Global Land Service https://land.copernicus.eu/global/products/lc	Carte d'occupation du Sol sous format Tiff	Traitements avec ArcMap pour avoir la carte d'occupation du sol (LUi)
	Carte de l'indice de l'eau dans le sol sous format Tiff	Traitements avec ArcMap pour avoir la carte de l'indice de l'eau dans le sol (SWIi)
HDX data base https://data.humdata.org/dataset	Données des découpes administratives de Madagascar à différents niveaux sous format shapefile	Traitements avec ArcMap pour avoir la carte de la zone d'étude
WorldPop https://www.worldpop.org/	Données de densité de population sous format Tiff	Traitements dans ArcMap pour avoir la carte de la densité de population (POPi)

B. APPROCHE METHODOLOGIQUE

Sur la base de la revue de la littérature sur l'évaluation des risques de sécheresse, l'approche qui a été adoptée pour la présente étude combine celle de Boultif, 2018, Ogouwale, 2020, Liu & Chen, 2021, Koem et al., 2022 et de Khoshnazar et al, 2023. Deux composantes sont prises en compte dans l'évaluation du risque de sécheresse : (1) l'aléa sécheresse (Drought Hazard) et (2) la vulnérabilité à la sécheresse (Drought Vulnerability). Ces composantes sont calculées sous forme d'indices à partir de paramètres d'intérêt issus de la revue de la littérature *Figure 4*.

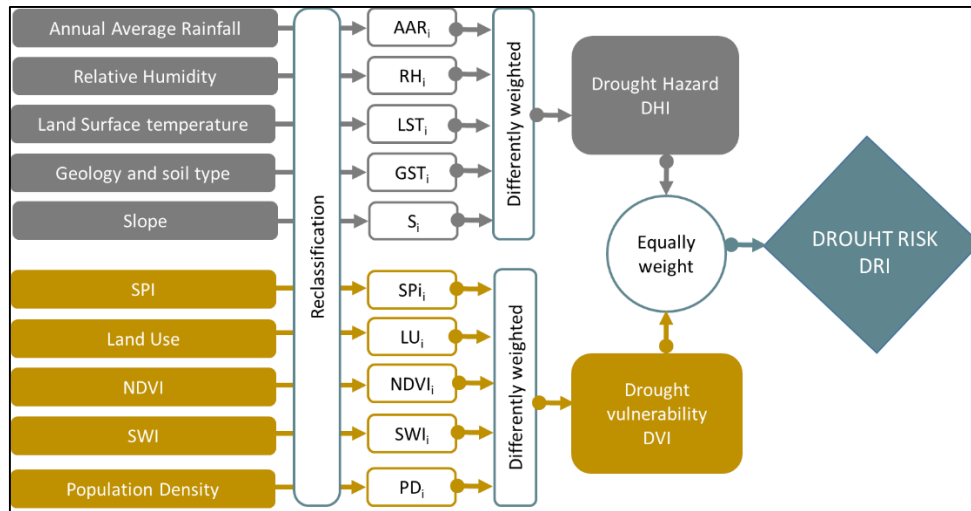


Figure 4 : Workflow du calcul du Drought Risk Index (DRI)

II. CALCUL DU DROUGHT HAZARD INDEX OU DHI

La première étape du calcul du DHI est l'identification des "événements de sécheresse", en appliquant un indice de sécheresse. La seconde étape concerne le calcul de l'indice proprement dit.

A. IDENTIFICATION DE CAS DE SECHERESSE PERTINENTE

Pour pouvoir statuer sur le choix de l'année de référence en termes de sécheresse, il nous a fallu avant tout identifier les années de sécheresses pertinentes. Dans ce but, le standardised précipitation index ou SPI de (McKee et al. 1993), démontré comme étant un bon outil de détection et de suivi des événements de sécheresse (McKee et al. 1995 ; Guttman 1998, 1999 ; Hayes et al. 1999) est opté afin d'étudier les étendues spatiales et temporelles et la sévérité de la sécheresse de la zone d'étude. L'indice SPI est un indicateur qui mesure l'écart entre les précipitations et une valeur de référence, généralement une moyenne ou une médiane à long terme. Une sécheresse sévit lorsque la valeur du SPI est continûment négative et atteint une intensité de -1 ou moins et se termine lorsque la valeur redevient positive. Selon (McKee et al. 1993), les sécheresses, en fonction des valeurs des indices SPI peuvent être classées :

Tableau 1 : Classification de la sévérité de la sécheresse selon l'indice de SPI

Valeur de la SPI	Séquence de sécheresse
Inférieur à -2	Extrêmement sèche
Entre -1,50 et -1,99	Sévèrement sèche
Entre -1 et -1,49	Modérément sèche
Entre 0,99 et -0,99	Proche de la normale

Source : (Ogouwale, 2020)

L'identification des années déficitaires, la classification de la sévérité, la détermination de la fréquence et de la durée permettent de définir l'année qui va être prise comme année de référence dans le calcul de la vulnérabilité à la sécheresse. Pour cela, on identifiera :

1. *La fréquence des séquences de sécheresse*

Le nombre d'occurrence de séquences sèches sur une période d'étude détermine la fréquence cumulée. Elle s'obtient par le rapport de l'effectif cumulé des séquences sèches à l'effectif total des années pluviométriques (Soro et al., 2014).

2. *La durée maximale des séquences de sécheresse*

Le calcul de la durée d'une sécheresse se fait par la formule (Soro et al., 2014) :

$$(A_{\text{fin}} - A_{\text{début}}) + 1$$

Où :

A fin : Année de fin de la période sèche ;

A début : Année de commencement de la période sèche.

3. *L'intensité ou sévérité des séquences de sécheresse*

L'intensité de la sécheresse est l'ampleur en indice de la gravité du déficit de précipitations. Elle est évaluée à l'aide des valeurs du SPI (Soro et al., 2014).

B. CALCUL DE L'INDICE DE L'ALEA SECHERESSE

Cette procédure est définie comme la spatialisation de la sécheresse. Chacun des cinq facteurs d'intérêt pour le calcul du DHI ci-dessous ont été classifiés de 1 à 5 : très faible (TF), faible (F), modéré (M), sévère (S) et extrême (E), selon leur intensité, via la méthode de la rupture naturelle de Jenks (Koem et al., 2022). Cette méthode, en effet, garantit que les plages soient bien représentées par leur moyenne et que les valeurs des données dans chaque plage soient relativement proches les unes des autres (Shahid & Behrawan, 2008). Les paramètres de calcul du DHI sont donnés par le tableau ci-après.

Table 2 : Paramètres de calcul de DHI

Paramètre	Avantages
La précipitation (Normale de 33 ans)	La précipitation est le paramètre le plus important qui influe sur l'apparition de la sécheresse, car ses variabilités peuvent en affecter la gravité (Koem et al., 2022).
L'humidité relative (Mois de janvier 2022)	L'humidité relative est l'un des principaux critères qui permettent de caractériser la sécheresse (Koem et al., 2022). Les zones à faible humidité sont plus enclines aux risques de sécheresse.
La température de surface (LST – mois de janvier 2022)	La température a des effets significatifs sur l'incidence de la sécheresse. Plus elle est élevée, plus l'évapotranspiration et la demande en eau augmentent, ce qui accroît le stress sur l'approvisionnement en eau de certaines végétations (Boultif, 2018).
Types de sols	Les types de sol exercent une grande influence sur les eaux souterraines. Il existe huit types de sol sur la zone d'étude, qui ont été classés en trois catégories en fonction de leur coefficient de perméabilité (Koem et al., 2022). Chaque groupe de sol a des effets différents sur le risque de sécheresse.

Paramètre	Avantages
La pente	Le taux d'évapotranspiration, les caractéristiques du sol et la végétation sont affectés par l'exposition de la pente au vent et à la lumière du soleil (Koem et al., 2022). La pente a été dérivée d'un DEM.

1. Processus de hiérarchisation analytique (AHP)

Le processus par hiérarchisation analytique AHP a ensuite été appliqué pour obtenir le poids de chaque paramètre en fonction de son influence sur le risque de sécheresse (Koem et al., 2022) après vérification du contrôle de cohérence (Consistency Ratio, CR < 0,1) qui est nécessaire pour évaluer l'efficacité de la matrice de comparaison par paire. L'indice de l'aléa sécheresse (DHI) peut alors être calculé selon *Équation 1* par « weighted overlay analysis » de ArcMap, qui est une technique d'analyse de superposition pondérée utile pour créer des analyses intégrées avec des entrées diverses et dissemblables basées sur des critères multiples.

2. Calcul de l'indice DHI

L'indice peut alors être calculé par la formule :

$$DHI = \sum_{f=1}^n Wf \times Sf \quad \text{Équation 1}$$

Où, f est le paramètre de l'aléa sécheresse, n est le total de paramètres, Wf est le poids de chaque paramètre obtenu à partir de la méthode des AHP, et Sf est le score du paramètre en fonction de son influence sur l'aléa sécheresse.

III. CALCUL DU DROUGHT VULNERABILITY INDEX (DVI)

La vulnérabilité décrit la mesure dans laquelle un système socio-économique ou des biens physiques, en fonction de leur exposition sont susceptibles de subir l'impact des aléas naturels (Khoshnazar et al., 2021). Compte tenu des conditions socio-économiques de la zone d'étude et sur la base de la revue de la littérature (Ogouwale, 2020, Hoque et al., 2020), les paramètres proposés pour calculer le DVI sont donnés par les tableau ci-après.

Table 3 : Paramètres de calcul du DVI

Paramètre	Avantages
Le standardised precipitation index (SPI3 et 6 de janvier 2022)	L'indice de SPI se révèle très efficace pour caractériser à la fois les périodes humides que les périodes secs. Grace à sa spatialisation, nous pouvons obtenir la répartition spatiale des déficits de précipitation et donc des zones qui seraient plus vulnérables à la sécheresse (Jaziri et al., 2019).
L'occupation du sol (OS)	L'utilisation des terres est l'un des facteurs qui accentueraient sévèrement le risque de sécheresse. Chaque type d'occupation du sol à différents niveaux d'impacts sur la sécheresse (Shahid, 2017).
Normalised difference végétation index (NDVI du mois de janvier 2022)	Le NDVI mesure l'état de la densité et la vigueur de la végétation. Dans de bonnes conditions sanitaires et d'irrigation, la végétation est dense. Par contre, au cours des périodes sèches, elle est caractérisée par un stress lié aux conditions hydrique et thermal défavorables, résultant en valeurs faibles de l'indice NDVI (Boulitif, 2018). Ce qui permet de mettre en évidence les zones vulnérables aux sécheresses.

Paramètre	Avantages
Densité de population (DP)	La densité de population traduit le nombre d'habitants par km ² . Une catastrophe d'une gravité similaire touchera davantage de personnes si elle se produisait dans une zone plus peuplée (Khoshnazar et al., 2021).
Soil Water index (SWI – mois de janvier 2022)	Le SWI de Wagner (1998) permet d'estimer le profil d'humidité lié au temps d'infiltration du sol à partir d'observations de surface (Paulik et al., 2014). Plus le SWI est élevé, moins la zone est vulnérable aux sécheresses et vice versa.

Le même procédé que pour le calcul de DHI est appliqué aux paramètres pour établir le DVI avant d'y appliquer cette fois-ci l'équation (Shahid & Behrawan, 2008) :

$$DVI = \frac{w1 I1 + w2 I2 + \dots + wn In}{n} \quad \text{Équation 2}$$

Où w est le poids du $n^{\text{ième}}$ facteur obtenu par la méthode AHP ($0 \leq w_i \leq 1$) et I est la valeur du $n^{\text{ième}}$ facteur.

Le risque de sécheresse DRI est ensuite obtenu par le croisement de l'indice de l'aléa (DHI) avec celui de la vulnérabilité (DVI) (Ogouwale, 2020) dont la classification selon (Khoshnazar et al., 2021) est la suivante :

Table 4 : Tableau de caractérisation de DRI, DVI et DHI

Valeurs de DRI, DHI et DVI	Catégorie de DRI, DHI et DVI
0 à 0,15	Très faible
0.15 to 0.29	Relativement faible
0.29 to 0.43	Faible
0.43 to 0.57	Modéré
0.57 to 0.71	Elevé
0.71 to 0.85	Sévère
0.85 to 1	Extrême

IV. RESULTATS ET INTERPRETATION

A. DISTRIBUTIONS SPATIALE ET TEMPORELLE DE LA SECHERESSE

La boîte à moustache ci-dessous résume la statistique descriptive telle que le minimum, le 1^{er} décile, la moyenne, la médiane, 3^{ème} décile et le maximum de précipitations. L'analyse montre que la saison des pluies a lieu approximativement entre octobre et mars. Les hauteurs de précipitations mensuelles les plus élevées sont observées en janvier, tandis que le minimum a lieu en août sur toute la période d'observation de 1990 à 2022.

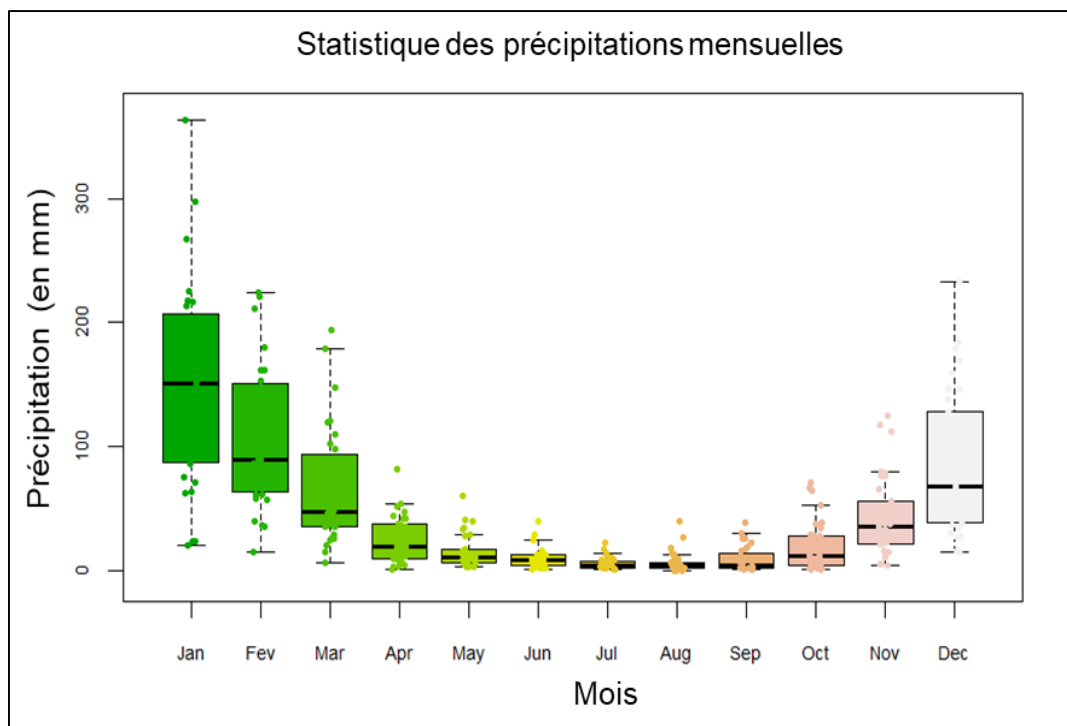


Figure 5 : Distribution des précipitations mensuelles et statistiques descriptives

Pour dégager l'occurrence de la sécheresse à l'échelle annuelle, nous avons pris comme année typique une période de 12 mois commençant au mois d'octobre et se terminant au mois de septembre. Les indices SPI ont été calculés avec le Package SPEI de R. Le SPI12 du mois de septembre a donc été calculé pour caractériser l'année. Pour la caractérisation de la saison, le SPI3 du mois de janvier (novembre à janvier) et le SPI6 du mois de janvier (août à janvier) ont été calculés, donnant notamment des indications sur les sécheresses météorologique et agricole (Jaziri et al., 2019, Vicente-Serrano, 2006, Khoshnazar, Corzo Perez, Diaz, et al., 2021). Les séries de figures qui suivent nous montrent les résultats de l'analyse des sécheresses pour la période de 1990 à 2022.

L'analyse des valeurs de SPI12 de 1990 à 2022 permet de constater 12 séquences sèches alternant avec 12 séquences humides *Figure 8*. Plusieurs événements pluviométriques déficitaires par rapport à la normale ont donc eu lieu donnant naissance à des événements de sécheresses. Les 3 plus grandes sécheresses qui se sont déroulées durant toute la période d'observation ont eu lieu en 1991-1993, 2016-2018 et 2020-2022 *Figure 8*. Des sécheresses de longue durée ont été observées durant ces années, allant de 8 à 13 mois pour le SPI3, de 8 à 24 mois pour le SPI6 et jusqu'à 35 mois pour le SPI12. Parmi les années mentionnées, l'intensité la plus élevée pour le SPI3 est observée en 2018 (-2,3) et la période la plus longue en 2018 et 2021 (13 mois). Tandis que l'intensité la plus élevée est observée en 2022 (-2,42) et la période la plus longue a eu lieu en 2018 et 2021 (22 et 24 mois) pour SPI6. Quant au SPI12, l'intensité la plus élevée est observée en 2022 (-2,19) et les périodes les plus longues en 2016 et 2020 (35 et 25 mois). En termes de durée, l'année 2018 bat tous les records, mais en termes de fréquence et de sévérité, c'est en 2022 que l'on rencontre les fréquences importantes et les intensités élevées de sécheresse. Ce qui nous a amené à prendre l'année 2022 comme année de référence.

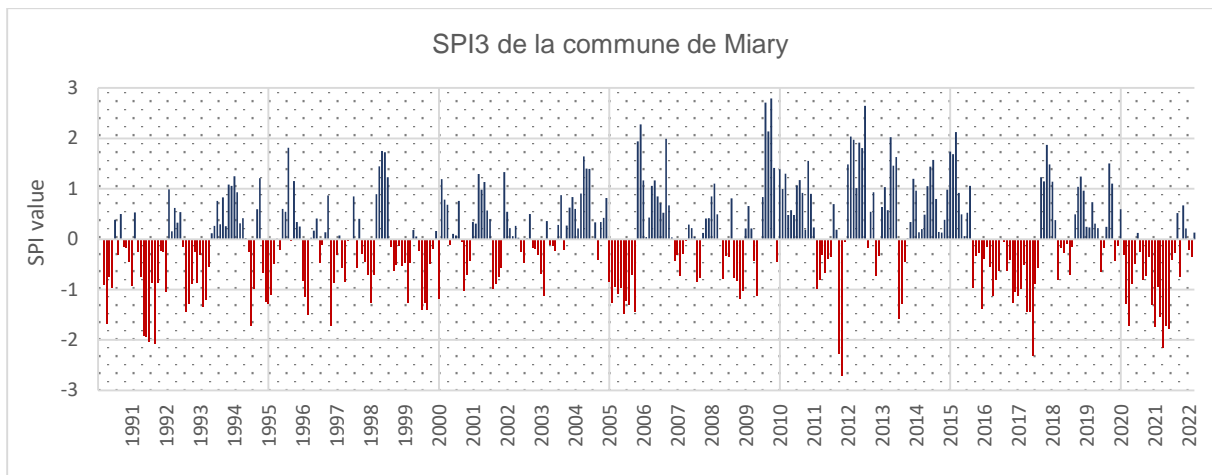


Figure 6: Histogramme des indices de SPI3 de la zone d'étude

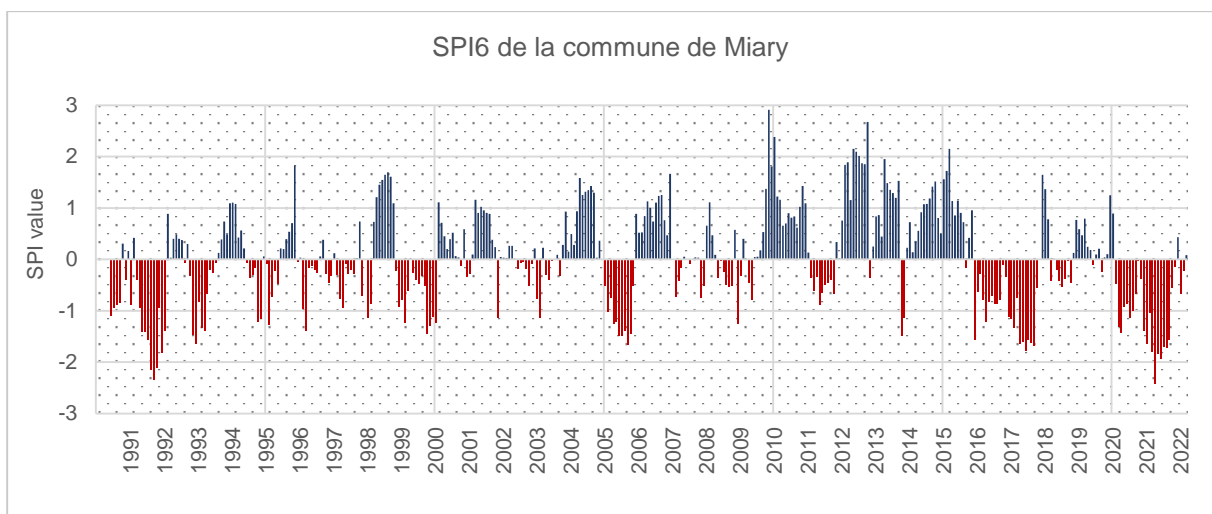


Figure 7 : Histogramme des indices de SPI6 de la zone d'étude

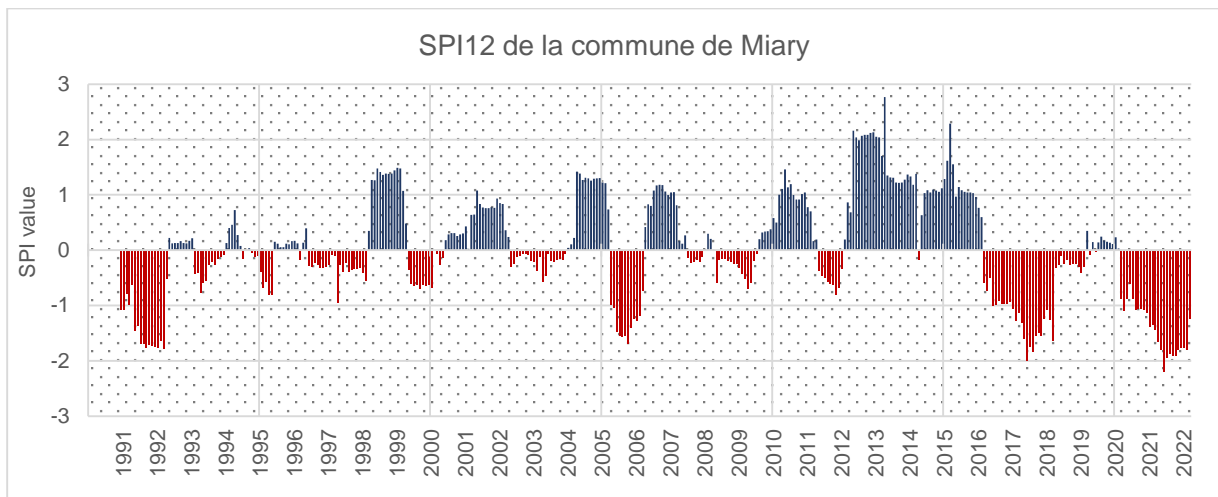


Figure 8: Histogramme des indices SPI12 de la zone d'étude

Les extensions spatiales de l'indice SPI à 3 mois et 6 mois à la fin de janvier 2022 sont illustrées dans les *Figure 9* et *Figure 910* respectivement. Au mois de janvier 2022, il y a eu de forts déficits pluviométriques par rapport à la normale alors que la saison des

pluies est à son apogée. La sévérité est de l'ordre de -1,40 à -2,44 pour SPI3 et -1,48 à -2,54 pour SPI6. Des sécheresses de classes allant de modérément sèche à extrêmement sèche aussi bien météorologique qu'agricole ont donc affecté les communes étudiées en janvier 2022.

