

## **TABLES DES MATIERES**

REMERCIEMENTS .....	i
TABLES DES MATIERES .....	ii
LISTES DES FIGURES .....	v
LISTE DES TABLEAUX.....	vi
LISTE DES ACRONYMES .....	vii
<b>I LA STRUCTURE DE L'ORGANISATION DE LA DIRECTION METEOROLOGIE APPLIQUEE ET GENERALITE SUR LA SECHERESSE.....</b>	<b>2</b>
I.1 Création du service Météorologie Malgache .....	2
I.2 Définition de la sècheresse .....	3
I.2.1 Définition conceptuelle .....	3
I.2.2 Définition opérationnelle .....	3
I.2.2.1 Sécheresse Météorologique .....	4
I.2.2.2 Sécheresse hydrologique .....	4
I.2.2.3 Sécheresse agricole.....	4
I.2.2.4 Sécheresse socioéconomique.....	4
I.3 Quelques définitions clés sur la gestion des risques des catastrophes .....	5
I.3.1 Vulnérabilité .....	5
I.3.2 Risque .....	5
I.3.3 Catastrophe .....	5
I.3.4 Situation d'urgence .....	5
I.3.5 Danger.....	5
<b>II GESTION ET PREVENTION DE LA SECHERESSE .....</b>	<b>7</b>
II.1 Politique de gestion de la sécheresse et plans de préparation .....	7
II.1.1 Grandes lignes .....	7
II.1.2 Cycles de gestion de risque .....	8
II.1.3 Gestion de crise .....	9
II.1.4 Gestion des risques.....	9

II.1.5	Atténuation de la sécheresse .....	9
II.1.6	Identification du danger et analyse de la vulnérabilité.....	9
II.2	Planification contre la catastrophe .....	11
II.3	Prévention contre la sécheresse.....	11
II.3.1	Objectifs .....	11
II.3.2	Mesure d’urgence .....	11
II.3.3	La politique de gestion de la sécheresse.....	12
II.4	Classification de la sécheresse .....	12
II.4.1	Indice de sécheresse .....	13
II.4.1.1	Indice SPI sur 1 mois.....	14
II.4.1.2	Indice SPI sur 3 mois.....	15
II.4.1.3	Indice SPI sur 6 mois.....	15
II.4.1.4	Indice SPI sur 9 mois.....	16
II.4.1.5	Indice SPI sur 12 mois et jusqu’à 24 mois .....	16
II.4.2	Durée de la sécheresse.....	16
III	ANALYSE DE L’EVOLUTION DE LA SECHERESSE DANS LA REGION D’ANDROY.....	18
III.1	Localisation de la zone d’étude .....	18
III.1.1	Région de l’Androy .....	18
III.2	Données pluviométriques .....	19
III.3	Résultats .....	20
III.3.1	Analyses des années sèches.....	20
	Le tableau 4 montre le pourcentage des années sèches dans la région .....	20
	Nous avons relevé les tableaux récapitulatifs ci-après :.....	20
III.3.1.1	Le SPI dans la station d’Ambovombe.....	20
III.3.1.2	SPI dans la station de Bekily .....	21
III.3.1.3	SPI dans la station de Beloha.....	22
III.3.1.4	SPI dans la station de Faux Cap.....	23

III.3.1.5	SPI dans la station de Tranoroa.....	24
III.3.1.6	SPI dans la station de Tsihombe .....	25
III.3.2	Années modérément secs : SPI entre -1 à -1.49 .....	27
III.3.3	Années sévèrement sèches : SPI entre -1.5 à -1.99 .....	30
III.3.4	Année extrêmement sèches : SPI inférieur -2 .....	32
III.3.5	Durée de la sécheresse.....	32
III.4	EVOLUTION DE LA SECHERESSE.....	33
III.4.1	Evolution de la sècheresse en 1990.....	33
III.4.2	Evolution de la sècheresse en 1991 .....	33
III.4.3	Evolution de la sècheresse en 1992.....	34
III.4.4	Evolution de la sècheresse en 2014.....	35
	CONCLUSION .....	42
	BIBLIOGRAPHIE ET WEBOGRAPHIE .....	43
	RESUME.....	44

## LISTES DES FIGURES

Figure 1 : Organigramme de la Direction de la Météorologie Appliquée.....	3
Figure 2 : Cycle de la gestion des risques .....	8
Figure 3 : Localisation de la zone d'étude .....	18
Figure 4 : SPI3 dans la station d' Ambovombe au cours de cette période de 1983-2014.....	21
Figure 5 : SPI3 dans la station de Bekily au cours de cette période de 1983-2014 .....	22
Figure 6 SPI3 dans la station de Beloha au cours de cette période de 1983-2014.....	23
Figure 7 : SPI3 dans la station de Faux cap au cours de cette période de 1983-2014 .....	24
Figure 8 : SPI3 dans la station de Tranoroa au cours de cette période de 1983-2014 .....	25
Figure 9 : SPI3 dans la station de Tsihombe au cours de cette période de 1983-2014.....	26
Figure 10 : Evolution de la sécheresse en 1990 .....	36
Figure 11 : Evolution de la sécheresse en 1991 .....	37
Figure 12 : Evolution de la sécheresse en 1992 .....	38
Figure 13 : Evolution de la sécheresse en 2014 .....	39

## **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1: Valeurs de l'indice SPI.....	14
Tableau 2: Identification des stations.....	18
Tableau 3: Répartition et densité de population par District – Superficie par District .....	19
Tableau 4 : Comparatif des pourcentages des années sèches.....	20
Tableau 5 : Années modérément sèches dans les six stations de 1983 à 2014 .....	28
Tableau 6 : Années sévèrement sèches dans les six stations de 1983 à 2014.....	31
Tableau 7: Années extrêmement sèche dans les six stations de 1983 à 2014.....	32

## **LISTE DES ACRONYMES**

DMA : Direction de la Météorologie Appliquée  
SMA : Service de La Météorologie Agricole  
DAAG : Division Assistance Agrométéorologique  
DCMA : Division Calculs et Modélisation Agrométéorologues  
SCCC : Service de la Climatologie et du Changement Climatique  
DCLIM : Division Climatologie  
DECCM : Division Evaluation du Changement Climatique et Mitigation  
SAM : Service des Applications Météorologiques  
DTHA : Division Techniques Hydrométéorologiques Appliqués  
DACC : Division Adaptation au Changement Climatique  
SECR DMA : Secrétariat de la Direction Météorologie Appliquée  
PCFP : Planification, Finances, Comptabilité  
LAMAP : Laboratoire de Météorologie Appliquée  
MATOS : Modification Artificielle du Temps et Observations Spécialisées  
MICROMET : Micrométéorologie  
HAPBV : Hydrologie Appliquée et Petits Bassins Versants  
CDAM : Conception et Diffusion des Applications Météorologiques  
OMM : Organisation Mondial de la Météorologie  
SPI : Satandardized Precipitation Index  
RGUI : R Graphical User Interface  
QGIS : Quantum Geographic Information System  
NOAA : National Oceanic and Atmospheric Administration

## INTRODUCTION

La sécheresse est un phénomène qui affecte les différents secteurs de l'économie nationale, entrave le développement agricole, rural et ralentit la croissance économique du pays. Sa gestion nécessite de mettre à la disposition des différents décideurs les informations nécessaires pour la suivre et la détecter au moment opportun et, par conséquent, de déclencher les mesures d'atténuation et les programmes de réponses qui permettent de minimiser ses impacts agricole, économique, environnemental et social. C'est la raison de la nécessité d'élaborer et de mettre en place un système efficace d'alerte précoce à la sécheresse [1]

En fait, la sécheresse à travers les définitions qui lui sont données retient un type identifié dans le présent travail la sécheresse, laquelle engendre des impacts sur la sécheresse agricole et la sécheresse socio économique. Notre objectif est d'étudier l'évolution de la sécheresse dans la région d'Androy, depuis 1983 jusqu'à 2014. Notre étude est basée sur l'analyse de donnée pluviométrique entre cette période.

Parmi les différentes méthodes on s'intéresse par le SPI parce qu'il offre une bonne souplesse d'utilisation c'est-à-dire il est possible de le calculer pour de multiples échelles de temps. Quand il porte sur un laps de temps relativement court, entre 1 et 3 mois par exemple, l'indice SPI permet de détecter rapidement les situations de sécheresse et d'en évaluer la gravité. Mais le SPI3 sera considéré dans cette étude. Cet indice est reconnu à l'échelle internationale, par exemple par l'Organisation Météorologique Mondiale pour le SPI.

Ce travail comporte trois chapitres :

- Le premier chapitre sera axé sur la structure de l'organisation de la Direction Météorologie Appliquée et généralité sur la sécheresse.
- Le second développera la gestion et prévention de la sécheresse,
- Et le troisième consistera à l'analyser l'évolution de la sécheresse dans la région d'Androy.

**CHAPITRE I : LA STRUCTURE DE  
L'ORGANISATION DE LA DIRECTION DE LA  
METEOROLOGIE APPLIQUEE ET GENERALITES  
SUR LA SECHERESSE**

# I LA STRUCTURE DE L'ORGANISATION DE LA DIRECTION METEOROLOGIE APPLIQUEE ET GENERALITE SUR LA SECHERESSE

## I.1 Création du service Météorologie Malgache

Le Service Météorologique Malgache a été créé aux années 1929 sous le régime colonial. C'était en Août 1929 que le Ministre des Colonies Mr André MAGINOT a fait la demande au près du Président de la République de la création du service météorologique MALGACHE. Cette demande a eu lieu grâce à une compréhension meilleure des lois de l'atmosphère et aussi grâce à une organisation plus complète des services météorologiques, afin de pouvoir diminuer les dangers que couraient les aviateurs, les marins, les pêcheurs de la région et aussi de pouvoir protéger les populations parmi lesquelles le passage des cyclones, typhons faisait victimes [2].

La DMA est composée de 3 Services (figure 1) :

➤ Le Service de La Météorologie Agricole (SMA)

Le SMA est composé de 2 Divisions

➤ Division Assistance Agrométéorologique (**DAAG**)

➤ Division Calculs et Modélisation Agrométéorologiques (**DCMA**)

➤ Le Service de la Climatologie et du Changement Climatique (SCCC)

Le SMA est composé de 2 Divisions

➤ Division Climatologie (**DCLIM**)

➤ Division Evaluation du Changement Climatique et Mitigation (**DECCM**)

➤ Le Service des Applications Météorologiques (SAM)

Le SMA est composé de 2 Divisions

➤ Division Techniques Hydrométéorologiques Appliqués (**DTHA**)

➤ Division Adaptation au Changement Climatique (**DACC**)

Les structures suivantes sont directement rattachées à la DMA

➤ Secrétariat DMA (**SECR DMA**)

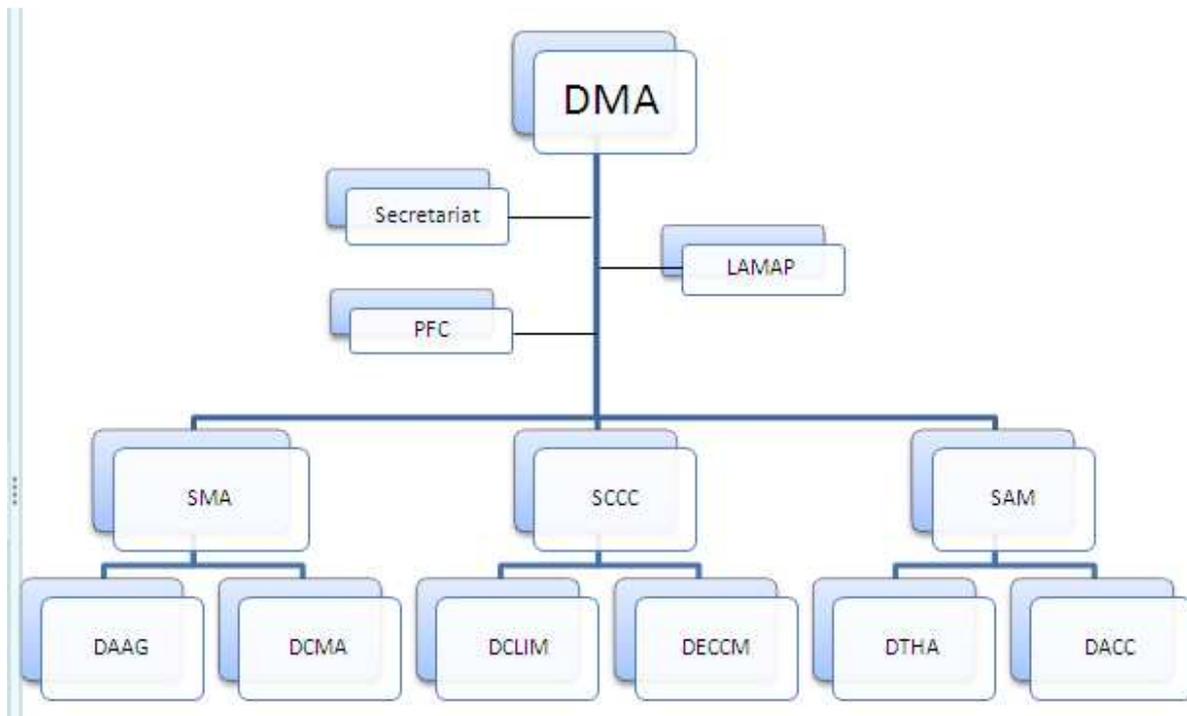
➤ Planification, Finances, Comptabilité (**PCF**)