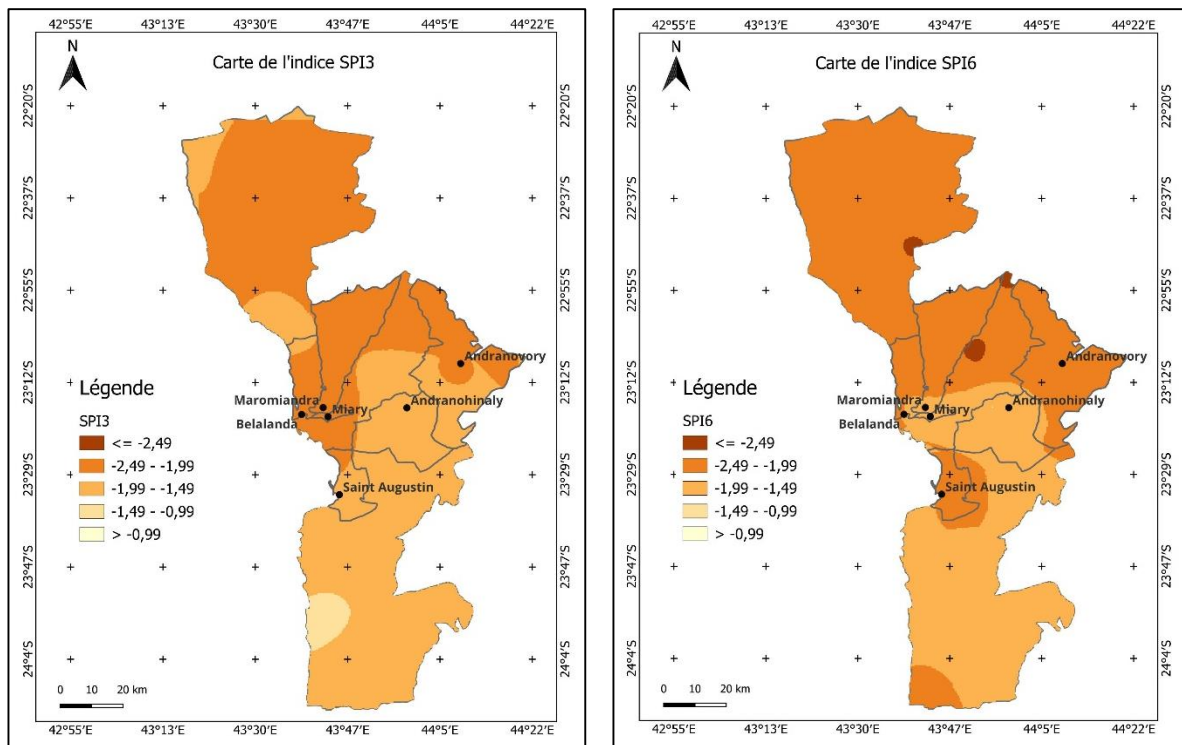


Figure 9, Figure 10 : Cartes des SPI3 et SPI6 du mois de Janvier 2022

On constate depuis 2016 une tendance générale à l'augmentation d'occurrence des sécheresses modérées et sévères aussi bien en fréquence qu'en durée.

B. EVALUATION DE L'ALEA SECHERESSE

La distribution spatiale de la carte de l'aléa sécheresse a été établie avec l'approche AHP combinée aux techniques SIG. Les Table 5 et Table 6 montrent respectivement la matrice de comparaison par paire des paramètres de l'aléa sécheresse et le CR de 0,0%.

Table 5 : Matrice de comparaison par paire des paramètres de l'aléa sécheresse DHI

Matrix		RAIN_AV	LST	SLOPE	SOIL TYPE	REL_HUM	Normalized principal Eigenvector
		1	2	3	4	5	
RAIN_AV	1	1	2	8	4	4	47,06%
LST	2	1/2	1	4	2	2	23,53%
SLOPE	3	1/8	1/4	1	1/2	1/2	5,88%
SOIL TYPE	4	1/4	1/2	2	1	1	11,76%
REL_HUM	5	1/4	1/2	2	1	1	11,76%

Table 6 : Tableau du consistency ratio des paramètres de DHI

Eigenvalue				Lambda:	5,000	MRE:	0,0%
Consistency Ratio	0,37	GCI:	0,00	Psi:	0,0%	CR:	0,0%

La moyenne annuelle de précipitation a la pondération la plus élevée, suivie par la température de surface, l'humidité relative, le type de sol et enfin la pente. L'Équation 1 a servi ensuite à l'élaboration de la carte finale de l'aléa sécheresse du district de Tuléar II. La distribution géographique de DHI montre une hétérogénéité spatiale nord-sud considérable. En effet, les communes du centre et du sud sont plus sujettes à l'aléa sécheresse. Les nuances de bleu à rouge représentent respectivement les intensités faible à extrême. Selon la classification établie par (Khoshnazar et al., 2021) pour DHI, DVI et DRI. Table 4, 14,82% du district se retrouvent en zone d'indice faible et 42,5% en zone d'indice modéré. Les résultats indiquent également que les 31,20% et 11,27% du district de Tuléar II sont situés dans des niveaux d'aléa élevé et sévère Figure 11.

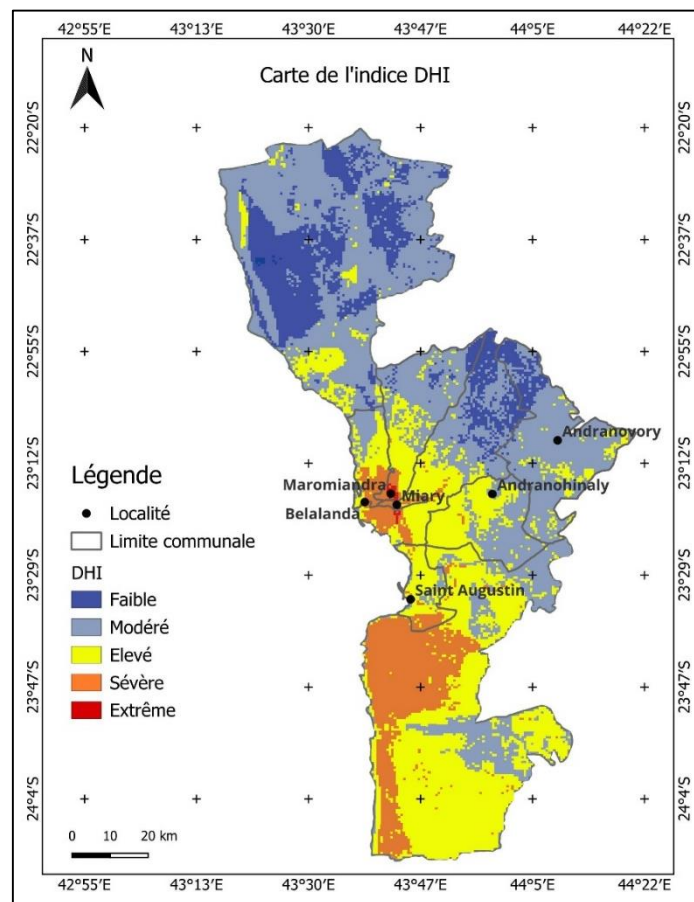


Figure 11: Carte des indices de sécheresse de la zone d'étude

En outre, 1,6% des zones totales se trouvent dans des zones de sécheresse extrême. Les niveaux d'indice de DHI minimal et maximal observés sont respectivement de 0,28 et 0,88 sur l'échelle de (Khoshnazar et al., 2021). En analysant les paramètres qui ont servi à l'élaboration de la carte de DHI, on remarque que les zones où l'aléa est susceptible d'occourir sont les zones qui reçoivent les moins de précipitation et qui ont les valeurs d'humidité relative les plus basses ainsi que celles de capacités de rétention en eau du sol moyennes.

C. EVALUATION DE LA VULNERABILITE DVI ET DU RISQUE DE SECHERESSE DRI

Avant l'application de l'Équation 2 aux paramètres choisis pour obtenir la carte de la vulnérabilité DVI, ceux-ci ont subi le même processus de pondération par AHP et la vérification

du CR que les paramètres de DHI *Table 7* et *Table 8*. La pondération la plus élevée a été attribuée au SPI, suivi du SWI, du NDVI, de l'occupation du sol et de la densité de population. La matrice de combinaison par paire et le CR sont donnés par les tableaux ci-dessous.

Table 7 : Matrice de comparaison par paire des paramètres de l'aléa sécheresse DVI

Matrix		SPI	SWI	NDVI	OCC_SOL	DEN_POP	normalized principal Eigenvector
		1	2	3	4	5	
SPI	1	1	3	3	6	6	50,00%
SWI	2	1/3	1	1	2	2	16,67%
NDVI	3	1/3	1	1	2	2	16,67%
OCC_SOL	4	1/6	1/2	1/2	1	1	8,33%
DEN_POP	5	1/6	1/2	1/2	1	1	8,33%

Table 8 : Tableau du consistency ratio des paramètres de DVI

Eigenvalue				Lambda:	5,000	MRE:	0,0%
Consistency Ratio	0,37	GCI:	0,00	Psi:	0,0%	CR:	0,0%

Les résultats du calcul et de la distribution du DVI sont présentés dans les *Figure 12* et *Figure 13* respectivement. Alors que les résultats montrent également une disparité géographique nord-sud dans la distribution du DVI, la plupart des zones du nord-est et du centre du district de Tuléar II sont relativement plus vulnérables aux sécheresses (nuance de brun, *Figure 12* et *Figure 13*). Nous pouvons ainsi remarquer que les communes concernées par l'étude ont des indices de vulnérabilité allant de 0,22 à 0,85 sous SPI3 et 0,22 à 0,88 sous SPI6, c'est-à-dire des vulnérabilités relativement faibles à sévères en sécheresse météorologique et faibles à extrêmes en sécheresse agricole sur l'échelle de (Khoshnazar et al., 2021). Respectivement, 28,37%, 29,54% et 6,23% du district de Tuléar II sont vulnérables à la sécheresse météorologique d'indices modéré, élevé et sévère. Tandis que 29,50%, 35,29% et 8,32% de la surface sont vulnérables à la sécheresse agricole d'indices modéré, élevé et sévère.

En intégrant les deux indices DHI et DVI, nous avons calculé l'indice de risque de sécheresse DRI. Les *Figure 14* et *Figure 15* montrent que les six communes étudiées sont exposées à des risques de sécheresse allant de faible à sévère. En termes de risques de sécheresse météorologique, 15,93%, 1,97 et 0,3% du district sont respectivement dans des risques modéré, élevé et sévère ; tandis qu'en termes de risques de sécheresse agricole, on a 24,42% du district de Tuléar II soumis au risque modéré et 1,36% au risque sévère.

En général, les zones à forte vulnérabilité et à indices d'aléa élevé sont dominées par un risque de sécheresse élevé. Une des raisons pouvant renforcer l'augmentation d'un risque est également la tendance à la baisse à long terme statistiquement significative des précipitations. Pour le cas d'Atsimo Andrefana, les données climatiques relevées sur la période de 1981 à 2018 font état d'une légère tendance à la baisse des quantités de pluie tombées annuellement ainsi qu'une hausse des températures moyennes de l'air depuis les années 50. Ce réchauffement se traduit essentiellement par la hausse des températures extrêmes, particulièrement, celles

minimales. Ce fait doit faire l'objet d'une attention particulière afin de gérer au mieux les risques.

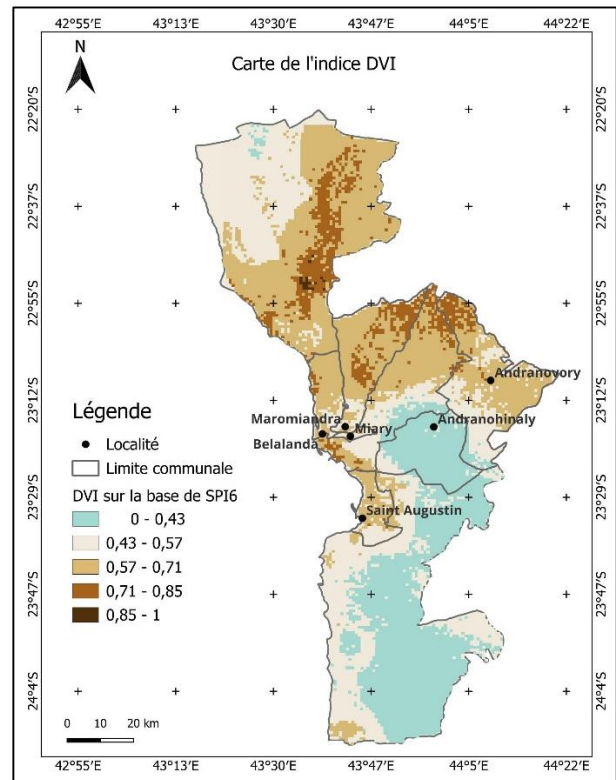
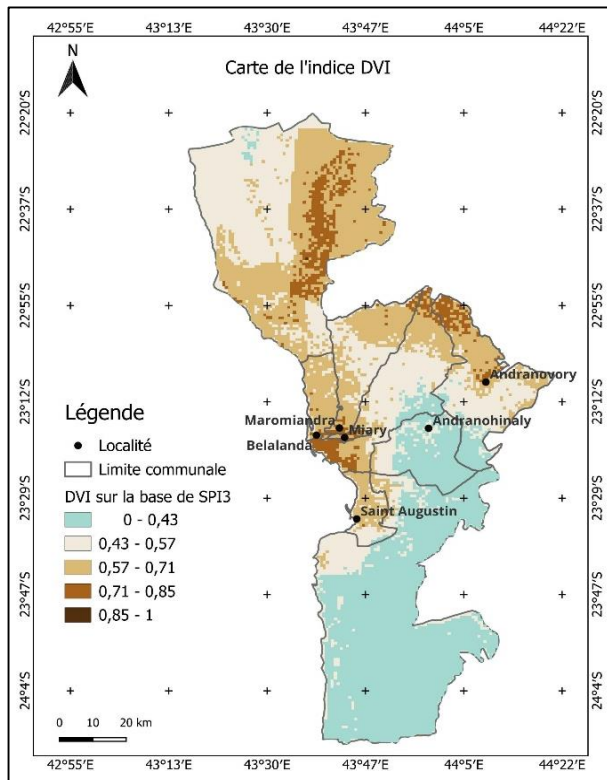


Figure 12, Figure 13 : Cartes de la vulnérabilité aux sécheresses sur la base de SPI3 et SPI6

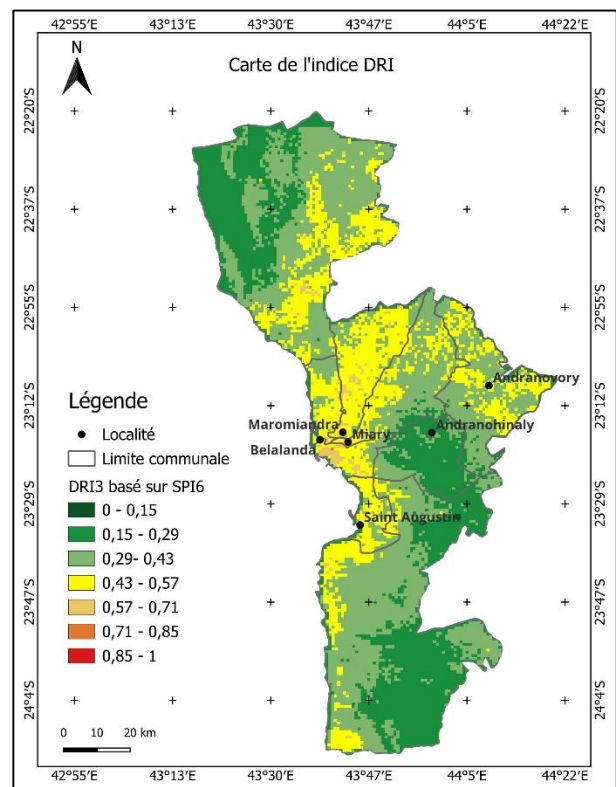
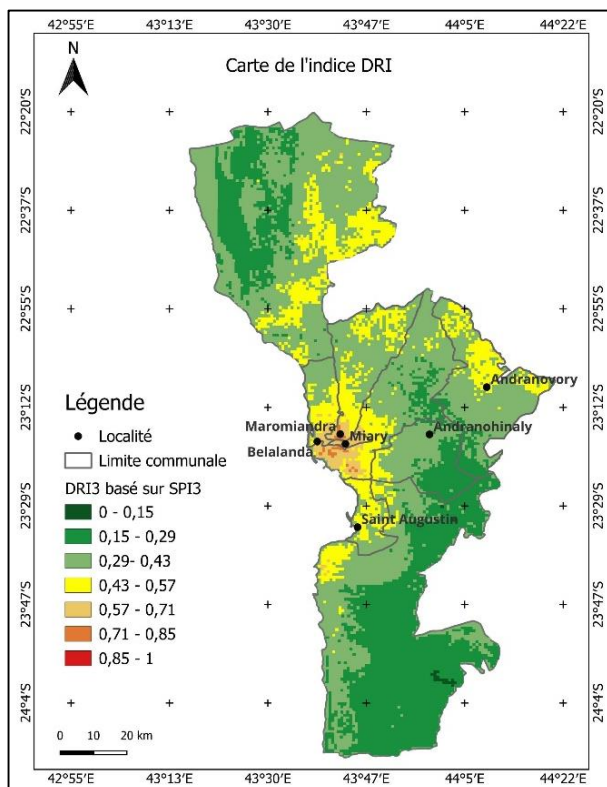


Figure 14, Figure 15 : Cartes des risques de sécheresses sur la base de SPI3 et SPI6

La distribution spatiale de la sécheresse présentée dans cette étude fournit une feuille de route permettant de donner la priorité à différentes zones pour des actions immédiates ou graduelles dans le contexte de la préparation, de l'atténuation et de la mitigation des risques de sécheresse.

La carte des risques qui a été produite, a été réalisée en choisissant des paramètres de janvier donc bien avant le paroxysme de la période de soudure qui a lieu entre le mois de février et mars et donc permet d'anticiper une potentielle détérioration de la situation. De même, l'approche intégrée adoptée dans ce document pour prendre en compte tous les aspects du risque (c'est-à-dire l'aléa, la vulnérabilité) contribuera à enrichir le corpus de connaissance en la matière pour le cas particulier de Madagascar. L'intégration/adoption de ces évaluations dans les interventions de gestion des risques de catastrophes peut contribuer à estimer, surveiller et gérer les impacts de la sécheresse et progressivement renforcer la résilience au risque de sécheresse et à ses impacts.