➤ Laboratoire de Météorologie Appliquée (**LAMAP**)

Le LAMAP est constitué de 4 unités

Unité Modification Artificielle du Temps et Observations Spécialisées (**MATOS**)

Unité Micrométéorologie et Agrométéorologie (**MICROMET**)



**Figure 1 : Organigramme de la Direction de la Météorologie Appliquée**

## **I.2 Définition de la sécheresse**

La sécheresse n'a pas de définition universelle, « il y a autant des définitions de la sécheresse qu'il y a d'utilisation de l'eau »

Mais nous pouvons dire que la sécheresse est un déficit des disponibilités en eau par rapport à une situation considérée comme normale pour une période donnée et une région déterminée. On distingue deux genres des définitions de la sécheresse :

### **I.2.1 Définition conceptuelle**

La définition conceptuelle est formulée en terme général pour aider l'audience à comprendre le concept de la sécheresse. Par exemple, la sécheresse est un prolongement de la période de déficience pluviométrique entraînant des dommages importants sur les cultures et, par conséquent, des pertes de Production.

### **I.2.2 Définition opérationnelle**

Par ailleurs, les définitions opérationnelles aident les gens à identifier l'importance et le degré de sévérité de la sécheresse. Selon le domaine considéré, nous distinguons quatre grands types de sécheresse : météorologique, agricole, hydrologique et socioéconomique. Ces types de sécheresse ne peuvent pas se manifester simultanément, mais la sécheresse météorologique reste l'élément moteur des autres.

### ***1.2.2.1 Sécheresse Météorologique***

Ce type de sécheresse se traduit par une absence prolongée, un déficit marqué ou une faible distribution des précipitations enregistrées durant une période donnée et ce, par rapport à la moyenne des précipitations calculée par référence à la normale climatique (une série de données supérieures ou égales à 30 ans). En d'autres termes, la sécheresse météorologique est l'expression de la déviation de la précipitation, pendant une durée donnée, par rapport à la normale [3].

### ***1.2.2.2 Sécheresse hydrologique***

La sécheresse hydrologique est la réduction de l'écoulement superficiel dans les cours d'eau et, par conséquent, elle conduit à une diminution des volumes stockés dans les ouvrages hydrauliques et à une baisse naturelle du niveau d'eau dans les nappes souterraines [3]. Le présent travail a été effectué en calculant les indices de sécheresse, mis en évidence suite à une synthèse bibliographique, dans le but d'identifier et de caractériser ces deux types de sécheresses et d'étudier l'impact de la sécheresse météorologique sur la sécheresse hydrologique.

### ***1.2.2.3 Sécheresse agricole***

Elle se traduit par une réduction significative de la production agricole par comparaison à une campagne normale, suite à un déficit marqué et soutenu des précipitations [3]. Autrement, ce phénomène se manifeste par une insuffisance de l'humidité au sol agricole nécessaire pour satisfaire les besoins d'une culture donnée à un stade bien précis de son développement. Cette sécheresse est due à des insolation et de températures élevées.

### ***1.2.2.4 Sécheresse socioéconomique***

La sécheresse de type socioéconomique diffère fortement des autres types de sécheresse du fait qu'elle reflète la relation entre l'offre et la demande de certaines denrées ou de certains biens économiques (eau, fourrage pour le bétail, énergie hydroélectrique, etc.) qui sont tributaires des précipitations. L'offre varie annuellement en fonction des précipitations ou de l'eau disponible; la demande varie également et est souvent associée à une évolution positive due, par exemple, à une augmentation de la population, au développement ou à d'autres facteurs.

Dans cette étude, seule la sécheresse météorologique sera prise en considération.

## **I.3 Quelques définitions clés sur la gestion des risques des catastrophes**

### **I.3.1 Vulnérabilité**

C'est une condition qui affecte défavorablement la capacité des ménages à se protéger contre la dégradation de leur bien être socio-économique et environnemental.

### **I.3.2 Risque**

C'est la probabilité selon laquelle il y aura des pertes en conséquence d'un événement défavorable, vu le danger et la vulnérabilité. Les pertes attendues (pertes en vies humaines, blessés, dommages à la propriété et perturbation grave des activités économiques), causées par un aléa particulier.

Le risque (R) peut être déterminé comme un produit du danger (D) et la vulnérabilité (V).  
C'est-à-dire  $R = D \times V$

### **I.3.3 Catastrophe**

C'est une grave perturbation d'une société, causant des pertes étendues en vies humaines, en biens et dans l'environnement, au point de dépasser les possibilités de la société frappée d'y faire face en recourant à ses seules ressources. L'impact d'un choc ne devient une catastrophe que si la vulnérabilité vivant dans la zone touchée est très accrue.

### **I.3.4 Situation d'urgence**

La situation d'urgence, est créée par l'apparition réelle ou imminente d'un événement qui impose une attention immédiate.

Une situation d'urgence est cas où la société est capable de faire face. Elle est créée par l'apparition réelle ou imminente d'un événement qui nécessite de l'attention immédiate et qui l'impose aux ressources en cas d'urgence.

### **I.3.5 Danger**

Le danger est le potentiel d'un événement naturel ou causé par l'homme d'entraîner des conséquences négatives. Un danger peut devenir une situation d'urgence ; lorsque la situation d'urgence dépasse le contrôle par la population, il devient une catastrophe.

Il existe trois niveaux, à savoir :

- Arrivée lente : événement défavorable lent à se développer ; avant tout la situation se développe ;
- Le second niveau est la situation d'urgence ;
- Le troisième niveau est une situation de catastrophe. Par exemple, la sécheresse, les contestations civiles, l'épidémie, etc.

## CHAPITRE II : GESTION ET PREVENTION DE LA SECHERESSE

## **II GESTION ET PREVENTION DE LA SECHERESSE**

Bien que ne pouvant supprimer les aléas, par contre, il est possible d'atténuer leurs impacts sur la population, en intervenant sur les facteurs aggravant la vulnérabilité des ménages bien avant l'apparition d'un aléa potentiel. C'est la gestion des risques et des catastrophes.

La gestion des risques des catastrophes est l'ensemble des politiques et décisions administratives, ainsi que les activités opérationnelles qui concernent les différentes phases d'une éventuelle catastrophe (y compris sa prévention), à tous les niveaux de décision.

### **II.1 Politique de gestion de la sécheresse et plans de préparation**

#### **II.1.1 Grandes lignes**

La sécheresse est un phénomène naturel complexe. Ses impacts résultent de nombreux paramètres climatiques et d'un large éventail de conditions sociales qui déterminent le degré de résilience d'une société. La vulnérabilité d'une région, d'un secteur économique ou d'un groupe donné dépend entre autres de la croissance démographique, de la répartition de la population et de l'évolution des modes de production et de consommation.

Beaucoup d'autres facteurs entrent en jeu :

- la pauvreté
- la fragilité des zones rurales,
- la faiblesse ou l'inefficacité des mécanismes de gouvernance
- le changement d'affectation des terres
- la détérioration du milieu naturel
- la sensibilisation à l'environnement et la réglementation environnementale et l'application de politiques publiques dépassées ou inefficaces.

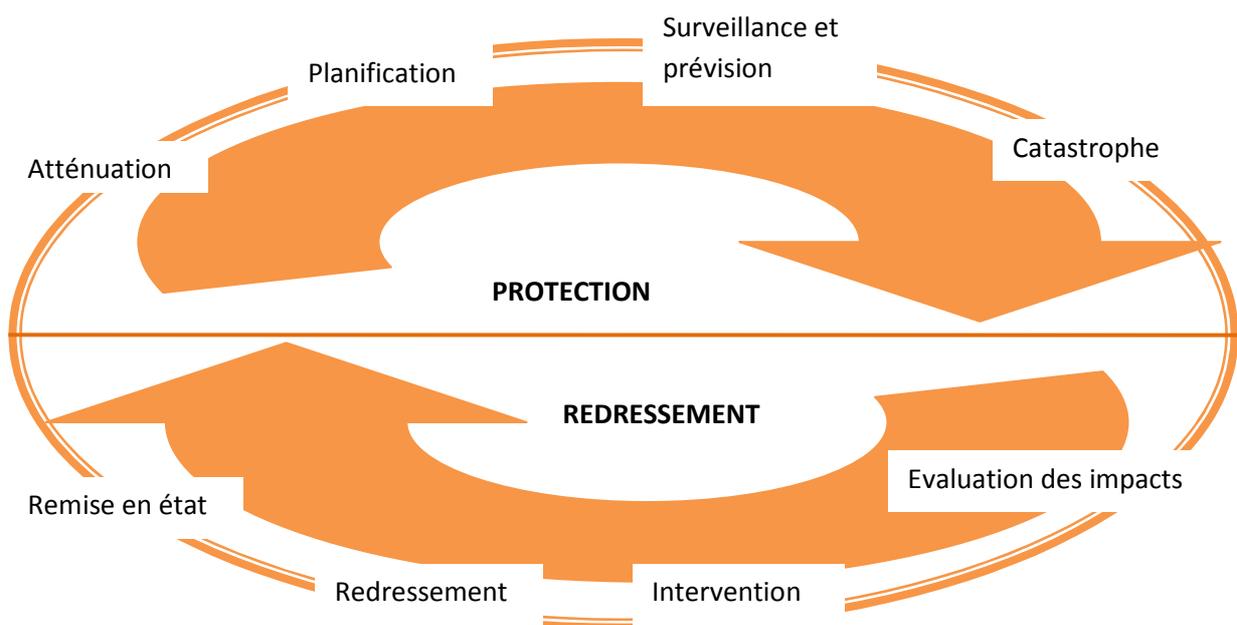
Elaborer une politique nationale de gestion de la sécheresse et de plans de préparation sous-nationaux peut comporter des difficultés, mais la capacité d'adaptation de la société face à de tels bouleversements climatiques en sera grandement affermie. Les lignes directrices présentées ici visaient, avant tout, à proposer un modèle d'action, afin que la démarche ne semble pas insurmontable.

Il existe différents moyens de promouvoir la gestion des risques, à savoir:

- Favoriser l’affinement et l’utilisation des prévisions à échéance d’une saison ou moins;
- Mettre en place des systèmes intégrés de surveillance, d’alerte précoce et de diffusion de l’information;
- Élaborer des plans de préparation aux différents échelons de l’administration publique;
- Adopter des mesures et des programmes d’atténuation;
- Créer un filet de protection au moyen de plans d’intervention d’urgence qui procurent des secours rapides et ciblés;
- Mettre en place une structure qui facilite la coordination au sein des différents niveaux de l’administration publique, entre ceux-ci et avec les parties prenantes.