LES IMPACTS DE LA SECHERESSE EN MILEU SCOLAIRE

I. DEFICIT PLUVIOMETRIQUE ET SCOLARISATION DES ENFANTS : REVUE DE LA LITTERATURE

La revue de la littérature permet de confirmer que les événements météorologiques impactent le capital humain en exerçant une influence durable d'une part, sur le bien-être individuel et d'autre part, sur les performances économiques (Marchetta et al., 2018). Ainsi, plusieurs dimensions du capital humain sont touchées : le revenu (Levine et Yang 2014 in Marchetta et al., 2018) ; les salaires (Mahajan 2017 in Marchetta et al., 2018) ; la nutrition et la santé (Maccini et Yang 2009 ; Tiwari, Jacoby, et Skoufias 2017 in Marchetta et al., 2018) ; et la consommation et l'apport calorique (Asfaw et Maggio 2017 Marchetta et al., 2018).

Les adolescents et les jeunes adultes figurent parmi les personnes qui sont particulièrement vulnérables aux chocs dans la mesure où ils abandonnent l'école lorsqu'ils sont poussés sur le marché du travail issu du mécanisme d'adaptation du ménage (Marchetta et al., 2018). Le corpus de recherches sur le sujet s'agrandit de plus en plus. En effet, Villalobos (2016) a constaté que les variations météorologiques quotidiennes (précipitations et températures) avaient un impact délétère sur les résultats scolaires au Costa Rica. Jensen (2000) a estimé que des conditions pluviométriques défavorables en Côte d'Ivoire diminuaient la scolarisation des enfants. En ce qui concerne les effets sur les résultats en matière de travail, Jacoby et Skoufias (1997) et Jessoe, Manning et Taylor (2018) ont constaté que les chocs météorologiques entraînaient des fluctuations négatives des revenus, qui conduisaient les ménages à retirer leurs enfants de l'école afin d'accroître leur engagement sur le marché du travail. Colmer (2017) constate que l'incertitude des revenus des parents - telle que représentée par la variabilité des précipitations - détermine un changement dans l'allocation du temps des enfants entre le travail à la ferme et l'école (Marchetta et al., 2018). Ceci est particulièrement vrai dans le contexte de Madagascar. En effet, selon une étude réalisée par Marchetta et al, (2018), les déficits pluviométriques réduisent pour les jeunes étudiés dans la cohorte, la probabilité d'aller à l'école. Ils encouragent à contrario les jeunes hommes et, dans une plus large mesure, les femmes à entrer sur le marché du travail et qu'ils réduisent leurs résultats aux tests de français et de mathématiques. Les ménages les moins riches sont les plus susceptibles de connaître cette transition école-travail face aux chocs pluviométriques.

II. CAS DU SITE D'ETUDE

Pour statuer sur la situation de l'éducation de notre cas d'étude, une enquête qualitative a été menée dans les six communes de Maromiandra, Miary, Belalanda, Andranovory, Andranohinaly et Saint-Augustin.

A. CONCEPTION DE LA RECHERCHE

Le questionnaire comprenait des modules sur le ménage, sur ses finances, sur la scolarisation des enfants, sur la perception des risques de sécheresse et ses impacts. Un plan de recherche d'enquête descriptive a été appliqué, permettant à la fois de collecter et d'analyser des données qualitatives et quantitatives, mais permet également de tester les théories sur les relations sociales au niveau de l'individu et du groupe.

B. REpondant

A travers les questionnaires structurés pour collecter les données, deux catégories de répondant sont interviewées : d'une part, il y a les enquêtes ménages réalisées auprès de 235 ménages repartis sur les six communes, et d'autre part, le maire de chaque commune rurale ou son adjoint est également interviewé.

C. METHODOLOGIE

Les données primaires ont été recueillies via kobocollect pour être encodées sur un fichier Excel. Ces informations comprenaient le profil des répondants (âge, sexe, taille du ménage, nombre d'enfants fille et garçons, nombre d'enfants scolarisés ou non et revenu annuel), les perceptions des répondants sur la sécheresse, les impacts de la sécheresse sur le ménage, l'économie, la scolarisation des enfants et les différentes adaptations à la sécheresse.

Certaines parties des questions relatives aux impacts et aux adaptations étant ouvertes, une analyse thématique a été réalisée. Ces thèmes ont été approfondis afin d'identifier les aspects spécifiques de l'adaptation.

III. RESULTATS DE L'ETUDE DE CAS ET INTERPRETATIONS

A. PROFIL DES REpondANTS

Les personnes interrogées au cours de l'enquête avaient entre 18 et 83 ans et l'âge moyen est de 44,67 ans. La taille moyenne des ménages (6,27 membres) de l'échantillon était légèrement supérieure à la moyenne du district de 4,4 membres (INSTAT, 2020). Le taux d'analphabétisation des ménages de l'échantillon est de 0,11%. La majorité des ménages (95,7%) étaient les propriétaires de la maison où ils habitaient. La principale source de revenus des personnes interrogées était l'agriculture ; 64% des ménages interrogés avaient un revenu mensuel inférieur à 90.000MGA (soit à peu près 21\$). Le nombre moyen d'enfants filles et garçons entre 6 et 15 ans par ménage est de 2,68 enfants.

B. PERCEPTION DE LA SECHERESSE ET DE SA GRAVITE

96,63% des répondants déclarent avoir vécu au moins un épisode de sécheresse dans sa vie lors de l'enquête. Les causes de la sécheresse étaient attribuées par ordre d'importance des réponses à la déforestation, aux activités humaines, à la malédiction divine, au changement climatique et à des faits naturels. Cette perception de la cause de la sécheresse reliée à la déforestation, aux activités humaines et au changement climatique est en cohérence avec le contexte local. En effet, la déforestation est unanimement identifiée comme étant la principale métamorphose subie par les paysages au cours de ces dernières décennies et dont l'accélération depuis 2009 coïncide avec la datation de l'accentuation des perturbations climatiques (Broudic & Razafindrianilana, 2020). Les études effectuées sur l'évolution de la couverture forestière au niveau de la région Atsimo Andrefana font état d'un taux de déforestation annuel de l'ordre de 2,06 % par an entre 2005 à 2010 et 2,8% par an entre 2010 à 2013 (ONE, 2019 in Broudic & Razafindrianilana, 2020).

Dans la mémoire collective, 2022 est l'année de la dernière sécheresse vécue (72% des répondants), suivie par l'année 2021(19% des répondants) et l'année 2017 (5% des répondants) ce qui est cohérent avec la caractérisation de la sécheresse et l'historique de l'aléa du district de

Tuléar II, fondée sur la Programmation Saisonnière basée sur les Moyens d'Existence (PSME), qui est une analyse communautaire des grandes manifestations de la sécheresse et qui a servi à mettre à jour le plan de contingence de la région Atsimo Andrefana en 2022. La gravité de la sécheresse a été évaluée sur la base des opinions et des observations des personnes interrogées, classée, de forte à faible, en fonction des perceptions sur l'échelle de Likert. Sur une échelle de 1 à 5, dont 1 représente « pas du tout effrayé » et 5 « très effrayé », 41,7% des répondants se disent être très effrayés par la sécheresse, 49, 3% se situent à 4 sur l'échelle et 4% se situent à la troisième échelle. Toujours sur une échelle de Likert de 1 à 5 dont 1 signifie « pas du tout grave » et 5 « très grave », 35% des répondants ont évoqué la perspective d'une sécheresse éventuelle comme étant très grave, 59% situent la perspective à l'échelle 4 et 12% sur l'échelle 3. Un examen plus approfondi des perceptions des agriculteurs a montré que les sécheresses ont été récurrentes dans la zone d'étude et que très peu de pluies sont tombées depuis le cyclone Haruna en 2013 et Fundi en 2015. Une étude menée dans le cadre de l'adaptation au changement climatique de la population d'Atsimo andrefana par Broudic & Razafindrianilana (2020), a mis en avant des résultats de perception similaires. Selon les communautés locales rencontrées, les sécheresses qui frappent la région sont des événements cycliques. (Broudic & Razafindrianilana, 2020).

C. IMPACTS DE LA SECHERESSE

85,10% des répondants ont affirmé avoir subi des impacts en termes de conséquences négatives de la sécheresse. Dans l'ensemble, les données sur les ménages échantillonnés ont révélé que la sécheresse avait affecté deux des dimensions parmi les plus importantes du capital humain, à savoir l'économie et le social. En effet, en termes d'impacts de la sécheresse, les répondants ont notamment évoqué la baisse de la production et des rendements (de culture ou d'élevage) due aux manques de pluie et d'eau conduisant à l'indisponibilité des denrées alimentaires en qualité et quantité suffisantes, ce qui en augmente le prix et provoquant par la suite la flambée des prix des PPN.

Il s'ensuit ensuite un cercle vicieux de famine, de décapitalisation des avoirs, de maladies chroniques (cohérents avec la description de la vulnérabilité des population du grand sud du plan de contingence BNGRC, 2015), de déscolarisation des enfants (par manque de nourriture ou pour aider la famille à la subvention des besoins du ménages), dont un certain nombre finit par un abandon.

En effet, parmi les répondants, 42,96% déclarent que leurs enfants de 6 à 15 ans ont raté l'école au moins une fois dû aux manques de nourritures. La temporalité de l'absentéisme va de quelques jours jusqu'à rater toute l'année scolaire. 24,68% des répondants déclarent que 1 ou plusieurs de leurs enfants de 6 à 15 ans ont même définitivement quitté l'école, leur famille ayant été durement impactée par la sécheresse.

Pour pouvoir expliquer lesquels des paramètres pris en compte lors de l'enquête terrain et de la caractérisation de la sécheresse expliquent le mieux ce fait de déscolariser les enfants, nous avons choisi d'analyser les données sous R avec le Packages RandomForest. RandomForest (RF) est un algorithme de machine learning qui a été développé par Breiman (2001).

Il trouve à l'heure actuelle de nombreux domaines d'application tels que l'écologie (Brosteaux, 2005), l'agriculture (Cutler et al., 2007), la pédologie (Taibi et al., 2013), l'éducation et l'apprentissage (Sadiq & Sadiq, 2018; Spoon et al., 2016) la météorologie et le risque de sécheresse etc. (Tallieu et al., 2022). Parmi les performances des RF, la possibilité de s'affranchir du problème de multi-colinéarité et de la présence de données manquantes sont notamment mises en avant. Un grand avantage est en outre de pouvoir traiter à la fois des variables qualitatives et quantitatives (Taibi et al., 2013). L'objectif de l'étude par RF est de déterminer l'importance qu'ont les variables pour expliquer dans le cas présent, la variable abandon scolaire.

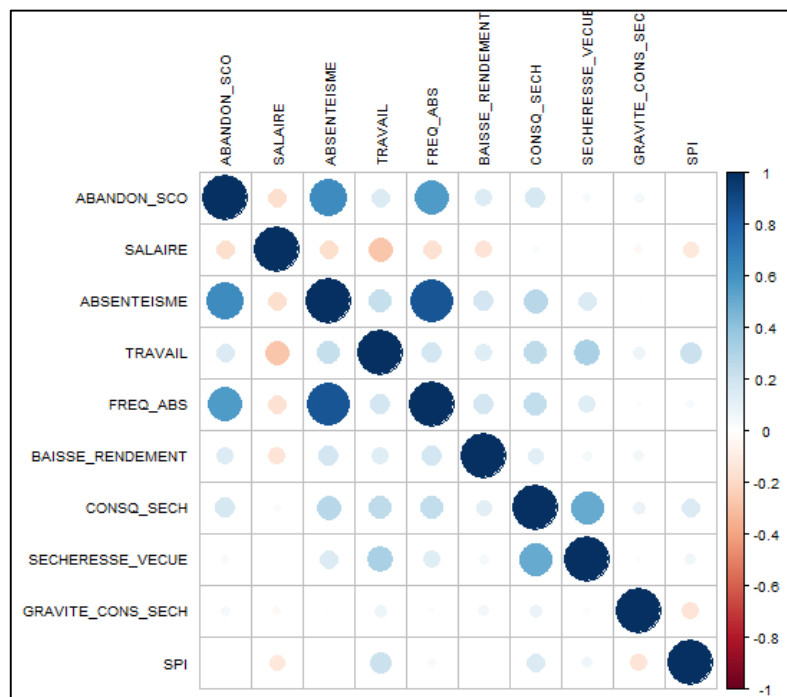


Figure 16 : Matrice de corrélation des variables d'enquête et de caractérisation de la sécheresse.

Dans cette optique, la corrélation des différentes variables a été préalablement étudiée pour réduire la redondance et de façon à pouvoir éviter le sur-apprentissage de RF. Outre ces faits, l'étude de la corrélation peut également aider dans l'interprétation des résultats du modèle et à mieux cerner les facteurs qui influencent les prédictions.

Selon le résultat du test de corrélation *Figure 16*, nous avons opté d'utiliser les variables SPI, travail, baisse de rendement, sécheresse vécue et gravité de la conséquence des sécheresses pour essayer de classifier la variable Abandon scolaire (Qui est ici la décision des parents d'arrêter la scolarisation de leurs enfants des suites des impacts de la sécheresse).

La *Table 9* nous montre que par l'exécution de l'algorithme RandomForest, celui-ci réalise une classification de la variable catégorielle à étudier. Le Out of Bag Error (OOB) de 23,08% traduit que 77,02% de la variable à expliquer est bien classifiée par le modèle.

Table 9 : Résultat d'exécution de l'algorithme RandomForest

```

Type of random forest: classification
Number of trees: 500
No. of variables tried at each split: 2

OOB estimate of error rate: 23.08%
Confusion matrix:
  1 2 class.error
1 157 0 0.0000000
2 48 3 0.9411765
    
```

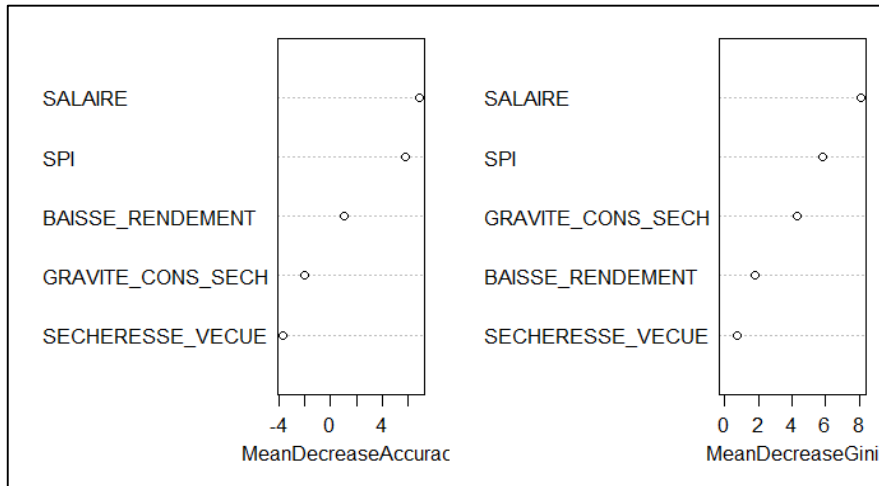


Figure 17 : Graphique de l'importance des variables (mean decrease accuracy and mean decrease Gini)

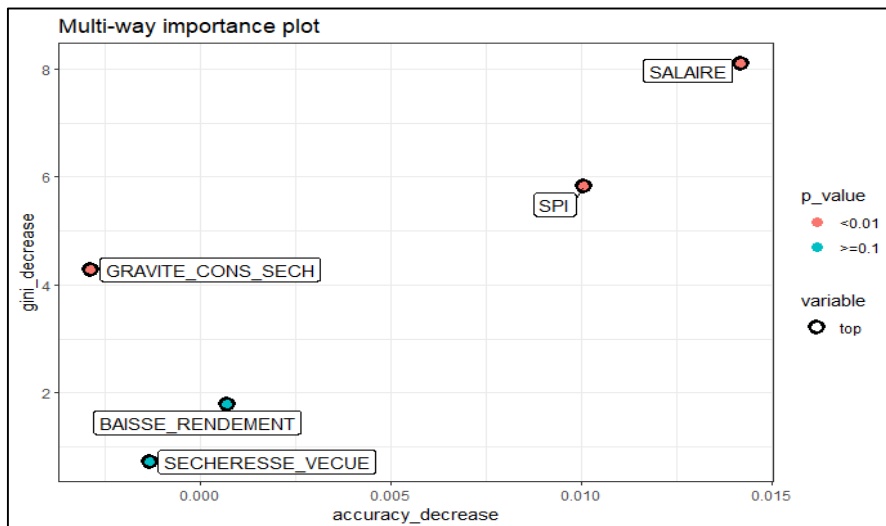


Figure 18 : Graphe d'importance à plusieurs voies.

Le graphique de la Figure 17 représente le résultat fondamental de RandomForest, qui montre, pour chaque variable, son importance dans la classification. Le graphique de la diminution moyenne de la précision (Mean Decrease Accuracy) exprime le degré de précision que le modèle perd en excluant chaque variable. Plus la précision diminue, plus la variable est importante pour la réussite de la classification. Les variables sont présentées par ordre décroissant d'importance. La diminution moyenne du coefficient de Gini (Mean Decrease


GINI) est une mesure de la contribution de chaque variable à l'homogénéité des nœuds et des feuilles de la forêt aléatoire résultante. Plus la valeur de la précision de la diminution moyenne est élevée, plus l'importance de la variable dans le modèle est grande.

Le graphe d'importance à plusieurs voies, *Figure 18* permettant de visualiser l'importance relative des différentes variables du modèle nous permet de distinguer très clairement que le fait que les parents enlèvent leurs enfants de l'école est expliqué par trois variables : le salaire, c'est-à-dire le niveau de revenu du ménage, le SPI qui est l'indice déterminant de la sécheresse et la gravité des conséquences des sécheresses que les ménages ont subies. Ces variables sont significatives à 1%.

Malgré le fait qu'une relation de causalité directe entre la sécheresse et l'abandon scolaire soit complexe à déterminer, le résultat de la classification ci-dessus nous permet cependant d'affirmer que la sécheresse, sa gravité et implicitement la façon dont les ménages vont y faire face, notamment leur capacité économique, sont déterminantes dans le fait de déscolariser les enfants par la suite.

Plusieurs hypothèses peuvent alors être émises :

- Due à la ressource économique limitée, les périodes de sécheresses prolongées peuvent entraîner une diminution des revenus pour les familles majoritairement agricoles, notamment en raison de la baisse de la production et des rendements agricoles. Les parents pourraient alors faire face à des difficultés financières auxquelles ils s'adaptent en déscolarisant l'enfant. A l'exemple de l'étude menée en par Deleigne (2009), la raison de la non scolarisation ou de la déscolarisation de plus du tiers des garçons d'âge scolaire concerne l'aide qu'ils apportaient au ménage (en main-d'œuvre ou en revenu), quand cette raison n'était évoquée que pour 16 % des fillettes dans la même situation.
- Migrations saisonnières : dans certaines communes ciblées par l'étude, telle que Miary ou Maromiandra, les familles à cause de la sécheresse sont contraintes de migrer temporairement vers d'autres endroits à la recherche d'opportunités économiques ou d'aide alimentaire. Ce qui va indubitablement entraîner une interruption des études des enfants.
- Travail des enfants : Pendant les périodes de sécheresse, les enfants peuvent être amenés à travailler dans les activités agricoles pour aider leur famille. Cela pourrait entraîner un absentéisme scolaire fréquent et éventuellement, un abandon scolaire si les enfants sont incapables de rattraper leur retard académique. Ces faits ont été par exemple observés à Andranohinaly et à Andranovory.



**DEUXIEME PARTIE :
GOUVERNANCE DU RISQUE,
CHOIX ET ANALYSE DES EXISTANTS POUR LA
MISE EN PLACE D'UN SYSTEME INTEGRE
D'ALERTE PRECOCE SECHERESSE
INSECURITE-ALIMENTAIRE EN MILIEU
SCOLAIRE**

GOVERNANCE DU RISQUE ET DISPOSITIFS DE GESTION DES RISQUES DE SECHERESSE A MADAGASCAR

I. APPROCHE METHODOLOGIQUE

Afin de réaliser cette seconde partie que l'on entame par la « Gouvernance du risque » nous avons réalisé une étude exploratoire. Une étude exploratoire est définie par Daudt, Van Mossel & Scott (2013) comme une étude qui « *vise à cartographier la littérature sur un sujet ou un domaine de recherche particulier et permet d'identifier les concepts clés, les lacunes de la recherche, ainsi que les types et les sources de données probantes pour éclairer la pratique, l'élaboration des politiques et de la recherche* ».

L'étude exploratoire a été menée afin de cartographier les existants à Madagascar en matière de gestion de la sécheresse et de l'insécurité alimentaire. Les cinq étapes suivantes ont été suivies afin d'obtenir les résultats détaillés de cette partie.