### II.1.2 Cycles de gestion de risque

#### Gestion des risques



#### Gestion de crise

**Figure 2 : Cycle de la gestion des risques** (Source: National Drought Mitigation Center, Université du Nebraska à Lincoln)

### **II.1.3 Gestion de crise**

Dans la gestion de crise, les gouvernements et les donateurs réagissent par l'évaluation des impacts, l'intervention, le redressement et la remise en état de la région ou de la localité, afin de rétablir les mêmes conditions qu'avant. Ils s'intéressaient peu à la préparation, à l'atténuation, à la prévision et à l'alerte précoce (qui constituent la gestion des risques) ou à l'adoption d'une politique nationale fondée sur les risques qui permettrait d'éviter ou de réduire les impacts et qui rendrait leur intervention moins nécessaire à l'avenir. La gestion de crise s'attaque uniquement aux symptômes de la sécheresse, tels qu'ils se manifestent dans des impacts directs ou indirects [4].

### **II.1.4 Gestion des risques**

La gestion des risques constitue la préparation, l'atténuation, Un modèle d'action prévision et l'alerte précoce. Pour sa part, elle s'emploie à déterminer quels secteurs, régions, localités ou groupes sont particulièrement vulnérables et à remédier à la situation par l'application systématique de mesures d'atténuation et d'adaptation lesquelles diminuent le danger.

### **II.1.5 Atténuation de la sécheresse**

La gestion des catastrophes est avant tout d'empêcher dans la mesure du possible, la catastrophe ou d'atténuer celles qui sont inévitables [5]. Quatre ensembles d'outils qui pourraient servir à prévenir ou atténuer les catastrophes sont :

- Gestion du risque et réduction de la vulnérabilité,
- Diversification économique,
- Intervention et engagement politiques,
- Sensibilisation du public.

Il s'agit de :

- Deux aspects d'atténuation,
- L'identification du danger et analyse de la vulnérabilité,
- Diverses stratégies ou mesures d'atténuation.

### **II.1.6 Identification du danger et analyse de la vulnérabilité**

Il faut y retenir :

- Les facteurs de la vulnérabilité,
- La pauvreté,
- La croissance démographique,
- L'insécurité alimentaire,

- La dégradation de l'environnement,
- L'infrastructure,
- Le manque d'éducation et d'information,
- La situation sanitaire,
- L'accès à l'eau,
- Le facteur socioculturel.

Un danger peut provoquer toute une chaîne de catastrophes naturelles, les grands incidents provoqués par l'homme et les crises de ressources qui vont préoccuper toute la collectivité et non seulement les agents de la gestion des mesures d'urgence. L'idéal pour les collectivités est de toujours se préparer contre tout type de dangers. Ce qui en pratique, n'est pas possible. La préparation contre un danger ou une catastrophe peut augmenter le risque d'un autre. Une première étape très importante dans l'atténuation est de déterminer les dangers qui ont le plus de potentiel à frapper une région [5].

La partie la plus indispensable pour mettre en œuvre une stratégie d'atténuation est la compréhension entière de la nature de la menace, car les dangers rencontrés varient d'une région à l'autre et d'un danger à l'autre. Certaines régions sont plus exposées aux inondations et à la sécheresse; d'autres sont dans la zone cyclonique. Pour toute zone donnée, il faut donc impérativement connaître les dangers les plus probables.

Réajuster les programmes de développement normaux pour réduire les pertes. À titre d'exemple, les variétés des cultures qui résistent mieux à la sécheresse peuvent souvent être introduites dans les zones plus exposées aux sécheresses.

Diversification économique : dans les zones où la principale ou seule source de revenu peut être menacée, il faut tenter de diversifier l'économie et d'introduire les activités économiques qui sont moins vulnérables. La diversification est extrêmement importante là où les économies reposent sur une seule culture commerciale.

Développer des activités économiques résistant aux catastrophes. Certaines d'entre elles ne sont pas trop touchées par les catastrophes.

**CATASTROPHE = VULNERABILITE + ALEA**

## **II.2 Planification contre la catastrophe**

Un des objectifs est de mettre en place des plans retenus d'accord parties, qui sont praticables, et pour lesquels un engagement et les ressources nécessaires sont relativement assurés.

Ces plans de préparation devraient inclure:

- l'analyse de risque,
- des normes améliorées régissant la collecte de données,
- des plans d'évacuation et de création d'abris,
- un inventaire des ressources,
- des éléments visant la formation,
- la répartition des responsabilités concernant la réhabilitation,
- une législation de soutien,
- des enquêtes économiques et sociales,
- la participation locale.

La planification est le thème essentiel de l'ensemble des activités de préparation contre les catastrophes. Planifier la préparation, signifie obtenir des accords de personnes ou d'agences, accords fixant les services à fournir en situation d'urgence, afin d'en assurer une réponse efficace et coordonnée.

## **II.3 Prévention contre la sécheresse**

### **II.3.1 Objectifs**

Il consiste à :

- Assurer la survie du plus grand nombre possible de victimes, les maintenant dans le meilleur état de santé possible, vu les circonstances.
- Répondre à leurs besoins élémentaires en abris, eau, nourriture, et soins médicaux.
- Rétablir l'autonomie individuelle et les services essentiels aussi rapidement que possible pour tous les groupes de la population, en portant une attention spéciale à ceux dont les besoins sont les plus grands: les plus vulnérables et les moins privilégiés.

### **II.3.2 Mesure d'urgence**

Des mesures à prendre à considérer sont le:

- Déclenchement des systèmes d'alertes et d'avertissement
- Evaluation des besoins et des ressources.
- Déclenchement du plan d'opération d'urgence

- Gestion des medias
- Communication et gestion de l'information

Exposée ci-après la méthode en dix étapes donne cet aperçu de la façon de mettre en place une telle politique et des plans de préparation. Il s'agit d'un modèle général, d'une feuille de route qui doit être adaptée aux capacités institutionnelles, à la structure administrative et aux moyens techniques présents dans le pays.