1. Identification de la question de recherche : pour pouvoir réaliser une étude exploratoire, il est important d'identifier une question de recherche qui puisse guider la stratégie de recherche. La question qui a servi de fil conducteur à la recherche a été : « Que sait-on de la gestion des risques de sécheresse à Madagascar ? »
2. Identification des études pertinentes : il s'agit ici de définir les études jugées pertinentes à inclure.
3. Sélection des études : sur la base de la définition des études pertinentes, les résultats de la recherche doivent être examinés pour sélectionner les études pertinentes pour la question de recherche. La sélection peut se faire tout d'abord en parcourant grossièrement les titres des études, puis en lisant les résumés des restantes à mesure que l'on se concentre sur l'objet de l'étude.
4. Représentation graphique des données : les études sélectionnées sont lues et les données et informations pertinentes sont extraites.
5. Rassembler, résumer et communiquer les résultats : les résultats de l'étude exploratoire sont présentés et donnent une vue d'ensemble du domaine étudié.

II. CADRES LEGAL ET INSTITUTIONNEL DE GESTION DES RISQUES ET DES CATASTROPHES

Des ajustements contextuel et structurel ont été à plusieurs reprises apportés au cadre institutionnel et au mécanisme légal de Gestion des Risques et des Catastrophes (GRC) à Madagascar. Ainsi, au fur et à mesure des expériences et des acquis, une certaine pratique de la GRC s'est institutionnalisée et affinée au fil du temps. Cette pratique, traduite en un dispositif légal et institutionnel complexe, où interviennent plusieurs institutions et organismes nationaux et internationaux, constitue actuellement le Cadre de la GRC de Madagascar. Aligné au cadre de Sendai, le dernier cadre juridique date de 2015 (le premier aligné au cadre de Hyogo date de 2003), suivant la Loi 2015-031 portant Politique Nationale de Gestion des Risques et des Catastrophes (République de Madagascar, 2016).

A. MECANISME INSTITUTIONNEL NATIONAL

La PNGRC a pour mission principale de « veiller à entretenir et raffermir la solidarité et la volonté des populations à faire face aux effets des risques et des catastrophes ». Cette PNGRC ordonne à ce que la gestion des risques et des catastrophes soit intégrée dans tout processus de planification et de développement. Accompagnée d'une Stratégie Nationale de Gestion des Risques et des Catastrophes (SNGRC), celle-ci regroupe « *les actions prioritaires à long terme qui visent à accroître la résilience de la population malagasy, de ses institutions et de ses Collectivités Territoriales face aux catastrophes en vue d'assurer à la population une condition de vie acceptable et sécurisée* ». Elle prévoit également « *des structures de gestion, des plans d'intervention et toutes autres mesures afin d'assurer, en toute situation, le maintien des conditions nécessaires au bien-être de la population, ainsi que sa préservation du point de vue de la vie humaine, du patrimoine et de l'environnement* » (République de Madagascar, 2016).

A cet effet, la structure de GRC comprend :

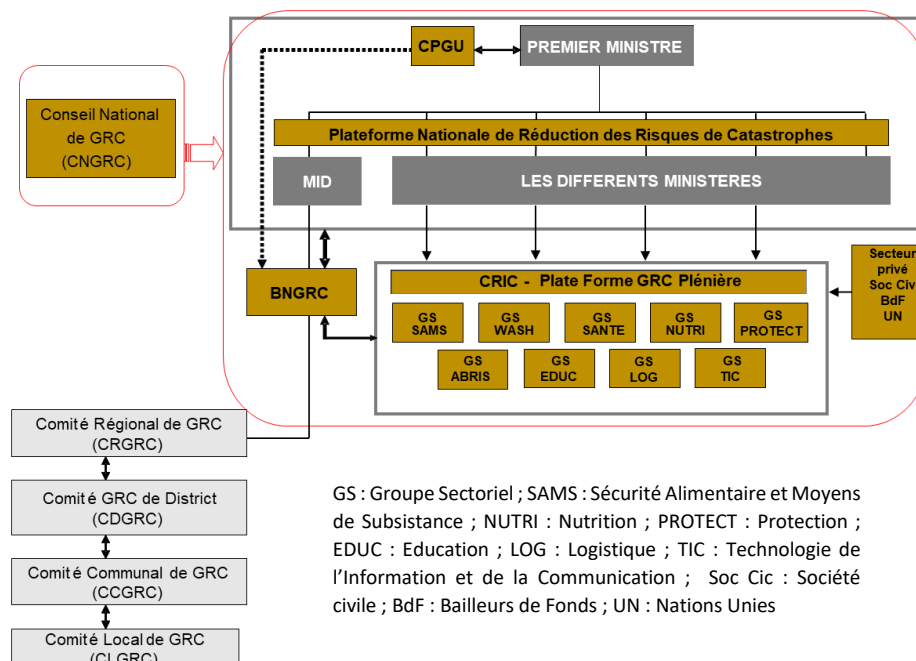


Figure 19: Mécanisme institutionnel de GRC à Madagascar, source : BNGRC 2023

- Un niveau stratégique qui assure « la conception, l'élaboration, la supervision et la mise à jour de la Stratégie Nationale de Gestion des Risques et des Catastrophes (SNGRC) et de son plan d'action ; la promotion de la Réduction de Risques de Catastrophes (RRC), dans les politiques sectorielles de développement à tous les niveaux ».
- Un niveau opérationnel qui s'occupe de « la coordination et la mise en œuvre de la SNGRC à travers l'élaboration des plans d'intervention et de leurs mises en œuvre, le suivi et l'évaluation des activités de ces différents plans d'intervention sur l'ensemble du territoire ».

Le niveau stratégique dont la représentation officielle, assurée par la Cellule de Prévention d'appui à la Gestion des Urgences (CPGU), est rattaché à la primature. Le niveau opérationnel quant à lui, est représenté par le Bureau National de Gestion des Risques et des Catastrophes

(BNGRC) qui, pour sa part, est rattaché au Ministère de l'Intérieur et de la Décentralisation. La PNGRC prévoit également l'existence des Comités de GRC au niveau des collectivités territoriales décentralisées jusqu'au Fokontany, qui est l'unité administrative locale la plus petite à Madagascar *Figure 19*.

B. MECANISME DU SYSTEME EDUCATIF

Depuis 2003, le Ministère de l'Education Nationale (MEN) dispose d'un service ad hoc de gestion des risques et des catastrophes (SGRC). Avec le changement d'organigramme en 2021 du ministère, celui-ci a été rattaché au niveau du Secrétariat Général s'il l'était auparavant à la Direction de la Planification de l'Education. Depuis 2020, des comités de GRC-Cellules de veilles ont été mis en place au niveau des 23 Directions Régionales de l'Education Nationale (DREN) et des 114 Circonscriptions Scolaires (CISCO), couvrant ainsi le système éducatif sur tout le territoire *Figure 20*. Chaque comité des services techniques déconcentrés du système éducatif représente ainsi le Groupe Sectoriel Education au niveau du district (CDGRC) ou de la région (CRGRC). La mise en place des clubs RRC-GRC scolaires est actuellement en pleine expansion.

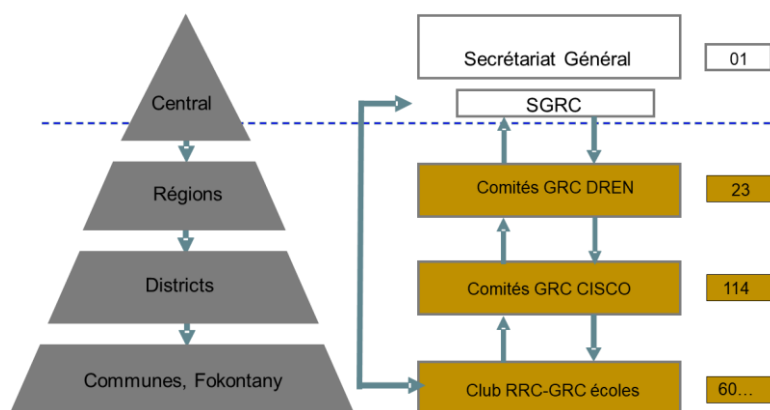


Figure 20 : Mécanisme institutionnel de GRC du système éducatif, SGRC-MEN 2023

Le Ministère de l'Education via le SGRC et ses différents démembrements au niveau des DREN et CISCO se trouvent également être le lead du Groupe Sectoriel Education (GSE), co-leadé par l'UNICEF *Figure 19*. Le GSE regroupe toutes les entités œuvrant en matière d'Education en Situation d'Urgence (ESU) à Madagascar (Systèmes des Nations Unies, ONG, Association etc.). Il a pour principale mission d'assurer la coordination, la prévention, la préparation pour une réponse et un relèvement précoce efficaces, stratégiques, adéquats et cohérents du système éducatif. Il mobilise et travaille en étroite collaboration avec tous les partenaires dont les organismes internationaux, nationaux, gouvernementaux, et non gouvernementaux pour gérer de façon stratégique les risques et les catastrophes du système éducatif.

En collaboration avec l'UNICEF, le MEN dispose également de 13 magasins de stockages installés au niveau des DREN et selon des axes stratégiques pour faciliter la desserte en matériaux divers de tous les établissements scolaires en cas de sinistre.

III. RESULTATS DE L'ETUDE EXPLORATOIRE SUR LES DISPOSITIFS DE GESTION DES RISQUES DE SECHERESSE - INSECURITE ALIMENTAIRE

Vaste territoire insulaire rythmé annuellement par les aléas hydrométéorologiques, Madagascar est régulièrement frappé par la sécheresse. Avec l'inondation et le cyclone tropical, celle-ci constitue un des aléas forts de la grande île. L'ampleur du phénomène est telle que depuis les années 80, à chaque décennie surviennent 2 événements de sécheresses et plus, accompagnés de disettes ou de famines *Annexe 2*. En guise de riposte, divers outils de gestion tels que plans, système d'alerte précoce et bulletin d'alerte ont été développés et améliorés au cours du temps et au fil des connaissances.

A. PLAN DE CONTINGENCE

La région Atsimo Andrefana dispose d'un plan de contingence sécheresse - insécurité alimentaire et nutritionnelle depuis 2013. La dernière mise à jour a eu lieu en 2022.

B. SAP ET BULLETINS DE SURVEILLANCE ET/OU DE SUIVI

1. *Insécurité alimentaire et nutritionnelle*

En 1996, un système d'alerte précoce qui a pour objectif d'éviter les crises alimentaires dans le Sud de Madagascar a été mise en place (ONN, 2010). Ayant souvent changé d'institution en charge depuis, le SAP insécurité alimentaire et nutritionnelle ne perdure pas au-delà de 2012 faute de soutien global (BNGRC, 2022).

En 2016, le cadre harmonisé de la sécurité alimentaire (IPC) fait également son entrée en scène. L'IPC est utilisé comme base de réponse à la malnutrition aiguë et à l'insécurité alimentaire aiguë, et les données de l'IPC sont utilisées pour signaler les populations ayant un besoin urgent d'assistance.

D'autres bulletins de surveillance et de suivi de la situation de la sécurité alimentaire et nutritionnelle sont encore disponibles tels que le bulletin de Système de Surveillance Nutritionnelle (SSN) du cluster Nutrition, ou encore le bulletin de suivi des prix et le bulletin des prix de FAO et de FewsNet. Hormis l'IPC qui est réalisé bisannuellement, tous les bulletins ont des temporalités d'information, de surveillance ou de suivi mensuelles.

2. *Sécheresse*

En octobre 2018, l'UNICEF lance le Système de Monitoring de la Sécheresse (SMS). Il s'agit d'un bulletin mensuel de suivi de la situation du grand sud de Madagascar par rapport à la sécheresse. SMS a surtout pour vocation de détecter précocement les impacts de la sécheresse tels que les risques de tarissement et de salinisation des eaux souterraines pour fournir des alertes rapides de prévention des potentielles déficiences d'eau et la famine.

3. *Sécheresse et insécurité alimentaire*

Vers la fin de 2021, le BNGRC sort le premier bulletin du SAP sécheresse – insécurité alimentaire qui est un bulletin trimestriel. Malheureusement, seul ce premier numéro est paru. A la même période, le bulletin conjoint de Sécurité alimentaire et nutritionnelle trouve également le jour, mais il n'y a également que quelques numéros qui paraissent.

CHOIX DES INDICATEURS ET DU SYSTEME D'ALERTE

I. DEMARCHE METHODOLOGIQUE

Lors de la conception d'un système d'alerte précoce consacré à un risque donné, il est recommandé de toujours exploiter les systèmes déjà disponibles ou de s'en inspirer (WFP, 2021). Comme Madagascar ne dispose pas d'un système national d'alerte précoce sécheresse-insécurité alimentaire solidement institutionnalisé à l'heure actuelle, nous devons dans ce cas en proposer un, capitalisation les différents acquis et inspiré des innovations actuelles en matière d'anticipation des risques.

Le résultat ainsi obtenu mis en lien avec la problématique de la déscolarisation des enfants nous fournira le système intégré d'alerte précoce sécheresse-insécurité alimentaire en milieu scolaire.

II. RESULTATS DE L'ANALYSE DES INDICATEURS

A. BULLETINS DE VEILLE ET D'ALERTE

Un grand nombre de bulletins est produit par les différentes entités étatiques et humanitaires chaque année, riches en informations et fournis en indicateurs divers. Mais le principal challenge pour ces bulletins ne réside pas dans les informations qu'ils pourraient fournir. Le défi est plutôt, comme nous pouvons le constater dans la *Table 10* d'analyse ci-dessous, de maintenir un rythme régulier de période de couverture et de parution, de façon à fournir à temps les informations pertinentes aux utilisateurs.

Ces conditions sont en effet essentielles au fonctionnement d'un bon système d'alerte précoce car de leur disponibilité en temps opportun et selon la conjoncture va dépendre tout le processus éventuel d'alerte en cas d'anomalies et de risques avérés. Dans cette optique, nous avons donc choisi de considérer les variables qui sont constantes en termes de disponibilité, de périodes de couverture et de parution à savoir, le NDVI, l'indice des Prix et l'indice IPC du cadre intégré de la sécurité alimentaire telles qu'illustrées par la *Figure 21*.

B. PLAN DE CONTINGENCE

Pour le plan de contingence sécheresse insécurité alimentaire et nutritionnelle de 2013 d'Atsimo Andrefana, l'on retiendra :

- La fenêtre de suivi des indicateurs pluviométriques ;
- La fenêtre de suivi des indicateurs agricoles et de prix ;
- Les indicateurs d'alerte météorologique.

Pour ce qui concerne le plan de contingence sécheresse mis à jour en 2022 nous retiendrons l'introduction du concept de Household Economy Analysis (HEA) dans la différenciation des niveaux de vulnérabilité des populations selon les zones de moyens de subsistance.

C. LIENS AVEC LES INDICATEURS DU SYSTEME EDUCATIF

En raison de l'insécurité alimentaire et nutritionnelle aigüe et de la perte des moyens de subsistance des ménages dans un contexte de pauvreté croissante, le risque de décrochage et d'abandon pour les enfants scolarisés figure parmi les plus élevés. Suivant l'Annuaire Statistique du MEN de l'année scolaire 2020 - 2021, le taux d'abandon au primaire pour la région d'Atsimo Andrefana est de 28,9% contre une valeur de 23,0% au niveau national.

Selon l'analyse multisectorielle qui a été menée en juillet 2016 par le groupe sectoriel Sécurité Alimentaire et Moyens de Subsistance, jusqu'à 33% des ménages interviewés ont rapporté avoir été contraints de retirer leurs enfants de l'école, fait qui est conforté par le résultat de l'enquête que nous avons menée.

Ne pas adresser cet abandon scolaire, nuirait au taux d'achèvement et de rétention scolaire, constituant des grands indicateurs de l'Objectif de Développement Durable n°4 qui est d'assurer l'accès de tous à une éducation de qualité et promouvoir les apprentissages tout au long de la vie. Ne pas adresser cet abandon scolaire risque de compromettre les efforts réalisés et les résultats obtenus en matière d'éducation pour plusieurs années. D'autant plus que la réintégration d'un enfant qui a quitté l'école est toujours difficile.

En parallèle, tel que constaté au cours de l'enquête terrain et vérifié par le test de corrélation des paramètres d'enquête, l'absentéisme et l'abandon scolaire sont positivement corrélés. Cela signifie que plus des situations de sécheresse et d'insuffisance alimentaire se présentent, plus les élèves des ménages ne disposant pas de ressources suffisantes s'absentent et plus les risques d'abandon scolaire augmentent.

En termes de système d'alerte précoce qui est l'actuel sujet, arriver à mitiger les conséquences et impacts des sécheresses donc équivaut à mitiger l'absentéisme et l'abandon scolaire et favoriserait la rétention et l'achèvement représentant notre objectif ultime.

III. CHOIX DU SYSTEME D'ALERTE PRECOCE

A. EN QUOI CONSISTE LE SYSTEME D'ALERTE PRECOCE ?

Un système d'alerte précoce est un outil de surveillance conçu pour assembler des données concluantes sur l'évolution et les impacts éventuels de phénomènes dangereux. Il a pour visée d'aider à la prise de décisions en se basant sur des informations facilement et régulièrement accessibles, tirées de différentes sources (WFP, 2021).

Quatre phases majeures constituent le SAP :

1. La connaissance et l'analyse des risques :
 - La probabilité d'occurrence de l'aléa
 - Le degré de vulnérabilité et d'exposition de la population
2. Surveillance et alerte :
 - Observation et analyse des indicateurs
 - Déclenchement de l'alerte
3. Capacité de riposte :
 - Plan d'urgence
 - Pratique d'exercice de simulation
 - Ressources disponibles
4. Dissémination et communication :
 - Accès et compréhension de l'information
 - Action.

B. SYSTEME INSPIRE DES FINANCEMENTS/ACTIONS BASES SUR L'ANTICIPATION

La pire des situations lorsque l'on est face à une catastrophe imminente, est que l'on se retrouve démuni. L'on ne sait pas forcément quand, comment et quelles activités entreprendre. Ce qui

se traduit généralement par une situation d'urgence au cours de laquelle, l'argent et les moyens font défaut. On ne réagit le plus souvent qu'une fois la catastrophe arrivée, induisant par la suite des coûts financiers de gestion plus élevés et malheureusement beaucoup plus également de pertes matérielles et humaines. La réponse à une catastrophe de ce fait ne s'improvise pas et des mécanismes de réponses anticipées sont nécessaires pour être efficaces, efficaces et durables. Et au regard des difficultés d'une réponse classique aux catastrophes naturelles, réduire les risques est la meilleure approche.

La réduction des risques de catastrophes (RRC) comprend l'ensemble des préventions, des préparations et des mitigations développées avant la venue d'une catastrophe. Et les actions basées sur les prévisions sont un exemple parfait pour illustrer une approche au service de la réduction des risques de catastrophes. Le système d'alerte qui serait proposé plus bas en est largement inspiré.

Le système que l'on prévoit de mettre en place est alors un système intégré d'alerte et d'actions précoces (SIAAP) en sécheresse-insécurité alimentaire. Il s'agit d'un dispositif créé, mis en place et opérationnalisé afin de suivre et identifier tout écart inhabituel par rapport à la normalité en alertant à temps sur les problèmes potentiels. Il est basé sur une approche d'anticipation et de prévention des risques (Bengtsson, 2018). L'objectif est d'exploiter la fenêtre de temps entre le moment où l'on prend connaissance de l'avertissement de la survenue prochaine d'une catastrophe et son passage potentiel afin de mener des actions précoces et anticipatoires permettant aux populations de faire face à l'événement à venir, sans les subir mais avoir plutôt les moyens de protéger leur vie et leur moyen d'existence (OCHA, 2022).

C. INSERTION DU SYSTEME EN MILIEU SCOLAIRE

Il est primordial de ne pas perdre de vue qu'à terme, ce sont en particulier des enfants et à plus grande échelle, des femmes et des hommes qui subissent les crises et que les plus vulnérables doivent être protégés. On rejoint ici trois concepts également fondamentaux, indissociables des SAP :

- La connaissance des milieux concernés : une connaissance précise et complète des éléments constitutifs des zones d'intervention - économie, société, infrastructures, environnement etc...- est indispensable pour agir au mieux et pour relier les SAP à des éléments locaux concrets et pérennes ;
- Un ciblage adéquat : élément corollaire au précédent, le « ciblage » constitue un maillon essentiel dont la qualité et la transparence doivent être irréprochables pour identifier les établissements scolaires à toucher en priorité ;
- La prise en charge des plus nécessiteux : parmi les concernés, certains élèves (ménages) sont chroniquement plus vulnérables que d'autres et que, de fait, un simple appui ponctuel répondant à une crise également momentanée ne suffit pas à les sécuriser durablement, le renforcement de la résilience des élèves et des établissements scolaires doit également être pensé.