### **II.3.3 La politique de gestion de la sécheresse**

Les dix étapes à suivre pour établir une politique de gestion de la sécheresse et des plans de préparation sont les suivantes:

- Étape 1: Créer une commission chargée de la politique nationale de gestion de la sécheresse ;
- Étape 2: Énoncer ou préciser les buts et les objectifs d'une politique nationale de gestion de la sécheresse fondée sur les risques ;
- Étape 3: Inviter les parties intéressées à participer au processus, cerner et résoudre les conflits entre les principaux secteurs consommateurs des ressources en eau, sans négliger les aspects transfrontières ;
- Étape 4: Recenser les données et les moyens financiers disponibles et identifier les groupes menacés ;
- Étape 5: Définir les grands principes de la politique nationale de gestion de la sécheresse et des plans de préparation, notamment le suivi, l'alerte précoce et la prévision, l'évaluation des risques et des impacts, l'atténuation et l'intervention ;
- Étape 6: Déterminer les recherches à entreprendre et combler les lacunes d'ordre institutionnel ;
- Étape 7: Intégrer les aspects scientifiques et politiques de la gestion de la sécheresse ;
- Étape 8: Faire connaître la politique nationale de gestion de la sécheresse et les plans de préparation, en expliquer le contenu et obtenir l'adhésion de la population ;
- Étape 9: Élaborer des programmes de sensibilisation à l'intention de tous les groupes d'âge et de toutes les parties intéressées ;
- Étape 10: Évaluer et revoir la politique nationale de gestion de la sécheresse et les plans de préparation.

## **II.4 Classification de la sécheresse**

En l'absence d'une définition précise et unique de la sécheresse, différents indices et méthodes ont été développés pour caractériser la sécheresse. En effet, ces indices permettent

d'en identifier les différents types (météorologique, agricole et hydrologique), leur sévérité, leur durée, leur probabilité de récurrence, leur période de retour et son étendu spatial. En plus, ils constituent un outil de communication avec une large audience. Pour la plupart, ils sont fondés sur deux concepts à savoir : l'année normale, et le seuil qui indique la sécheresse.

#### II.4.1 Indice de sécheresse

Il s'agit de l'indice standardisé de précipitation (SPI) qui englobe le SPI sur 1 mois, SPI sur 3 mois, SPI sur 6 mois, SPI sur 9 mois et SPI sur 12 jusqu'à 24 mois.

Le SPI, c'est un indicateur statistique utilisé pour la caractérisation des sécheresses locales ou régionales. Basé sur un historique de précipitation de longue durée, le SPI permet de quantifier l'écart des précipitations d'une période, déficit ou surplus, par rapport aux précipitations moyennes historiques de la période. Cette période varie généralement de 3 mois à 2 ans, selon le type de sécheresse que l'on désire suivre [6]

$$SPI = \frac{(P - P_m)}{\sigma P}$$

P : Précipitation totale d'une période (mm)

$P_m$  : Précipitation moyenne historique de la période (mm)

$\sigma P$ : Ecart-type historique des précipitations de la période (mm)

Le calcul de l'indice SPI en un lieu, quel qu'il soit, est basé sur une historique de précipitations sur une longue durée correspondant au laps de temps étudié. Ajuster une distribution de probabilité à cette longue série de relevés, puis la transforme en une distribution normale pour que l'indice SPI moyen, du lieu considéré et pour le laps de temps étudié, soit égal à zéro. Les valeurs positives de l'indice SPI indiquent des précipitations supérieures à la médiane et les valeurs négatives, des précipitations inférieures à la médiane. Étant donné que l'indice est normalisé, il est possible de représenter, de la même manière, les climats humides et les climats arides; ainsi est-il possible aussi, grâce à l'indice SPI, d'assurer une surveillance des périodes humides [6].

Le système de classification figurant dans le tableau des valeurs de l'indice SPI ci-après (tableau 1) pour définir l'intensité des épisodes de sécheresse en fonction de la valeur de l'indice. Ils ont aussi défini les critères d'un épisode de sécheresse pour une échelle de temps quelle qu'elle soit. Une sécheresse sévit quand l'indice présente de façon continue une valeur négative de -1,0 ou moins et se termine lorsque l'indice devient positif. Par conséquent, pour

chaque épisode de sécheresse est distingué une durée, avec un commencement et une fin, et une intensité pour chaque mois durant lequel l'épisode se poursuit. Pour obtenir ce que l'on peut appeler la «magnitude» de la sécheresse, il suffit d'ajouter toutes les valeurs de l'indice pour l'ensemble des mois sur lesquels porte cet épisode.

Tableau1: Valeurs de l'indice SPI(6)

<b>SPI</b>	<b>Classe</b>
2,0 et plus	Extrêmement humide
de 1,5 à 1,99	Très humide
de 1,0 à 1,49	Modérément humide
de -0,99 à 0,99	Proche de la normale
de -1,0 à -1,49	Modérément sec
de -1,5 à -1,99	Très sec
-2 et moins	Extrêmement sec

#### **II.4.1.1 Indice SPI sur 1 mois**

Une carte de l'indice SPI calculé sur 1 mois ressemble beaucoup à une carte représentant le pourcentage de la normale des précipitations sur une période de 30 jours. En fait l'indice dérivé offre une représentation plus exacte des précipitations mensuelles, car la distribution est normalisée.

À titre d'exemple, l'indice SPI sur 1 mois se terminant fin novembre établit la comparaison entre le total mensuel des précipitations pour novembre de l'année examinée et les totaux mensuels des précipitations en novembre de toutes les années disposant de relevés. Comme l'indice SPI sur 1 mois représente des conditions à courte échéance, ses applications sont en rapport étroit avec les sécheresses de type météorologique ainsi qu'avec l'humidité du sol à court terme et le stress hydrique subi par les cultures, en particulier au cours de la période végétative. L'indice SPI sur 1 mois peut fournir une approximation des conditions représentées par l'indice d'humidité des cultures, qui fait partie de la série d'indices que regroupe l'indice de sécheresse de Palmer. Il est possible de mal interpréter l'indice SPI sur 1 mois en tenant pas compte des caractéristiques climatiques du lieu. Dans les régions où il est normal que les pluies soient faibles au cours d'un mois donné, il est possible d'obtenir des valeurs négatives ou positives importantes, alors que l'écart par rapport à la moyenne est relativement faible. L'indice SPI sur 1 mois peut aussi induire en erreur lorsque les valeurs des précipitations sont inférieures à la normale dans des régions où, pour le mois considéré, le

total normal des précipitations est faible. Tout comme les cartes du pourcentage de la normale des précipitations, celles de l'indice SPI sur 1 mois fournissent des informations utiles, mais il faut faire preuve de prudence pour les analyses.