IV. DE LA RESISTANCE A LA RESILIENCE DES ETABLISSEMENTS SCOLAIRES : LES POSSIBILITES AVEC LA MISE EN PLACE DU SIAAP ?

A. LE CADRE CONCEPTUEL DE LA RESILIENCE

Selon Randriamiandrisoa (2014), la résilience s'apparenterait à un processus dans lequel la résistance ne serait qu'une étape franchie par un dépassement du choc subi et « *un rebond qui permet de voguer vers un autre socialement acceptable* » (Koffi, 2013, p.130 in Randriamiandrisoa, 2014). Une distinction entre la résistance et la résilience est ainsi faite, en situant la résistance comme une zone entre le seuil à partir duquel la résilience est possible et celui en-deçà duquel, la déchéance de l'individu est inévitable.

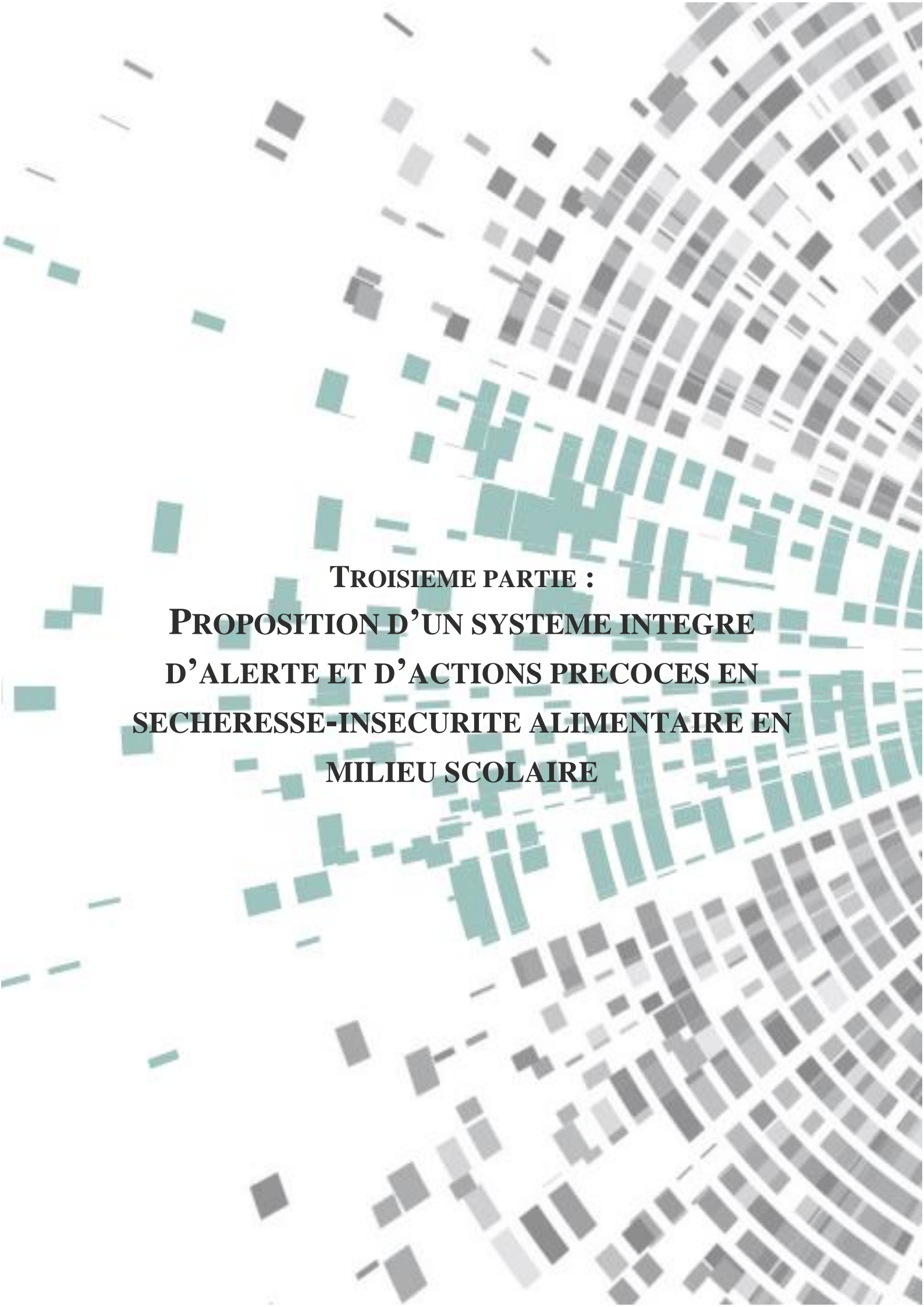
Le seuil de déchéance correspond au seuil en-deçà duquel un ménage par exemple se trouve dans la zone de survie où sont adoptés des mécanismes d'adaptations négatives provoquant un cercle vicieux pour le bien-être des ménages : décapitalisation, exercice d'activités à faible rémunération, déscolarisation des enfants, etc. Dans l'ensemble, l'adoption de stratégies qui, ne leur permettant plus de sortir de la zone de survie, tendent à contrario à les y maintenir (Lallau, 2012). Le seuil de résilience est pour sa part celui à partir duquel les ménages peuvent procéder à une dynamique positive et autonome d'amélioration de leur bien-être (Lallau, 2012). La zone de résistance est de ce fait une zone dans laquelle les ménages ne tombent pas encore dans une situation associée à des stratégies provoquant un cercle vicieux de déchéance, mais ne leur assurerait pas non plus le développement de stratégies d'autonomisation permettant d'améliorer leur bien-être. Partant de ce concept, deux dynamiques sont imaginées par Randriamiandrisoa (2014).

Dans la dynamique 1, le ménage est éprouvé par un choc 1 qui le conduisant en dessous du seuil de résilience, mais ne franchit pas cependant le seuil de déchéance ce qui a pour résultat de le maintenir dans la pauvreté. Dans la dynamique 2, après le choc 1, le ménage profite d'une intervention extérieure qui l'aide à faire face au choc et de se situer dans la résilience. Il subit par la suite un choc 2 qu'il affronte sans aide. L'intérêt de cette seconde dynamique est de démontrer que même en subissant une déformation de son bien-être suite au second choc il est capable de résister au second choc et en ce sens où il peut reprendre une trajectoire de résilience. La résistance renvoie à une notion de déformation sans rupture, qu'elle soit définitive (tel le cas de la dynamique 1) ou temporaire (comme l'illustre la dynamique 2).

B. COMMENT RENFORCER LA RESILIENCE DES ETABLISSEMENTS SCOLAIRES ?

Donner l'accent à la résilience admet de renforcer l'autonomie de la communauté éducative plutôt que se concentrer sur leur vulnérabilité ou leurs besoins en situation d'urgence, afin qu'elle puisse au moment opportun, utiliser leurs propres ressources et affronter les chocs et stress par leur propre capacité. Plus loin encore, la résilience aux catastrophes et au changement climatique constitue une approche intégrée et pluridisciplinaire qui permettrait de renforcer le lien entre réponses aux urgences et perspectives à long terme.

L'optique pour les établissements scolaires est d'allier réduction des risques de catastrophes et l'adaptation au changement climatique, la gestion équitable des ressources et la protection sociale pour prévenir les risques de sécheresse - insécurité alimentaire au travers des actions d'anticipation. Ces thématiques seront traitées et mises en œuvre au moyen de l'approche club RRC-GRC scolaire qui toucherait en premier les élèves, mais qui pourrait se répandre dans la communauté.



**TROISIEME PARTIE :
PROPOSITION D'UN SYSTEME INTEGRE
D'ALERTE ET D' ACTIONS PRECOCES EN
SECHERESSE-INSECURITE ALIMENTAIRE EN
MILIEU SCOLAIRE**

PROPOSITION D'UN SYSTEME INTEGRE D'ALERTE ET D' ACTIONS PRECOCES EN SECHERESSE - INSECURITE ALIMENTAIRE EN MILIEU SCOLAIRE

Tel qu'annoncé un peu plus haut, le système intégré d'alerte précoce ci-proposé a été largement inspiré des actions basées sur l'anticipation. Néanmoins, les 4 bases d'un SAP traditionnel sont considérées durant toutes les phases opératoires.

I. METHODOLOGIE

Le cadre méthodologique que nous avons adopté pour la proposition du système intégré d'alerte et d'actions précoces repose sur quatre étapes principales :

1. Caractérisation du risque : portée de l'aléa, probabilité et impact ;
2. Spécification du système d'alerte précoce ;
3. Détermination des actions d'anticipation ;
4. Elaboration du plan d'action d'anticipation.

II. CARACTERISATION DU RISQUE DE SECHERESSE-INSECURITE ALIMENTAIRE DU DISTRICT DE TULEAR II

Afin que le système intégré d'alerte et d'actions précoces en sécheresse-insécurité alimentaire en milieu scolaire puisse au mieux être spécifié, la connaissance du risque est incontournable.

A. PORTEE DE L'ALEA

1. *Facteur d'exposition à la sécheresse*

Même avec une population dont les moyens de subsistance sont majoritairement agropastoraux, ce n'est pas la rareté des pluies qui constitue le réel danger pour l'agriculteur : son système de culture a été adapté en fonction de cette contrainte. Le maïs a un cycle végétatif particulièrement court, le manioc peut être gardé en terre pour constituer une plante anti-famine et, si elle n'est pas trop longue, les réserves de vivres permettent de survivre à une pénurie. Le danger vient de l'extrême variabilité des précipitations, obligeant le paysan à des semis répétés qui souvent épuisent son stock de semences (Bidou & Droy, 2007).

2. *Facteur d'exposition à l'insécurité alimentaire*

Aux contextes de la variabilité climatique et des semis répétés découlent des récoltes n'arrivant à couvrir qu'une faible partie des besoins alimentaires familiaux. Or, leurs revenus sont très faibles. Ce qui expose toute une masse et surtout les plus vulnérables au risque d'insécurité alimentaire (Bidou & Droy, 2007).

La première condition d'accès en effet est que la nourriture soit disponible, soit par la production familiale, soit sur les marchés, y compris dans les zones fortement enclavées. Et si l'offre existe, il faut que les ménages puissent y avoir accès et à un prix compatible avec leurs revenus monétaires. Soulevant ainsi la question de l'importance de la capacité des ménages à dégager des ressources et des revenus suffisants. Ce qui nous amène à l'intérêt de la connaissance des moyens d'existence des individus ou des groupes sociaux dont le type ou

Table 11: Baseline d'évaluation et revenus des ménages par groupes socio-économiques

Zone de moyens de subsistance	Groupe	Baseline	Proportion (%)	Revenus (MGA/an)
MG20	Très pauvre	2019	35	1 255 000
	Pauvre		30	2 459 000
	Moyen		20	3 375 600
	Nanti		15	6 360 000
MG23	Très pauvre	2018	44	505 300
	Pauvre		31	757 500
	Moyen		18	1 357 975
	Nanti		7	3 393 625
MG27	Très pauvre	2019	41	1 802 200
	Pauvre		30	2 034 200
	Moyen		22	2 282 000
	Nanti		7	5 656 000

Communes de Miary, Maromiandra, Belalanda, Andranovory et Andranohinaly

Les communes de Miary, Maromiandra, Belalanda, Andranovory et Andranohinaly se trouvent dans la zone de subsistance MG20. La population vit de la production rizicole et de manioc et a des productions excédentaires dans les années moyennes et bonnes. Les cultures maraichères sont pratiquées pour la plupart par des organisations paysannes féminines. La répartition des ménages en groupes socio-économiques est la suivante :

Table 12 : Répartition des ménages des communes de Miary, Maromiandra, Belalanda, Andranovory et Andranohinaly se trouvant en zone MG20

	Proportion	Miary	Maromiandra	Belalanda	Andranohinaly	Andranovory
Très pauvres	35%	734,30	1194,2	1 499,40	578,55	1 437,80
Pauvres	30%	629,40	1023,6	1 285,20	495,90	1 232,40
Moyens	20%	419,60	682,4	856,80	330,60	821,60
Nantis	15%	314,70	511,8	642,60	247,95	616,20

Les ménages très pauvres consacrent 70% de leurs revenus monétaires, contre 61% pour les pauvres, 31% pour les ménages moyens et 0% pour les plus aisés à alimentation de base. Les dépenses de santé et d'éducation représentent 4% des dépenses pour les très pauvres, 6% pour les pauvres, 7% pour les moyens et 10% pour les nantis. Dans l'ensemble, un ménage nanti est en mesure de dépenser plus de 2,5 fois en santé et éducation qu'un ménage moyen, presque 5 fois plus qu'un ménage pauvre et 8 fois plus qu'un ménage très pauvre.

En termes d'adaptation, d'août à octobre, lorsqu'ils n'ont pas besoin de travailler dans leurs propres champs, les ménages pauvres migrent généralement vers les fokontany qui produisent du riz irrigué pour y travailler. Ils augmentent également avec les ménages moyens leur production et commercialisation de bois de chauffe, une fois que l'argent et la nourriture provenant de la récolte de riz sont épuisés.

La commune de Saint-Augustin

Les fokontany de Saint-Augustin se répartissent dans deux zones de moyens de subsistance : MG23 et MG27.

Les fokontany Ambatobe, Marobika, Ambohibory, Ankerereaka, Manoroka et Fenoarivo se trouvent en zone MG23. La population vit principalement de la culture du manioc, de maïs, de légumineuses, d'arachides, de patates douces ainsi que de quelques cultures maraîchères localisées. La cueillette de tubercules et de fruits sauvages contribue de manière significative au régime alimentaire et aux revenus des ménages pauvres.

Table 13 : Répartition des ménages des fokontany de Saint-Augustin de la zone MG23 par classes socio-économiques

	Proportion	Ambatobe	Marobika	Ambohibory	Ankerereaka	Manoroka	Fenoarivo
Très pauvres	44%	50	52	51	157	231	61
Pauvres	31%	36,9	37,8	37,2	114,6	169,2	44,7
Moyens	18%	27,06	27,72	27,28	84,04	124,08	32,78
Nantis	7%	8,61	8,82	8,68	26,74	39,48	10,43

Au total, les aliments de base représentent 40% des revenus annuels des ménages très pauvres et 51% de ceux des pauvres. Ils s'élèvent à 30% des revenus annuels des ménages moyens et à 28% des dépenses des ménages plus aisés. Les dépenses de santé et d'éducation représentent 12% des dépenses pour les très pauvres, 10% pour les pauvres, 8% pour les moyens et 5% pour les nantis. Quand l'alimentation scolaire est proposée, elle contribue à environ 13% des besoins alimentaires annuels des ménages très pauvres et pauvres. L'aide alimentaire d'urgence a contribué à environ 7% des besoins alimentaires des ménages pauvres et très pauvres au cours de la saison 2016-2017.

Les adaptations se traduisent pour les ménages très pauvres et pauvres par l'augmentation de la consommation et de la vente des tubercules et fruits sauvages, jusqu'à vendre les actifs productifs et domestiques, constituant la mesure de dernier recours. Les ménages moyens et nantis pour s'adapter, augmentent les ventes de bétails et ont en commun avec les très pauvres et pauvres l'augmentation de la vente de bois de chauffe et de charbon de bois ainsi que la consommation d'aliments et de fruits sauvages.

En période de stress sévère, les dépenses liées aux semences, à la santé et à l'éducation sont réduites au minimum pour permettre d'augmenter les dépenses alimentaires.

Les fokontany de Lovokampy, Lavenombato, Tanandava, Iantsonono, Ampasinihita, Sarodrano et Ankilibe se retrouvent en zone MG27. La population vit de la pêche en mer, de l'agriculture et de l'élevage. La cueillette des fruits de cactus complète les sources de nourriture surtout en période d'insécurité alimentaire prononcée. La possession de bétails est plus importante lorsque le groupe socioéconomique est riche.

Table 14 : Répartition des ménages des fokontany de Saint-Augustin de la zone MG27 par classes socio-économiques

	Proportion	Lovokampy	Lavenombato	Tanandava	Iantsonono	Ampasinihita	Sarodrano	Ankilibe
Très pauvres	41%	91,02	78,72	188,19	212,79	96,35	210,74	350,96
Pauvres	30%	66,6	57,6	137,7	155,7	70,5	154,2	256,8
Moyens	22%	48,84	42,24	100,98	114,18	51,7	113,08	188,32
Nantis	7%	15,54	13,44	32,13	36,33	16,45	35,98	59,92

Plus de cinq ans de déficit pluviométrique ont eu pour conséquence une récolte quasi inexistante dans la zone de moyen d'existence MG27. La nourriture présente sur les marchés provient de l'extérieur de cette zone. Ceci dit, la principale source de nourriture des ménages se fait par achat, viennent ensuite les aides alimentaires et la cueillette (BNGRC, 2022).

En termes de dépenses, les ménages très pauvres dépensent jusqu'à 68% de leurs revenus contre 61% pour les pauvres, 56% pour les moyens et 25% pour les nantis en nourritures de base. Les classes très pauvres, pauvres et moyennes consacrent une proportion plus élevée de leurs revenus pour les dépenses en santé et en éducation, soit entre 8 à 10%, contre une proportion faible de 2% pour les nantis. Toutefois, ce montant est 1,20 fois plus élevé que celui des moyens et deux fois plus élevé que celui des pauvres et des plus pauvres.

En ce qui concerne les stratégies d'adaptation, le fait le plus marquant est la réduction/suppression de la consommation de riz et de maïs et l'augmentation de la consommation de produits vivriers, en l'occurrence le manioc, par les plus pauvres et les pauvres. Ils augmentent aussi la consommation des produits de cueillette qui peut durer plusieurs mois. Les ménages très pauvres et pauvres s'appuient beaucoup sur les aides alimentaires pour combler leurs besoins. La décapitalisation par la vente des actifs fait partie des stratégies adoptées par les ménages en cas de choc. L'adoption de cette stratégie est moins caractéristique pour les plus pauvres mais plus marquée pour les autres groupes. L'augmentation de la vente de petits ruminants et des volailles est la plus appliquée, mais en cas de choc plus conséquent, les moyens et les riches procèdent aux ventes des bovins.

B. EVALUATION DES PROBABILITES

1. *Probabilité d'occurrence*

Les *Figure 23* et *Figure 24* illustrent la répartition de déficits de pluviométrie par intensité et par nombre d'occurrence au cours d'une année et couvrant toute la période de 1990 à 2022 de la zoné étudiée. Nous pouvons constater que quasiment chaque année, d'octobre 1990 à décembre 2022, des états déficitaires sont observés allant de classes de sécheresse proche de la normale à extrêmement sèche que ce soit pour le SPI3 ou le SPI6. A partir de l'année 2012, des sécheresses sévères à extrêmes arrivent une année sur deux pour le SPI3 et à partir de 2016 pour le SPI6 si les derniers épisodes ont eu lieu en 1992.

2. *Fréquence de la sécheresse*

Pour apprécier la probabilité d'occurrence des diverses classes au cours de la période d'observation, les fréquences de chaque catégorie ont été calculées et sont données par les *Figure 25* et *Figure 26* ci-dessous. Sous SPI3, une sécheresse extrême peut survenir 3 fois en 33 ans, une sécheresse de classe sévère 7 fois en 33 ans tandis qu'une sécheresse modérée peut survenir 18 fois en 33 ans. Sous SPI6, une sécheresse extrême peut survenir 2 fois en 33 ans, une sécheresse sévère neuf fois et une sécheresse modérée 21 fois en 33 dans la zone d'étude.

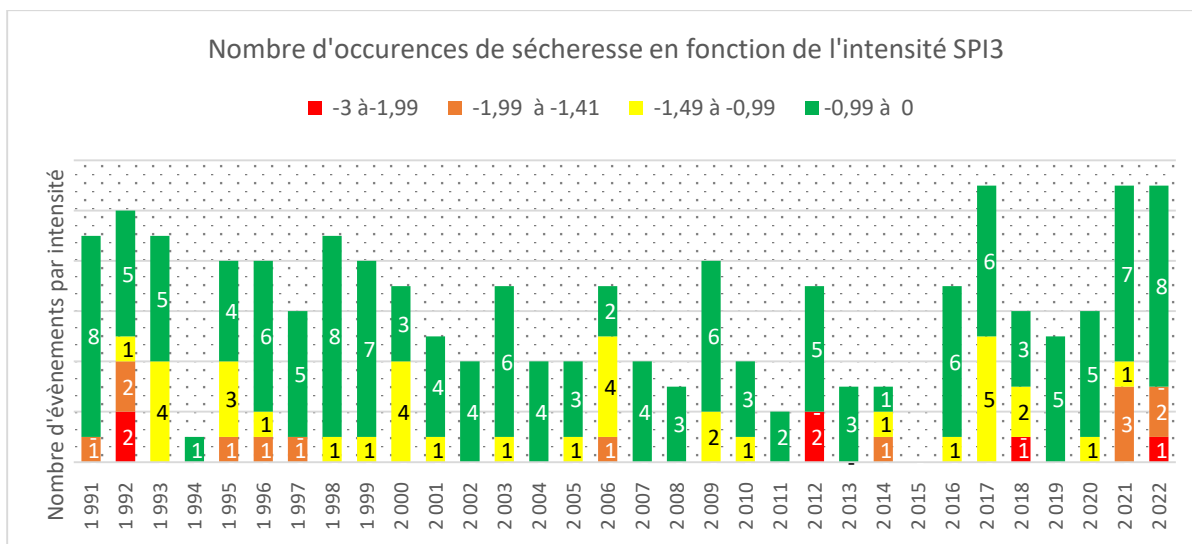


Figure 23 : Distribution des évènements de sécheresse basée sur SPI3

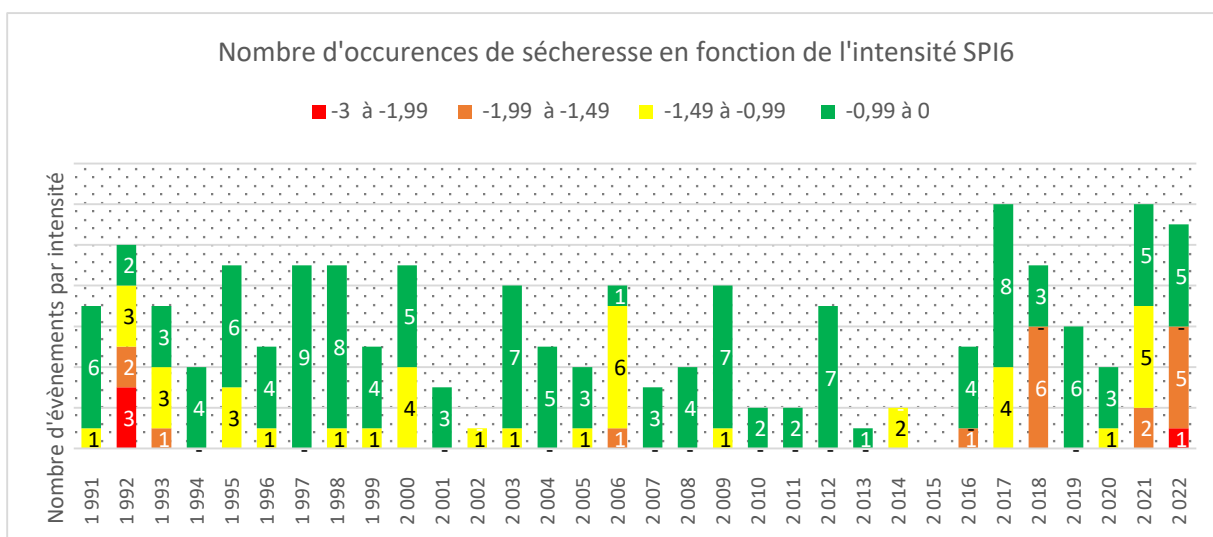


Figure 24 : Distribution des évènements de sécheresse basée sur SPI6

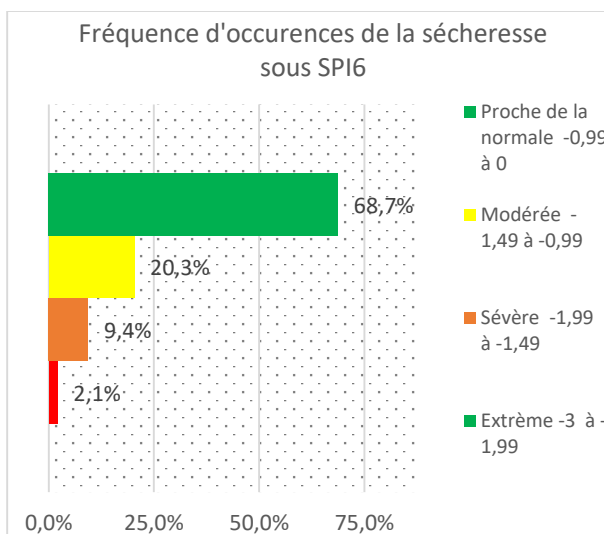
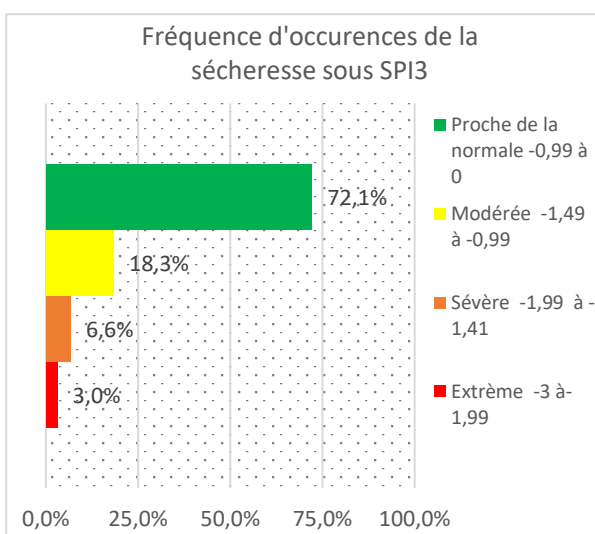


Figure 25 et Figure 26 : Fréquence des catégories de sécheresse de 1990 à 2022

3. Impacts

La caractérisation de la sécheresse du district de Tuléar II nous a permis d'avoir la carte des risques à travers l'indice DRI. Grâce à cet indice, nous pouvons notamment classer les fokontany qui constituent les communes de la zone d'étude selon des niveaux de risques de sécheresse allant de faible à sévère, auxquels ils sont exposés.

De la même façon, les établissements scolaires se trouvant dans les fokontany peuvent être classés selon leur exposition au risque de sécheresse telle que montrée par *Figure 27*. Grâce à la base de données des établissements scolaires, nous pouvons spécifiquement identifier leurs occupants par classe, sexe et selon leur zone de moyen de subsistance, en fonction de leur vulnérabilité.

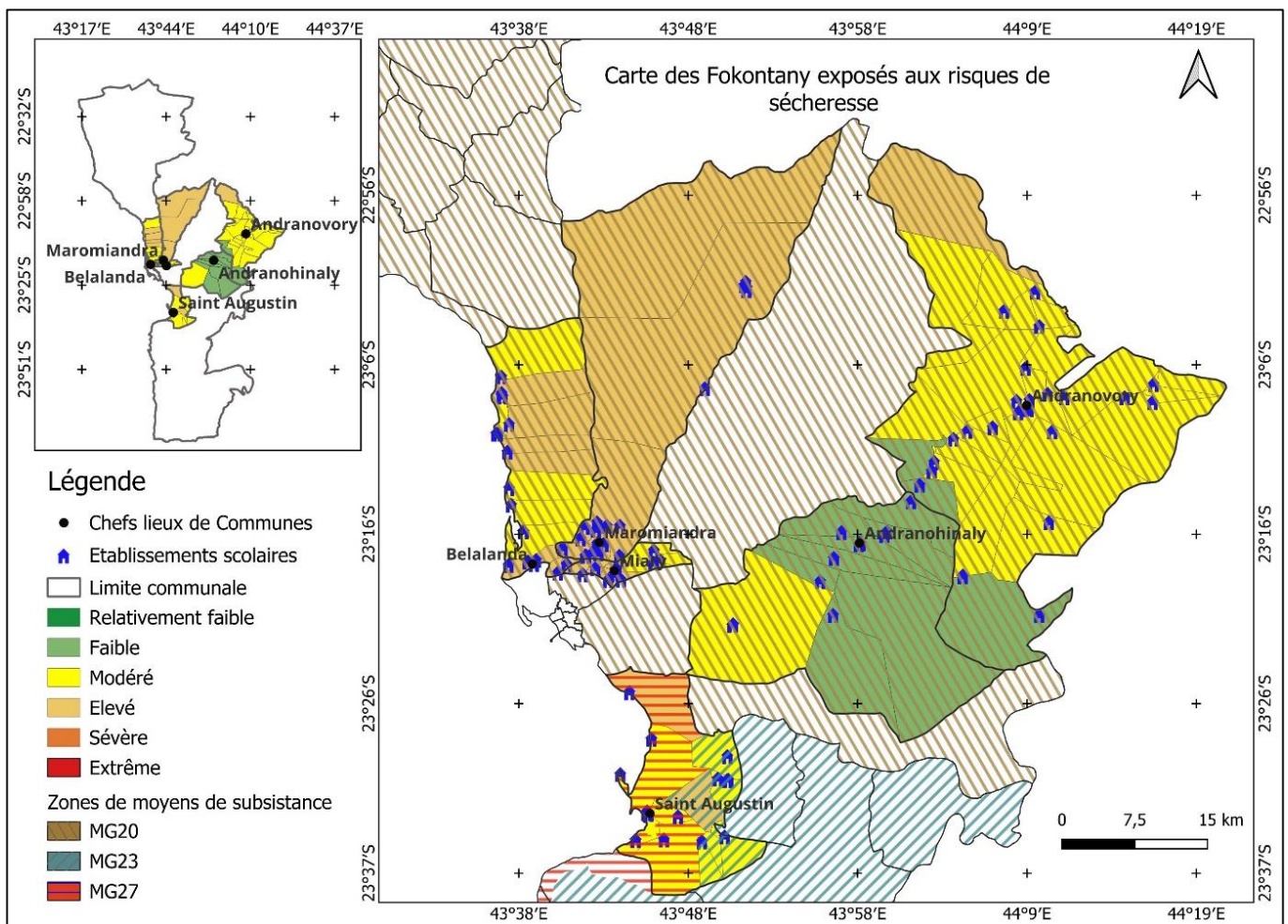


Figure 27 : Carte des Fokontany et des établissements scolaires exposés aux risques de sécheresse

4. Scénarii

La *Table 15* nous donne la cartographie des élèves par établissement scolaire et par fokontany exposés au risque d'insécurité alimentaire. Grâce à la lecture croisée des niveaux de risques et de la classification des zones de moyens de subsistance, nous pouvons constater que près de 7330 filles et 6630 garçons, répartis dans 70 écoles primaires publiques se retrouvent exposés et seront potentiellement impactés par la sécheresse allant d'intensité faible à sévère selon la

carte des indices de risques de sécheresse et en fonction de l'intensité des indices qui sont observés.

Table 15 : Elèves par sexe et par établissement scolaire exposés aux risques de sécheresse et à ses impacts dont l'insécurité alimentaire

	Fille issue de ménage très pauvre	Fille issue de ménage pauvre	Fille issue de ménage moyen	Fille issue de ménage nanti	Garçon issu de ménage très pauvre	Garçon issu de ménage pauvre	Garçon issu de ménage moyen	Garçon issu de ménage nanti	Total Fille	Total Garçon	Nbr Etab scolaires
ANDRANOVORY	320,6	274,8	183,2	137,4	292,95	251,1	167,4	125,55	916	837	13
FAIBLE	54,25	46,5	31	23,25	43,05	36,9	24,6	18,45	155	123	2
MODERE	237,3	203,4	135,6	101,7	218,05	186,9	124,6	93,45	678	623	9
ELEVE	29,05	24,9	16,6	12,45	31,85	27,3	18,2	13,65	83	91	2
BELALANDA	533,75	457,5	305	228,75	526,4	451,2	300,8	225,6	1525	1504	12
MODERE	226,8	194,4	129,6	97,2	239,05	204,9	136,6	102,45	648	683	5
ELEVE	306,95	263,1	175,4	131,55	287,35	246,3	164,2	123,15	877	821	7
MAROMIANDRA	624,75	535,5	357	267,75	526,4	451,2	300,8	225,6	1785	1504	17
ELEVE	111,65	95,7	63,8	47,85	92,75	79,5	53	39,75	319	265	4
SEVERE	513,1	439,8	293,2	219,9	433,65	371,7	247,8	185,85	1466	1239	13
MIARY	259,35	222,3	148,2	111,15	283,15	242,7	161,8	121,35	741	809	7
ELEVE	71,75	61,5	41	30,75	80,5	69	46	34,5	205	230	3
SEVERE	187,6	160,8	107,2	80,4	202,65	173,7	115,8	86,85	536	579	4
SAINT AUGUSTIN	669,91	483,33	327,32	111,44	580,17	418,3	282,14	96,39	1592	1377	12
FAIBLE	33	23,25	13,5	5,25	18,92	13,33	7,74	3,01	75	43	1
MODERE	636,91	460,08	313,82	106,19	561,25	404,97	274,4	93,38	1517	1334	11
ANDRANOHALY	269,85	231,3	154,2	115,65	209,65	179,7	119,8	89,85	771	599	9
FAIBLE	233,45	200,1	133,4	100,05	183,4	157,2	104,8	78,6	667	524	7
MODERE	36,4	31,2	20,8	15,6	26,25	22,5	15	11,25	104	75	2
Total général	2678,21	2204,73	1474,92	972,14	2418,72	1994,2	1332,74	884,34	7330	6630	70

Sur l'ensemble des communes considérées par l'étude, 10 fokontany sont exposés à un risque faible, 26 fokontany exposés à un risque modéré, 13 fokontany exposés à un risque élevé et 12 fokontany exposés à un risque sévère de sécheresse. Au total, 70 établissements scolaires sont répartis au niveau de ces fokontany, totalisant 13960 élèves dont 52,50% de filles.

La commune d'Andranovory totalise 13 établissements scolaires dont 2 exposés à un risque faible, 9 exposés à un risque de sécheresse modéré et 2 à un risque élevé. Pour ces établissements scolaires, les filles sont majoritaires par rapport aux garçons et telle que donnée dans la description des groupes socio-économiques de la zone MG20, la proportion des filles de ménages très pauvres et pauvres totalise 64,7% des filles de la commune qui seraient exposées aux risques de sécheresse. La commune de Belalanda quant à elle, totalise 12 établissements scolaires dont 5 exposés à un risque de sécheresse modéré et 7 à un risque élevé. Les filles sont également majoritaires à Belalanda. 65% des élèves totaux de la commune de Belalanda sont issus de ménages pauvres et très pauvres. Les établissements scolaires de Miary et Maromiandra sont exposés à des risques de sécheresses élevés et sévères. Les filles sont majoritaires à Maromiandra tandis qu'à Miary, il y a beaucoup plus de garçons exposés aux risques de sécheresse. Comme dans toutes les zones MG20, la proportion d'enfants issus de familles très pauvres et pauvres est majoritaire. Au total, 17 établissements scolaires de Maromiandra sont exposés aux risques de sécheresse dont 4 à un risque élevé et 13 à un risque sévère. Pour Miary, 3 établissements scolaires sont exposés à un risque élevé et 4 à un risque

sévère. Des six communes étudiées, ce sont les établissements scolaires de Saint-Augustin et d'Andranohinaly qui sont les moins exposés aux risques de sécheresse avec 1 établissement exposé à un risque faible et 11 à un risque modéré pour Saint-Augustin et 7 établissements scolaires exposés à un risque faible et 2 à un risque modéré pour Andranohinaly. Ils appartiennent aux zones MG20, MG23 et MG27. Comme pour la majeure partie des communes étudiées, ce sont les filles qui sont les plus exposées aux risques de sécheresse et les enfants des familles pauvres et très pauvres totalisent plus de la moitié des enfants vulnérables à la sécheresse.

Ces fokontany, en étant exposés aux risques de sécheresse, courent également le risque de subir ses impacts potentiels pour la période de soudure (la projection est basée sur les paramètres du mois de janvier). Sur cette base, les actions anticipatives devraient prendre en compte aussi bien le soutien des moyens de subsistance que ceux des seuils de survie.

Ainsi, à la vue de l'intensité élevée subie par les élèves de 13 établissements scolaires et de l'intensité sévère par 17 des 70 établissements scolaires exposés aux risques de sécheresse, les interventions d'anticipation pourraient éventuellement les cibler en priorité pour éviter tout basculement dans l'insécurité alimentaire. Aussi, comme les filles sont majoritaires par rapport aux garçons, des interventions spécifiques peuvent être apportées à leur endroit. Comme il a été possible de classer les élèves en fonction des groupes socio-économiques, il est également possible d'intervenir en réalisant des actions d'anticipations différenciées selon le niveau de risques auxquels sont exposés les élèves, en fonction de la vulnérabilité, des moyens de subsistance et des adaptations négatives connues des groupes pour faire en sorte de les mitiger.

III. SPECIFICATION DU SYSTEME INTEGRE D'ALERTE ET D' ACTIONS PRECOCES

La spécification technique du système d'alerte précoce suppose la définition d'une période de surveillance basée sur la chronologie de la crise, le choix des indicateurs et des seuils et de les intégrer dans un dispositif qui puisse détecter les signaux d'alerte à partir de niveaux d'alerte établis.

A. CHRONOLOGIE DE LA CRISE

Toutes les informations relatives à la saison, la période de soudure, la spéculation des cultures vivrières, les contextes de saison, les stratégies de survie et de moyens de subsistance sont résumées dans le tableau ci-après. C'est à partir de cette chronologie de la crise que les suivis et les actions anticipatives vont être basés.

Table 16 : Contexte d'une saison et chronologie d'une crise

Saison	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
Pluie												
Sèche												
Soudure habituelle												
Culture												
Manioc												
Maïs												
Patate douce												

Saison	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
Riz												
Patate douce												
Légende		Récolte			Prépa sol			Désherbage			Semis	
Contexte												
Diminution du stock alimentaire												
Prix de l'eau en hausse												
Prix des vivre en hausse												
Prix du bétail en hausse												
Malnutrition												
Stratégie de survie												
Aliment de substitut												
Réduction ration/Fqce repas												
Vente des animaux productifs												
Stratégie/M.subsistance												
Vente des volailles												
Vente ustensiles de cuisine												
Pression sur les ressources (Forêt)												
Abandon scolaire progressif												
Migration temporaire												
Vente partielle des rizières												

Source : Plan de contingence Atsimo Andrefana, 2022.

B. CHOIX DES INDICATEURS ET SEUILS DE DECLENCHEMENT

Les indicateurs pour être efficace dans leur capacité d’alerter sur la survenue de la sécheresse et de ses potentiels impacts sur la communauté et les élèves doivent être choisis avec soins. Sur la base de l’analyse des indicateurs des existants et de la revue de la littérature, un certain nombre d’indicateurs ont été choisis en fonction de l’objectif.

En effet, tel que nous l’avons déjà défini plus haut, l’objectif de la mise en place du SIAAP sécheresse-insécurité alimentaire en milieu scolaire est de pouvoir adresser l’absentéisme et l’abandon scolaire.

Un indicateur de prévision hydrométéorologique, cinq indicateurs d’observation saisonnière et un indicateur de vulnérabilité ont été combinés sur la base de la revue de la littérature pour permettre d’adopter un système holistique lors de la surveillance de la sécheresse *Table 17*. En effet, les deux premiers types d’indicateurs témoignent du niveau de danger potentiel, tandis que l’indicateur de vulnérabilité et de prix s’intéressent aux chocs futurs et rendent compte des signaux précoces de la gravité des impacts lors de la manifestation de ces chocs (WFP, 2021). Ils doivent être opportuns c’est-à-dire, pouvoir détecter tout écart par rapport aux tendances normales suffisamment tôt pour laisser le temps d’agir ; et sensibles c’est-à-dire présenter une corrélation importante avec l’impact probable.

Table 17 : Liste des indicateurs et seuils de déclenchement

Indicateur	Baseline	Seuil de déclenchement			Sévère
		Faible	Moyen	Elevé	
Prévision météorologique de la saison à venir		Pluviométrie annoncée comme inférieure à la normale.			
Bilan des pluies de la saison antérieure		Etat en dessous de 50% d'anomalie, en relation à la moyenne historique.			
Pluviométrie d'octobre à mars – comparée à la moyenne sur 30 ans	225mm OND	75 à 100%	75 à 100%	50 à 100%	25 à 75%
	295mm JFM	75 à 100%	75 à 100%	50 à 100%	25 à 75%
Valeur de l'indice SPI		-0,5 à -0,99	-0,99 à -1,49	-1,50 à -1,99	> -2
Valeur de l'indice NDVI		<0,4	0,2 à 0,4	0 à 0,2	> 0
Variation des prix des moutons et des bovins		-10 à -25% -15%			-30 à -40% -20 à -30%
Taux de population se retrouvant en IPC			Phase III (déficit de PME supérieur ou égal à 80% et déficit de survie < 20%)		

Anticiper les impacts d'une sécheresse revient à mitiger les risques d'absentéisme et d'abandon. Il importe dans ce cas de prévoir deux faits majeurs : l'anticipation d'une mauvaise saison des pluies afin de soutenir les moyens de subsistance et la mitigation d'une potentielle crise alimentaire qui en découlerait afin de soutenir le seuil de survie.

Pour anticiper l'impact d'une mauvaise saison des pluies et de potentielles mauvaises récoltes, nous aurons recours à deux sources principales d'informations *Table 17*. Il s'agit :

- de la prévision météorologique de la saison à venir, publiée chaque année vers la fin de septembre - début octobre par la Direction Générale de la Météorologie. La fenêtre de significativité de la pluviométrie a notamment lieu d'octobre à mars précédant une crise (BNGRC, 2015). Le seuil de déclenchement est une pluviométrie annoncée comme inférieure à la normale.
- du bilan des pluies de la saison antérieure. En effet, celui-ci représente le cumul des précipitations sur une période prolongée. Il permet de voir si une région a subi un déficit ou un excédent de précipitations au fil du temps. Les effets cumulatifs des précipitations passées peuvent avoir une incidence sur les niveaux d'humidité des sols, des rivières, des lacs et des nappes phréatiques, ce qui peut influencer les conditions de sécheresse. Le seuil pour ce second indicateur sera un état en dessous de 50% d'anomalie, par rapport à la moyenne historique (OCHA, 2022).