#### **II.4.1.2 Indice SPI sur 3 mois**

L'indice SPI sur 3 mois établit la comparaison entre le total des précipitations sur la période de trois mois examinée et les totaux des précipitations pour cette même période de trois mois de toutes les années disposant des relevés. En d'autres termes, l'indice SPI sur 3 mois se terminant fin février permet de comparer le cumul des précipitations des mois de décembre, janvier et février de l'année examinée aux cumuls de celles de décembre à février de toutes les années figurant dans l'historique des observations exécutées à la station étudiée. A chaque nouvelle année, les données d'observations viennent s'ajouter à la série des relevés dont la durée gagne ainsi une année et les valeurs de toutes les années sont une nouvelle fois prises en compte. Les valeurs peuvent alors évoluer, ce sera le cas pour comparer, d'un point de vue historique et statistique, l'année en cours avec toutes les années précédentes composant la série chronologique des observations.

#### **II.4.1.3 Indice SPI sur 6 mois**

L'indice SPI sur 6 mois établit la comparaison entre les précipitations sur la période de six mois examinée et les totaux des précipitations à cette même période de six mois de toutes les années disposant de relevés. À titre d'exemple, un indice SPI sur 6 mois se terminant fin septembre permet de comparer le cumul des précipitations d'avril à septembre de l'année examinée aux cumuls de précipitations de cette même période pour toutes les années écoulées.

L'indice SPI sur 6 mois fournit une indication sur les tendances des précipitations sur une saison et jusqu'à moyenne échéances en considérant que, pour cette échelle de temps, il présente encore davantage de sensibilité aux conditions que l'indice Palmer. Un indice SPI sur 6 mois peut se révéler très performant pour mettre en évidence les précipitations sur des saisons bien précises. À titre d'exemple, un indice SPI sur 6 mois se terminant fin mars fournirait une très bonne indication des quantités de précipitations observées au cours de la saison humide allant d'octobre à mars, qui revêt une grande importance pour certaines zones méditerranéennes. À partir de 6 mois, on peut aussi commencer à associer l'information que fournit un indice SPI avec les anomalies du débit des cours d'eau et des niveaux des réservoirs, selon la région et la période de l'année considérées.

#### **II.4.1.4 Indice SPI sur 9 mois**

L'indice SPI sur 9 mois fournit une indication sur les régimes de précipitations intersaisonniers, à moyenne échéance. En général il faut au moins une saison pour que des conditions de sécheresse s'installent. Un indice SPI établi sur 9 mois et présentant des valeurs inférieures à -1,5 est habituellement un bon indicateur de conditions sèches aux conséquences importantes pour l'agriculture et pouvant affecter d'autres secteurs également. Pour certaines régions, cela permettra de s'apercevoir que la représentation cartographique de l'indice Palmer correspond assez bien à celle de l'indice SPI sur 9 mois. Pour d'autres régions, le rapprochement se fera davantage entre l'indice Palmer et l'indice SPI sur 12 mois. C'est à partir de 9 mois commencer à établir le lien entre une sécheresse saisonnière de courte durée et une sécheresse à plus long terme pouvant se transformer en sécheresse hydrologique ou en sécheresse s'étalant sur plusieurs années.

#### **II.4.1.5 Indice SPI sur 12 mois et jusqu'à 24 mois**

À ces échelles de temps, l'indice SPI fournit une représentation des régimes de précipitations à longue échéance. L'indice SPI sur 12 mois établit la comparaison entre les précipitations sur une période de 12 mois consécutifs et celles enregistrées sur la même série de 12 mois consécutifs de toutes les années pour lesquelles on dispose de relevés. Étant donné que ces échelles de temps constituent le cumul de périodes plus courtes pouvant se situer au-dessus ou au-dessous de la normale, les valeurs des indices SPI établies sur une période relativement longue tendent à graviter autour de zéro, à moins qu'une tendance humide ou sèche bien distincte ne se soit installée. Les indices SPI pour ces échelles de temps sont en général associés au débit des cours d'eau, au niveau des réservoirs et au niveau des eaux souterraines à relativement long terme. Pour certaines stations, l'indice SPI sur 12 mois présente une bonne corrélation avec l'indice Palmer et les deux indices peuvent mettre en évidence des conditions analogues.

#### **II.4.2 Durée de la sécheresse**

La durée de la sécheresse -  $L(s)$  - est définie par le nombre d'intervalles consécutifs où la variable demeure au-dessous d'un seuil de troncature [7]. C'est le temps entre le début et la fin de l'événement de sécheresse, soit :

$$L(s) = i_f - i_i + 1$$

Où :

$i_f$  = fin de l'intervalle considéré

$i_i$  = début du même intervalle considéré.