Si les seuils sont atteints dès le mois d'octobre, des actions précoces seront mises en œuvre au niveau des établissements scolaires.

Pour anticiper la crise alimentaire l'année suivante, nous aurons recours à trois sources principales d'information *Table 17*:

- le taux de population en insécurité alimentaire du mois de novembre fourni par le cadre harmonisé avec comme seuil de déclenchement de la phase III sur V de l'IPC, qui est une phase de crise (OCHA, 2022).
- la valeur de l'indice SPI3 permettant de mettre en évidence l'humidité du sol à court terme et le stress de culture en particulier pendant la saison de croissance. Le seuil est

la condition de sécheresse faible c'est-à-dire une valeur de SPI de -0,68 (Pasqui et al., 2023).

- le NDVI permet de suivre l'état hydrique de la végétation en général et de sa sensibilité à la sécheresse en particulier. Le NDVI rend compte de la variabilité globale de la production agricole, y compris la variabilité des facteurs autres que la sécheresse. Par exemple, les ravageurs et les maladies qui ont affecté la qualité des cultures pendant la fenêtre d'observation seront implicitement pris en compte par le processus de modélisation. Le climat hivernal aride et semi-aride se prête bien aux approches de type NDVI pour la modélisation du rendement. En effet, il existe de forts contrastes entre les régions cultivées et les régions non cultivées et le rendement est susceptible d'être bien corrélé avec le NDVI (Aziz et al., 2018). Le seuil pour le NDVI est une valeur de sécheresse modérée inférieure à 0,4.
- la variation des prix des moutons et des bovins qui est également un très bon indicateur de l'insécurité alimentaire dont le seuil est une diminution de l'ordre de -10 à -25% (pour les moutons) et -15% (pour les bovins) par rapport à la normale de saison (BNGRC, 2015).

La significativité des indicateurs agricoles culmine au cours des mois de février et de mars, comme mis en évidence par le BNGRC en 2015. Si nous constatons que le seuil du taux de population en insécurité alimentaire est atteint, ou que des anomalies significatives du NDVI ainsi qu'un déficit du SPI se manifestent dès le mois de novembre, conjugués à une variation des prix, cela déclenchera la deuxième phase des mesures préventives. Cette étape vise à anticiper toute éventuelle crise alimentaire pour l'année à venir.

C. MONITORING ET ACTIVATION DES PLANS

Table 18 : Les différents niveaux d'alerte et les actions correspondantes

Niveau d'alerte	Mesures à prendre
Faible	<ul style="list-style-type: none"> - Continuer de surveiller la situation - Partager les résultats de la surveillance avec les partenaires du Groupe sectoriel et en discuter
Moyen	<ul style="list-style-type: none"> - convoquer une réunion des partenaires - Examiner immédiatement les références qualitatives - Envoyer une évaluation de terrain dans un délai d'une semaine – mettre l'accent sur la sécurité alimentaire et la nutrition - En fonction des résultats, décider du lancement des mesures de préparation ou de l'envoi de demande de fonds en vue de la mise en œuvre d'interventions précoces
Elevé	<ul style="list-style-type: none"> - Envoyer une évaluation de terrain dans un délai d'une semaine - Dans les dix jours, décider du lancement de mesures de préparation ou de l'envoi de demandes de fonds en vue de la mise en œuvre d'interventions précoces

La détermination avec précision de la date de commencement d'un événement de sécheresse et de sa date de fin n'est pas toujours une chose évidente. Ainsi, pour agir par anticipation, les systèmes de déclenchement doivent être basés sur la surveillance et la prévision au bon moment pour saisir ces événements et agir rapidement. Aussi, il est primordial de procéder à un suivi ponctuel et très assidu des indicateurs qui, selon les valeurs, indiquent les différents niveaux

d'alerte *Table 17*. Ainsi, le monitoring sera à son maximum entre le mois d'octobre et avril. Une mise à jour mensuelle de la situation sera réalisée avec production de bulletin de suivi. Après chaque mise à jour, le bulletin sera diffusé à tous les membres du groupe sectoriel éducation. Si le seuil de déclenchement est atteint, la conduite d'action d'anticipation sera effective telle que résumée dans la *Table 18*.

IV. PLAN D' ACTIONS ANTICIPATOIRES

A. CRITERES DE SELECTION

Les actions précoces contre la sécheresse peuvent ressembler aux actions de réponse à la sécheresse actuellement pratiquées, mais deux distinctions sont faites : dans leur calendrier et dans l'accent mis sur l'amélioration de la résilience et de la préparation. Il est important d'identifier des activités qui soient possibles, utiles et acceptées (Heinrich & Meghan, 2020).

B. CIBLES

Les bénéficiaires, tels qu'ils ont été identifiés dans la partie consacrée aux scénarii, seront ciblés sur la base de leurs degrés de vulnérabilité. Une attention particulière sera également accordée au genre quant à la spécificité des activités d'anticipation.

C. LIENS ENTRE LE PLAN D' ACTION ANTICIPATOIRE ET LA CHRONOLOGIE DE LA CRISE

Les actions anticipatoires ont été identifiées et retenues en tenant compte de l'apparition de la période de sécheresse, le risque/la vulnérabilité de la communauté éducative à la sécheresse – insécurité alimentaire, de l'importance et de la pertinence des activités anticipatoires et du temps nécessaire à la préparation opérationnelle pour mener à bien chacune d'elles.

D. REALISATION DES ACTIVITES

- Pour s'y soustraire ou absorber les chocs climatiques, les variétés sélectionnées tolérantes à la sécheresse et les semences de qualité figurent parmi les solutions les plus accessibles. Ainsi, la distribution de semences adaptées permettra aux ménages à travers leurs enfants scolarisés et à l'établissement scolaire d'éviter le choc de la chute de la production si la sécheresse venait à se renforcer.
- Mettre en œuvre des jardins potagers scolaires en appliquant le recyclage et la gestion rationnelle de l'eau permettra de créer des conditions favorables à la sauvegarde de la production maraichère.
- Distribuer des kits de dignité et d'hygiène pour les adolescentes pour renforcer les stratégies communautaires et locales pour le retour et maintien des adolescentes à l'école face à la rareté des ressources
- Les périodes de sécheresse sévères ont pour conséquence une diminution du nombre d'enfants qui reprennent le chemin de l'école après les vacances. Cela s'explique en grande partie par le fait que ces enfants sont fréquemment sollicités pour contribuer aux activités génératrices de revenus au sein de leur famille. De plus, la capacité financière limitée de la famille à faire face aux dépenses joue également un rôle majeur dans cette situation. L'action anticipée fournira des kits scolaires aux enfants avant la rentrée.
- Enfin, les activités de cantines scolaires sont mises en œuvre dans le but de retenir les élèves à l'école et de garantir la poursuite de leur scolarité.

Table 19 : Exemple de plan d'actions anticipatoires selon la chronologie de la crise

Saison	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	
Précipitations			Saison des pluies					Saison sèche							Saison des pluies					Saison sèche					
Soudure normale			■													■									
Risques de sécheresse																									
Précipitations retardées			■					■							■					■					
Mais																									
Riz																									
Manioc																									
Patate douce																									
Impacts humanitaires																									
Prolongement de la période de soudure			■																						
Précocité de l'insécurité alimentaire															■										
Education : baisse du taux de scolarisation																									
Education : baisse de la fréquentation scolaire				■													■								
Mises en œuvre d'actions anticipatives																									
Fenêtre 1 : « Aider la communauté éducative et les apprenants à résister »																									
	!	!	!	!	!	!									!: déclenchement potentiel										
Distribution de kits scolaires	■														■	Préparation									
Distribution de semences aux élèves		■	■	■											■	Exécution									
Sensibilisation sur les jardins potagers scolaires, la gestion de l'eau		■	■	■																					
Fenêtre 2 : « Mitiger les risques d'insécurité alimentaire »																									
	!	!	!	!	!	!																			
Cantines scolaires		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Distribution de kits de dignité et d'hygiène pour les élèves filles				■	■											■	■								

DISCUSSION

Pour essayer de répondre à la question de recherche, nous avons choisi de travailler sur le district de Tuléar II, appartenant à la région d'Atsimo Andrefana. Cette zone est en effet assez particulière pour étudier les risques hydro climatiques, dont la sécheresse qui nous intéresse. En effet, entre 1985 et 2022, 18 cyclones tropicaux, le plus souvent accompagnés d'inondation, et 13 épisodes de sécheresses ont été répertoriés dans le grand Sud de Madagascar dont fait partie le district de Tuléar II (BNGRC, EMDAT 2023).

La première phase de l'étude a permis d'obtenir une caractérisation de la sécheresse à travers le Standardised Precipitation Index, plus couramment connu sous l'appellation d'indice SPI. L'analyse des résultats de l'indice de sécheresse calculé à différentes temporalités montre, qu'en plus de sa facilité d'utilisation, il arrive à donner une caractérisation précise de la sécheresse. En complément, les différents paramètres météorologiques, géologiques, hydrogéologiques ainsi que les facteurs socio-économiques qui ont été utilisés ont permis de calculer l'indice de l'aléa DHI, l'indice de vulnérabilité DVI et enfin l'indice du risque de sécheresse DRI auxquels sont exposés des enjeux particuliers. D'un point de vue scientifique, des seuils de sécheresse ont été identifiés pour définir les différentes catégories en fonction de la sévérité et des probabilités d'occurrence. Cette approche se révèle un excellent moyen de communication avec le public et un outil de décision pertinent (Khoshnazar et al., 2023). Cependant, il semble qu'elle n'ait jamais été utilisée dans la planification d'urgence à Madagascar.

Il a été ensuite question de déterminer les impacts de la sécheresse sur la communauté en général, mais sur la scolarisation des enfants en particulier. Le corpus de recherches en matière d'étude de l'impact des événements climatiques sur la scolarisation des enfants et des jeunes ne cesse de croître et de plus en plus de chercheurs s'intéressent à ce domaine (Jacoby et Skoufias 1997 ; Villalobos, 2016 ; Jensen 2000 ; Colmer, 2017 ; Jessoe, Manning et Taylor, 2018). Pour le cas de Madagascar cependant, très peu de recherches semblent avoir été conduites. L'essentiel des travaux concerne ceux de Marchetta et al, (2018) ayant permis de démontrer que les déficits pluviométriques ont des effets délétères sur la scolarisation de jeunes hommes et femmes du grand sud-Est de Madagascar. Pour le présent cas, une investigation a été menée sur 6 communes ayant été classées en phase IPC 3 et plus au cours de l'évaluation du cadre intégré de la sécurité alimentaire de 2019-2020 dans le district de Tuléar II. A travers le résultat des enquêtes sur 235 ménages et 6 mairies, la thèse des impacts considérables que la sécheresse a sur l'homme dans différents secteurs, notamment socio-économique, environnemental, sanitaire et du bien-être individuel est confirmée. Dans le secteur social, l'éducation figure parmi les domaines notablement impactés. Une des adaptations des ménages les plus vulnérables à la sécheresse en effet, est de déscolariser les enfants, soit par peur de les envoyer à l'école sans avoir mangé, soit pour aider à subvenir aux besoins de la famille dans les champs. Ces résultats concordent avec ceux obtenus à Androy par Deleigne (2009), dont la raison de la non scolarisation ou de la déscolarisation du plus du tiers des garçons d'âge scolaire concerne l'aide qu'ils apportaient au ménage (en main-d'œuvre ou en revenu), quand cette raison n'était évoquée que pour 16 % des filles dans la même situation. Pour essayer de déterminer lesquels des facteurs recueillis lors de l'enquête étaient déterminants dans l'explication du phénomène de déscolarisation, RandomForest a été utilisé. RandomForest est en effet un puissant

algorithme de machine learning, qui permet d'expliquer et de prédire des variables aussi bien quantitative que qualitative et trouve son application dans de nombreuses domaines à l'heure actuelle (Spoon et al., 2022). Bien que déterminer un lien de causalité direct entre sécheresse et déscolarisation n'est pas sans complexité, il a été possible de démontrer via la méthode de classification que les moyens de subsistance des ménages ainsi que l'importance de l'impact de la sécheresse sur ces derniers sont des facteurs déterminants dans la déscolarisation des enfants.

Majoritairement agropastorale, la population du district de Tuléar II est très vulnérable à la sécheresse. C'est ainsi qu'un premier système d'alerte précoce a été mis en place en 1996. Malheureusement, faute de soutien global, le SAP s'est arrêté en 2012 (BNGRC, 2022). Néanmoins, un plan de contingence sécheresse - insécurité alimentaire pour le grand Sud datant de 2015 sert de très bonne base pour la caractérisation de la sécheresse en termes de planification d'urgence. Au cours de la recherche exploratoire pour essayer de savoir davantage sur les dispositifs de gestion et d'indicateurs existants en termes de sécheresse et insécurité alimentaire, l'analyse a mis en évidence qu'une pléthore de bulletins est produite par les organisations onusiennes, les ONG et associations ou encore les institutions nationales œuvrant en matière de GRC. La problématique commune à presque tous les dispositifs est presque toujours la pérennisation dans le temps, ce qui rend difficile entre autres la mise à disposition de l'information à temps aux utilisateurs. Une seconde problématique induite par ce fait concerne également la difficile harmonisation du cadrage du fait de l'existence d'une profusion de dispositifs. Pour essayer de palier à cet obstacle, nous avons choisi d'utiliser dans le développement de la proposition du SAP des indicateurs qui ont été déjà utilisés, faciles d'accès et en tout temps disponibles et dont la significativité est vérifiée pour le cas du grand sud. Il s'agit de l'IPC, le NDVI, le SPI, les prévisions des pluies, le bilan des pluies de la saison antérieure conjugués aux indicateurs de prix.

Pour ce qui concerne le système d'alerte précoce, un grand nombre d'acteurs humanitaires s'accordent actuellement sur l'idée que la réponse traditionnelle aux urgences devrait être améliorée et converger plutôt vers la réduction et la mitigation des risques à travers le renforcement de la résilience et le développement (Bengtsson, 2018; Heinrich & Meghan, 2020; OCHA, 2022; Pasqui et al., 2023). Les actions basées sur l'anticipation (Forecast BAsed Financing/Action FbF/A) constituent l'activité par excellence d'une réduction des risques. Le système d'alerte précoce qui a été développé lors de cette étude, ne se limite pas uniquement à alerter de la survenue proche d'un risque de catastrophes, mais a également dans l'optique d'anticiper leur survenue et d'en mitiger les potentiels impacts. La proposition porte alors sur un système intégré d'alerte et d'actions précoce (SIAAP) sécheresse-insécurité alimentaire en milieu scolaire. Pour son développement, l'indice des risques développés en première partie a servi à déterminer l'exposition des Fokontany et des établissements scolaires aux risques de sécheresse, ayant ainsi permis d'avoir les scénarii par commune et par établissement scolaire de la proportion d'élèves potentiellement exposés aussi bien à la sécheresse qu'à ses éventuels impacts. La détermination des indicateurs de suivi, basée sur la revue de la littérature aussi bien pour le cas du sud de Madagascar, que de pays similaires, particulièrement en termes de climat sub-aride a été réalisée. Grace au concept de Household Economy Analysis mis à jour par le BNGRC et sur la base des zones de moyens de subsistance identifiées avec l'appui de FewNet, il a été possible de déterminer exactement combien de filles et de garçons scolarisés dans les

établissements scolaires, en fonction de leur degré de vulnérabilité et des modes d'adaptations connues, seront ciblés par les actions d'anticipation. Des actions spécifiques et différenciées selon les groupes peuvent ainsi être planifiées. Ces dernières sont de deux ordres dans l'exemple choisi : aider la communauté éducative à résister à la sécheresse dans une première fenêtre d'actions sensées soutenir les moyens d'existence et mitiger l'impact de l'insécurité alimentaire dans une deuxième fenêtre d'actions vouées au soutien du seuil de survie.

En fonction de la pertinence des activités et la détermination fine des déclencheurs, un système intégré d'alerte et d'actions précoces peut être un outil très efficace de gestion des risques et des catastrophes et à long terme, de renforcement de la résilience. La présente étude a permis de l'adapter au contexte scolaire des 6 communes étudiées et cela pourrait être reproduit en l'adaptant à différents contextes conjoncturels. Toutefois, le temps imparti n'ayant pas permis de l'exécuter ni de le mettre en œuvre, avant d'être opérationnel, il aurait besoin d'être testé, éprouvé et ces tests nécessiteront éventuellement des réajustements. Dans cette initiative, des efforts sont encore nécessaires pour améliorer le SIAAP, essentiellement par l'approfondissement des recherches au niveau du test de la performance des indicateurs pour détecter la sécheresse, de la finesse des seuils de déclenchement pour éviter tout risque d'agir en vain (ce que l'on appelle communément une "fausse alerte") ou de ne pas agir à temps (ce que l'on appelle communément une "erreur") (MacLeod et al., 2021) et de la pertinence des actions d'anticipation auprès des cibles.

Par ailleurs, il reste de nombreuses questions qui n'ont pas encore été abordées ni dans la présente recherche ni dans la littérature scientifique pour assurer l'exhaustivité de la prise en compte de la scolarisation des enfants du grand-Sud.

En effet, une des questions majeures, ne recevant pas toute l'attention dont elle mérite actuellement est celle de la scolarisation des enfants déplacés du grand Sud. Depuis les dernières sécheresses, l'on note en effet une amplification du phénomène de déplacement interne et l'OIM fait état de 11149 personnes déplacées internes dans le sud de 2009 à 2018 dont 4 912 personnes déplacées par la sécheresse (52% des personnes déplacées) (OIM, 2018). Très peu de littératures en la matière existent pour Madagascar et cela est particulièrement vrai pour l'éducation. Des études de cas d'autres pays ont mis en exergue certains des principaux impacts des déplacements internes sur l'éducation. La réduction des ressources financières des ménages en situation de déplacement peut conduire les familles les plus vulnérables à retirer leurs enfants du système scolaire. Les personnes déplacées interrogées déclarent le coût de l'éducation comme cause de la non scolarisation des enfants à Goma. Au Nigeria, sur 590 000 enfants nigériens déplacés, seulement 90 000 ont pu continuer leurs études en 2017 (UNESCO, 2020). En résumé, les déplacements internes peuvent nuire au bien-être des enfants en interrompant l'éducation et en entravant ainsi leur développement. Ils peuvent réduire les possibilités de subsistance futures en créant un cycle de pauvreté qui perdurera même après le déplacement.

Ne pas inclure les enfants déplacés internes dans la planification de l'éducation aura des conséquences à long terme pour les enfants, pour leur famille et la communauté, alors que les tendances futures de la sécheresse prévoient une intensification pour le Sud de Madagascar (CPGU, 2012).

Ces arguments représentent ainsi, autant de possibilités de futures recherches significatives pour la gestion des risques de sécheresse en milieu scolaire et du renforcement de la résilience du système éducatif.

CONCLUSION

Les sécheresses affectent plus de personnes que tout autre risque naturel. Dans un contexte climatique et socio-économique très vulnérable à cette sécheresse, la population du grand-Sud de Madagascar a fait ces récentes années l'objet de multiples appels à l'aide internationale. L'on comptait dans le sud plus d'un million de victimes de la faim parmi lesquelles figuraient 500.000 enfants dont l'alimentation, la santé et la scolarisation étaient réduites au pire des états. L'éducation d'un grand nombre d'entre eux était passée en arrière-plan. Beaucoup arrêtaient l'école simplement pour aider à subvenir aux besoins de la famille, et d'autres, déscolarisés par leurs parents, redoutant qu'il leur arrive quelques choses en se rendant à l'école sans avoir mangé.

Par conséquent, cette recherche a été menée dans l'optique de déterminer un mécanisme au service de la résilience qui puisse prévenir les impacts de la sécheresse et de la famine en milieu scolaire et en même temps, de proscrire le phénomène d'abandon et d'absentéisme scolaire. Il a alors été question d'élaborer un cadre théorique de système d'alerte précoce en sécheresse-insécurité alimentaire qui contribuerait à mitiger la sécheresse et ses impacts et à offrir un tant soit peu d'opportunités à ces enfants de poursuivre leur scolarisation. Le district de Tuléar II dont 6 communes ayant été en phase IPC III et plus au cours de l'évaluation du cadre intégré de la sécurité alimentaire en 2019-2020 ont été choisies comme sites d'étude. Dans cette optique, deux objectifs spécifiques ont été établis, à savoir, l'identification précise et factuelle des états précurseurs de l'insécurité alimentaire et l'identification de programme d'actions scolaires de prévention basées sur l'anticipation. Ces actions, en se fondant sur la prévision des risques seraient enclenchées pour éviter les adaptations négatives, dont celles en milieu scolaire se traduisant par l'absentéisme et l'abandon.

Pour caractériser la sécheresse, le Standardised Précipitation Index de McKee et Al., (1993) a été utilisé. Grâce au SPI12, il a été démontré que les années d'intenses sécheresses de la zone d'étude de 1990 à 2022 ont été les années 1991-1993, 2016-2018 et 2020-2022. La sévérité des déficits pluviométriques allait jusqu'au niveau de sécheresse extrême et perdurait jusqu'à 35 mois d'état déficitaire par rapport à la normale. L'étape suivante a consisté en l'élaboration de la carte des risques de sécheresse. Pour ce faire, l'on a établi des cartes multicritères de l'aléa sécheresse DHI et de la vulnérabilité DVI afin de calculer la carte d'indice de risque DRI. Utilisant la méthode AHP pour la pondération des paramètres, combinée à des techniques de SIG, l'intégration de l'indice DHI et DVI a permis d'obtenir l'indice des risques DRI. D'un point de vue scientifique, des seuils de sécheresse ont été identifiés pour définir les différentes catégories en fonction de la sévérité et des probabilités d'occurrence. Cette approche telle que discutée plus haut se révèle être un excellent outil de décision dans la gestion des risques de sécheresse.

Par ailleurs, afin de compléter le cadre théorique, une enquête a été réalisée auprès de 235 ménages et six mairies dans le but d'apprécier les impacts de la sécheresse. Les résultats de l'analyse de l'enquête terrain ont révélé que la population des communes ciblées, qui est majoritairement agro-pastorale, a à 96,63% déjà vécu au moins une période de sécheresse dans sa vie. Dus à ses impacts notamment sur les moyens de subsistances, 90% des répondants appréhendent ce phénomène surtout que l'état de vulnérabilité est tel que 85,1% des répondants

disent avoir subi des impacts négatifs de la sécheresse, tels que la baisse significative de la productivité et des rendements de culture et d'élevage.

L'analyse par RandomForest des données primaires d'enquête et des paramètres de la sécheresse ont permis de classifier la variable « abandon scolaire » constituant une des adaptations de la population en cas d'impacts conséquents. En effet, l'analyse a permis d'expliquer que la situation socio-économique du ménage ainsi que l'intensité de l'impact de la sécheresse jouent en la défaveur de la scolarisation des enfants.

D'autre part, la recherche propose une façon d'explorer la littérature pour mettre en place un dispositif d'alerte et de gestion des risques qui serait pertinent, adapté au contexte et dont les paramètres sont facilement accessibles. Ainsi, plusieurs facteurs ont été déterminants dans l'élaboration du cadre théorique du système intégré d'alerte précoce sécheresse-insécurité alimentaire. En effet, déterminer les existants, identifier les indicateurs pertinents, les seuils significatifs, le type de dispositif d'alerte à mettre en place et finalement les actions précoces à mettre en œuvre figuraient parmi les procédés d'obtention de ce dernier. Grâce à l'unanimité des acteurs humanitaires sur la nécessité de revoir nos modes de gestion des urgences - arguments acquis notamment des suites de la gestion de la sécheresse de la corne de l'Afrique en 2011 ayant fait plusieurs victimes - la proposition issue de la présente étude intègre des actions d'anticipation pour mitiger les potentiels impacts de la sécheresse. Fondé sur la prévision météorologique et le suivi d'indicateurs d'observation saisonnière et de vulnérabilité, un système intégré d'alerte et d'actions précoces en sécheresse-insécurité alimentaire en milieu scolaire est proposé. Sa spécificité, grâce à l'introduction du concept de Household Economy Analysis, est de pouvoir définir des actions anticipatoires qui sont spécifiques aux cibles, différenciées selon le niveau de vulnérabilité dans lequel elles se trouvent et en cohérence avec les profils de moyens de subsistance de la zone afin de pouvoir mitiger les adaptations négatives prépondérantes.

En conclusion, cette étude a démontré qu'un système intégré d'alerte et d'actions précoces en sécheresse-insécurité alimentaire en milieu scolaire est un outil pertinent pour la gestion des risques de sécheresse. Utilisé proprement, il contribuerait au renforcement de la résilience scolaire et du système éducatif.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

A

Adnan A., Mudassar U., Muhammad M., Mehwish S. K., Muhammad N. J., Hailiang G., Suhaib B. F., Imran I. & Shaikh A., 2018. Assessment of drought conditions using HJ-1A/1B data: a case study of Potohar region, Pakistan, *Geomatics, Natural Hazards and Risk*. <https://doi.org/10.1080/19475705.2018.1499558>

B

Bengtsson, T. J., 2018. *Financing : developping for drought*.

Bidou, J.-étienne, & Droy, I. (2007). *Pauvreté et vulnérabilité alimentaire dans le Sud de Madagascar: les apports d'une approche diachronique sur un panel de ménages*. <https://doi.org/10.3917/med.140.0045>

Bureau national de la Gestion des Risques et des Catastrophes (BNGRC), 2022. *Système d'alerte précoce Madagascar - Grand Sud. N°1(SAP-Bulletin trimestriel)*. https://fscluster.org/sites/default/files/documents/bulletin_sap_n1.pdf

Bureau national de la Gestion des Risques et des Catastrophes BNGRC. (2023). *2023 plans humanitaires de réponse nationale*.

Bureau national de la Gestion des Risques et des Catastrophes BNGRC. (2015). *Plan de contingence pour le grand sud insécurité alimentaire et nutritionnelle*. 1–37. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/mad200835.pdf>

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*. 246. <http://eprints.univ-batna2.dz/1654/>

Broudic, C., & Razafindrianilana, T., 2020. *Adaptation aux changements climatiques des populations rurales du sud-ouest de Madagascar. Diagnostic et perspectives*.

C

Cotton, C., 2020. *Impact of a Severe Drought on Education : More Schooling but Less Learning*. https://www.econ.queensu.ca/sites/econ.queensu.ca/files/wpaper/qed_wp_1430.pdf

Cellule de prévention et d'appui à la Gestion des Urgences (CPGU), Madagascar, 2012. *Atlas de la vulnérabilité sectorielle de la région Atsimo Andrefana*. <https://www.resiliencemada.gov.mg/catalogue/#/document/529>

D

Deleigne M.C., 2009. "Vers « l'institutionnalisation » de l'École dans l'Androy (Madagascar) ?", *Cahiers de la recherche sur l'éducation et les savoirs*. URL: <http://journals.openedition.org/cres/603>

E

Enten, F., 2022. « L'IPC à l'épreuve du kéré », *Revue internationale des études du développement*. <http://journals.openedition.org/ried/445>

F

FEWS NET., 2013. MADAGASCAR Livelihood zone map and descriptions December 2013. https://fews.net/sites/default/files/documents/reports/MG_LHZdescription_Final_EN_0.pdf

FEWS NET., 2017. MADAGASCAR Grand South livelihood zones revision November 2017. https://fews.net/sites/default/files/documents/reports/Madagascar_Grand_South_Livelihood_Zoning_Revision.pdf

G

Gjerdi, H. L., Gunn, T., Mishra, A., Pulwarty, R. S., & Sheffield, J., 2019. Drought in the Anthropocene. <https://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/527283/1/N527283BK.pdf>

H

Heinrich, D., & Bailey, M., 2020. Forecast-based Financing and Early Action for Drought - Guidance notes. https://www.anticipation-hub.org/Documents/Manuals_and_Guidelines/Guidance-Notes-A-Report-on-FbA-for-Drought_by_RCCC.pdf

Hoque, M. A. A., Pradhan, B., & Ahmed, N., 2020. Assessing drought vulnerability using geospatial techniques in northwestern part of Bangladesh. *Science of the Total Environment*, 705. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135957>

I

INSTAT Madagascar, 2020. Troisièmes Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH-3).

J

Jaziri, B., Samaali, H., & Mjejra, M., 2019. L'apport des indices SPI et NDVI pour l'évaluation des conditions du risque de sécheresse aux alentours du Barrage Sejnane (Tunisie Septentrionale).

K

Khoshnazar, A., Corzo, G., & Sajjad, M., 2023. Characterizing spatial – temporal drought risk heterogeneities : A hazard , vulnerability and resilience-based modeling. *Journal of Hydrology*. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2023.129321>

Khoshnazar, A., Corzo Perez, G. A., & Diaz, V., 2021. Spatiotemporal drought risk assessment considering resilience and heterogeneous vulnerability factors: Lempa transboundary river basin in the central american dry corridor. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(4). <https://doi.org/10.3390/jmse9040386>

Koem, C., Nusit, K., & Tantanee, S., 2022. Spatial Distribution of Drought Hazard Mapping Based on AHP and GIS in Kampong Speu Province. <http://gmsarnjournal.com/home/wp-content/uploads/2022/01/vol16no4-15.pdf>

L

Liu, Y., & Chen, J., 2021. Future global socioeconomic risk to droughts based on estimates of hazard, exposure, and vulnerability in a changing climate. *Science of the Total Environment*, 751, 142159. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142159>

M

Marchetta, F., Sahn, D. E., & Tiberti, L., 2018. The Role of Weather on Schooling and Work of Young Adults in Madagascar. https://www.researchgate.net/publication/329441025_The_Role_of_Weather_on_Schooling_and_Work_of_Young_Adults_in_Madagascar/link/5c7dd798a6fdcc4715af7b3b/download

Mariussen, M. S. (2021). The Impact of Drought on Educational Attainment Master of Philosophy in Economics Department of Economics Submitted: November 2021. <https://www.duo.uio.no/bitstream/handle/10852/91096/Mariussen--Mina-Skille.pdf?sequence=11&isAllowed=y>

Ministère de l'Éducation Nationale (MEN), Madagascar, 2021. Education en Chiffres.

O

OCHA. (2022). Cadre de l'action anticipatoire Pilote au Niger : Sècheresse Version approuvée du 5 Janvier 2022. <https://reliefweb.int/report/niger/cadre-de-laction-anticipatoire-pilote-au-niger-secheresse-version-approvee-du-4-aout-2022>

Ogouwale, R. (2020). Évaluation des Séquences des Types de Sècheresse par Indicateurs et par Echelles Spatiales et Temporelles dans le Bassin de l' Oueme à Beterou au Benin. <https://ijpsat.org/index.php/ijpsat/article/view/1681>

OIM. (2018). Rapport DTM : Evaluation n ° 3 Grand Sud de Madagascar Région Androy. https://dtm.iom.int/sites/g/files/tmzbd11461/files/reports/RAPPORT%20DTM%20Evaluation%20n%203%20Aout%20et%20Nov%202017_2.pdf

ONN. (2010). N°142 Pronostic Définitif 2010 : Bulletin SAP Système d'Alerte Précoce. 1–21. <https://fr.scribd.com/document/44382775/Madagascar-Bulletin-Systeme-d-Alerte-Precoce-Pronostic-Definitif-N-142-2010>

P

Pasqui M., Nobre G.G., Quaresima S., Pieretto S., & Bonifacio R.M.L.P. (2023). Forecasting, thresholds, and triggers: Towards developing a Forecast-based Financing system for droughts in Mozambique. <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2023.100344>

Payet E., 2022. Modélisation de l' érosion hydrique des sols sur un bassin versant du sud-ouest de Madagascar , le Fiherenana. <https://id.erudit.org/iderudit/1015047ar>

R

Rakoto P.Y., Ratsimba Rabearisoa J., 2021. Rapport final : « Assurer l'évaluation des risques et des vulnérabilités du secteur "eau dans la partie Sud (Androy, Anôsy et Atsimo Andrefana), et identifier des mesures de riposte, dans la cadre du projet « Planification de l'adaptation (à moyen terme) dans les secteurs sensibles au climat à Madagascar ».

Rakotoarisoa, M. M., Fleurant, C., Taïbi, N. T., Rouan, M., Caillault, S., & Et Al., 2019. Un modèle multi-agents pour évaluer la vulnérabilité aux inondations : le cas des villages aux alentours du Fleuve Fiherenana (Madagascar). <https://journals.openedition.org/cybergeogeo/29144>

S

Sadiq, A. N., & Sadiq, M., 2018. Clarify of the Random Forest Algorithm in an Educational Field. October. <https://doi.org/10.1109/ICOASE.2018.8548804>

Save The Children., 2016. Mitigating ethiopia's drought impacts on children through. <https://reliefweb.int/report/ethiopia/mitigating-ethiopia-s-drought-impacts-children-through-education>

Shahid, S., 2017. Spatial and temporal characteristics of droughts in the western part of Bangladesh. October. <https://doi.org/10.1002/hyp.6820>

Shahid, S., & Behrawan, H., 2008. Drought risk assessment in the western part of Bangladesh. *Natural Hazards*, 46(3), 391–413. <https://doi.org/10.1007/s11069-007-9191-5>

Soro G.E., Anouman D.G.L., Goula T.A., Srohorou B., Savane I., 2014. Caractérisation des séquences de sécheresse météorologique à diverses échelles de temps en climat de type soudanais : cas de l'extrême nord- ouest de la Cote d'Ivoire. http://archives.univ-biskra.dz/bitstream/123456789/2892/1/8.Soro_et_al.pdf

Spoon, K., Beemer, J., Whitmer, J. C., Fan, J., Frazee, J. P., Stronach, J., & Bohonak, A. J., 2016. Random Forests for Evaluating Pedagogy and Informing Personalized Learning. *8*(2), 20–50.

T

Taibi, S., Dur, J. C., Lepelletier, P., & Bodin, J., 2013. Démarche statistique pour la sélection des indicateurs par Random Forests pour la surveillance de la qualité des sols . March 2014.

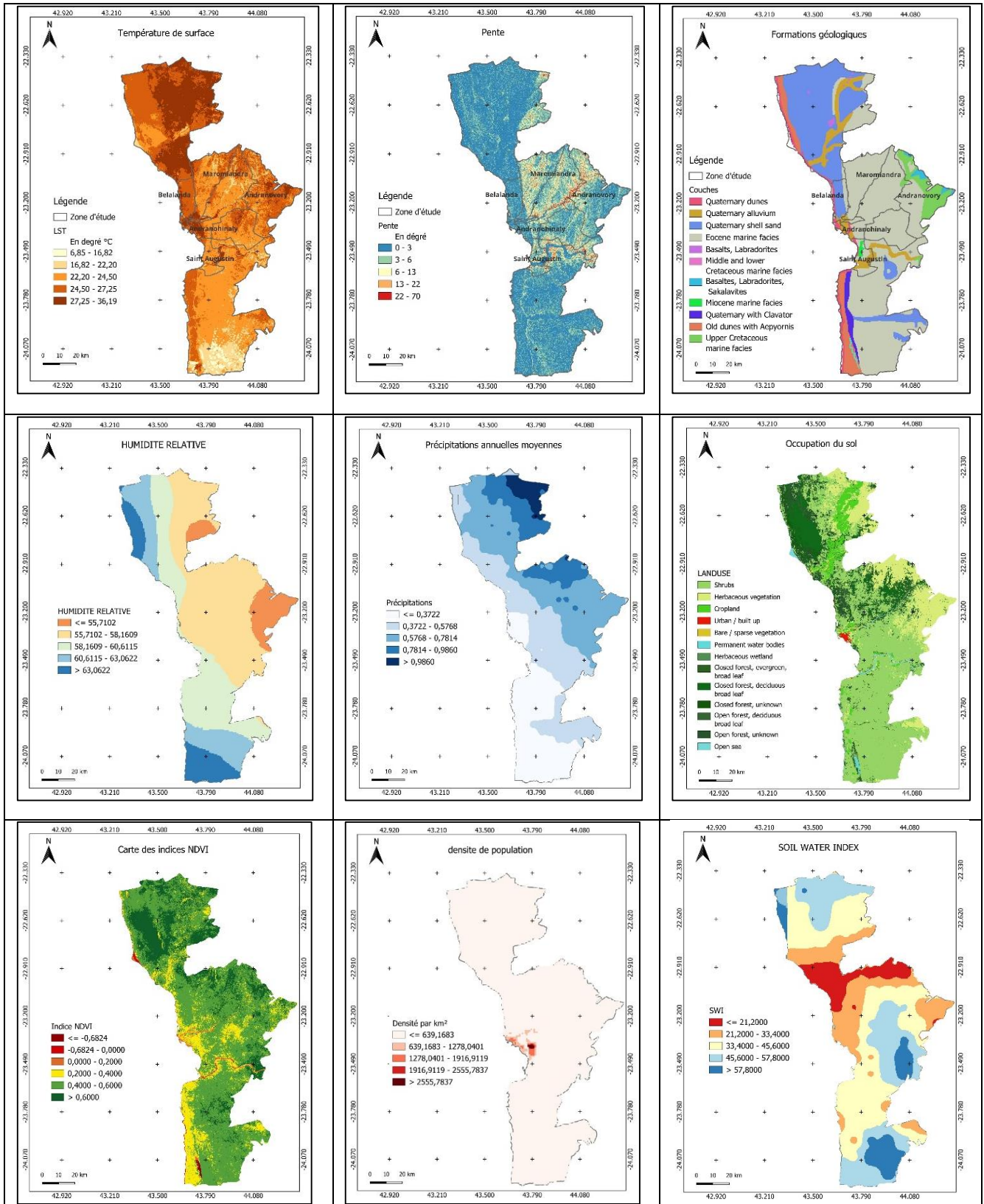
Tallieu, C., Collet, C. C., Renaud, J., Pitaud, J., Tallieu, C., Collet, C. C., Renaud, J., & Pitaud, J., 2022. Conception d ' indices météorologiques pour prendre en compte le risque de sécheresse estivale dans la garantie de reprise des plantations To cite this version : Conception d ' indices météorologiques pour prendre en compte le risque de sécheresse estivale dans la garantie de reprise des plantations.

U

UNESCO., 2020. Les impacts du déplacement interne sur l ' education en afrique sub- sub - saharienne. idmc, 1–46.

ANNEXES

Annexe 1 : Carte des différents paramètres de calcul du DHI et du DVI



Annexe 2 : Cartographie des évènements de sécheresses, famines et disettes depuis les années 1980 à maintenant

ANNEES	EVENEMENT	ZONES CONCERNEES
1985	Sécheresse et disette	Grand Sud (Région Androy, Anosy Atsimo Andrefana)
1986	Sécheresse et famine	Grand Sud (Région Androy, Anosy Atsimo Andrefana)
1988	Sécheresse et famine	Grand Sud (Région Androy, Anosy Atsimo Andrefana)
1991	Sécheresse et famine	Région Androy : districts de Ambovombe-Androy, Bekily, Beloha, Tsihombe ; Région Anosy : district d'Amboasary-Atsimo ; région Atsimo Andrefana : district d'Ampanihy Ouest ; Région alaotra Mangoro : idistricts d'Ambatondraza, Amparafaravola, Andilamena ; Région Atsinanana : Vatomandry, Marolambo, Antanambao Manamposty ; Région Vakinankaratra : districts d'Antsirabe I, Antsirabe II, Faratsiho, Antanifotsy, Betafo
1992	Sécheresse et famine	Régions d'Amoron'I Mania, Androy, Anosy, Atsimo Andrefana, Atsimo Atsinanana, Haute Matsiatra, Ihorombe, Menabe, Vatovavy Fitovinany
2000	Sécheresse et disette	Régions d'Atsimo Andrefana, Androy, Anosy
2002	Sécheresse et famine	Région d'Androy, Anosy, Atsimo Andrefana, et Menabe
2005	Sécheresse et famine	Région Androy : Ambovombe-Androy, Bekily, Beloha, Tsihombe ; Région anosy : Amboasary-Atsimo, Taolagnaro ; région Atsimo andrefana : Ampanihy Ouest, Betioky Atsimo
2008	Sécheresse et disette	Grand Sud et Grand Sud Est
2014	Sécheresse et famine	District de Betioky, Ampanihy, Tuléar II, Amboasary et Bekily, régions d'Anosy, Androy et Atsimo Andrefana.
2016	Sécheresse et disette	Région Androy : districts de Ambovombe-Androy, Bekily, Beloha, Tsihombe ; Région Anosy : district d'Amboasary-Atsimo ; Région atsimo Andrefana : district d'Ampanihy Ouest ; Région Alaotra mangoro : districts d'Ambatondraza, Amparafaravola, Andilamena ; Région Atsinanana : Districts de Vatomandry, Marolambo, Antanambao Manamposty ; Région Vakinankaratra : districts d'Antsirabe I, Antsirabe II, Faratsiho, Antanifotsy, Betafo
2017	Sécheresse et disette	Régions d'Amoron I Mania, Androy, Anosy, Atsimo Andrefana, Atsimo Atsinanana, Haute Matsiatra, Ihorombe, Menabe, Vatovavy Fitovinany
2020	Sécheresse et disette	Région Atsimo atsinanana : District de Vangaindrano

Sources : <https://emdat.be/> - ONN, (2010)

Annexe 3 : Calendrier d'accès à la nourriture pour les ménages les plus vulnérables de la zone MG20

Staple foods MG20	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
Cassava												
Maize												
Rice												
Lima beans, legumes												
Gathering												
Income												
Agricultural labor												
Gathered foods, forest products												
Crop sales												
Honey												
Small-scale gold mining												
Sale of small ruminants												
Expenses												
Staple foods												
Social events												
Health												
Education												
Legend		production			market purchase			in kind			gathering	

Sources : (FEWS NET, 2013, 2017)

Annexe 4 : Calendrier d'accès à la nourriture pour les ménages les plus vulnérables de la zone MG23

Staple foods	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
Cassava												
Maize												
Sweet potatoes												
Rice												
Income												
Agricultural labor												
Crop sales												
Forestry products												
Small ruminant sales												
Expenses												
Staple foods												
Education												
Social events												
Legend	p p	production		m m	market purchase			k k	in kind		gathering	

Sources : (FEWS NET, 2013, 2017)