CHAPITRE III : ANALYSE DE  
L'EVOLUTION DE LA SECHERESSE DANS  
LA REGION D'ANDROY

### III ANALYSE DE L'EVOLUTION DE LA SECHERESSE DANS LA REGION D'ANDROY

#### III.1 Localisation de la zone d'étude

##### III.1.1 Région de l'Androy

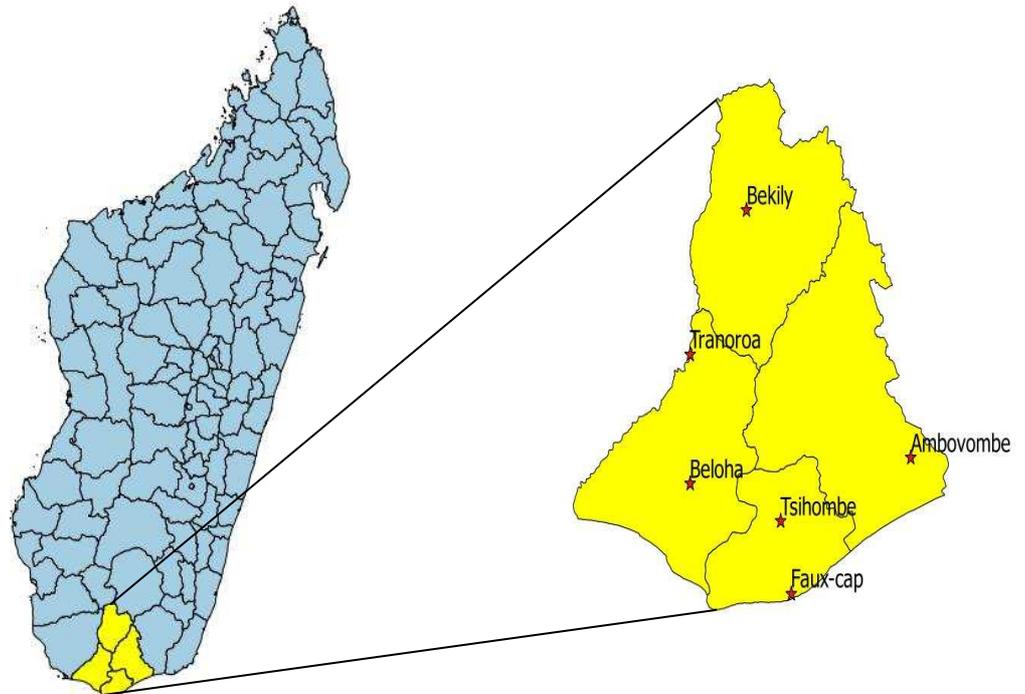


Figure 3 : Localisation de la zone d'étude

La carte de la figure 3 montre la zone d'étude, c'est-à-dire la région d'Androy qui est colorée en jaune, elle se situe entre  $44^{\circ}30$  à  $46^{\circ}16$  E de longitude et  $-25^{\circ}48$  à  $-23^{\circ}45$  S de latitude.

Géographiquement, elle est localisée dans l'extrême Sud de Madagascar, et s'étend sur 19 540 km<sup>2</sup>. Cette Région d'Androy, compte quatre Districts : Ambovombe-Androy, Bekily, Beloha-Androy et Tsihombe, 51 communes et 881 fokontany.

Tableau2: Identification des stations

Station	Latitude	Longitude
Bekily	$-24^{\circ}13$	$45^{\circ}19$
Beloha	$-25^{\circ}10$	$45^{\circ}28$
Tsihombe	$-25^{\circ}18$	$45^{\circ}28$
Tranoroa	$-24^{\circ}43$	$45^{\circ}30$
Ambovombe	$-25^{\circ}48$	$46^{\circ}60$
Faux cap	$-25^{\circ}33$	$45^{\circ}31$

Sa population totale est estimée en 2005 à 600 000 habitants caractérisée par des individus jeunes majoritairement ruraux.

Son taux d'accroissement démographique atteint 2,7 %, cette population doublera dans 25 ans si aucune mesure de planification familiale adéquate. Elle est majoritairement Antandroy, avec la présence non-négligeable d'autres groupes ethniques : Antanosy, Mahafaly, Merina et Betsileo.

Tableau3: Répartition et densité de population par District – Superficie par District

District/Région	Nombre de communes	Population totale	Superficie km <sup>2</sup>	Densité de population au km <sup>2</sup>
Ambovombe-Androy	19	265 142	6 617	40
Bekily	19	135 513	5 575	24
Beloha-Androy	6	76 515	4 667	16
Tsihombe	7	71 248	2 499	29
REGION ANDROY	51	548 418	19 538	28

### III.2 Données pluviométriques

Les données pluviométriques mensuelles entre janvier 1983 et décembre 2014 utilisées sont téléchargées sur le site de la NOAA

### III.3 Résultats

#### III.3.1 Analyses des années sèches

Le tableau 4 montre le pourcentage des années sèches dans la région

Nous avons relevé les tableaux récapitulatifs ci-après :

Tableau4 : Comparatif des pourcentages des années sèches

	% des Années sèches	% des Années modérément sèches	% des Années Sévèrement sèches	% des Années extrêmement sèches
<b>Ambovombe</b>	10,47	5,5	3,92	1,04
<b>Bekily</b>	10,99	6,8	3,66	0,52
<b>Beloha</b>	9,94	6,80	2,61	0,52
<b>Faux Cap</b>	12,04	7,85	3,14	1,04
<b>Tranoroa</b>	12,30	7,32	3,40	1,57
<b>Tsihombe</b>	11,51	6,54	4,45	0,52

L'indice standardisé des précipitations classe l'équivalent d'Ambovombe à 10.47% des années sèches, dont 5.5% en terme de sécheresse modérée, 3.92% en terme de sécheresse sévère et 1.04% de sécheresse extrême ;

Celui de Bekily est de 10.99% des années sèches dont 6.8% en terme de sécheresse modérée, 3.66% en terme de sécheresse sévère et 0.52% de sécheresse extrême ;

Celui de Beloha est de 9.94% des années sèches, dont 6.80% de sécheresse modérée, 2.61% en terme de sécheresse sévère et 0.52% de sécheresse extrême ;

Celui de Faux cap est de 12.04% des années sèches, dont 7.85% en terme de sécheresse modérée, 3.14% en terme de sécheresses sévère et 1.04% des sécheresses extrêmes ;

Celui de Tranoroa est de 12.30% des années sèches, dont 7.3% en terme de sécheresse modérée, 3.40% en terme de sécheresse sévère et 1.57% de sécheresse extrême ;

Celui de Tsihombe est de 11.51% des années sèches, dont 6.54% en termes de sécheresse modérée, 4.45% en termes de sécheresse sévère et 0.52% de sécheresse extrême.

#### **III.3.1.1 Le SPI dans la station d'Ambovombe**

Les tendances du SPI dans la station d'Ambovombe des années successives sur toute la série temporelle. En faisant le calcul de ces indices et en traçant les graphiques nous remarquons :

- des périodes à tendance sèche et des périodes à tendance humide, entrecoupées par des années sèches et humide. Ces séquences apparaissent à la même date au niveau de chaque station;
- avant 1994 la tendance est à la sécheresse, c'est-à-dire SPI inférieure à 0, en particulier, janvier 1985 à juin 1985 on voit une sécheresse extrême, octobre 1990 à décembre 1993 on remarque une sécheresse sévèrement sèche et elles sont entrecoupée de deux courtes à tendance humide entre mai 1989 à décembre 1989 et décembre 1986 à novembre 1987.
- que les années 1985, 1991, 1992 et 2010 sont sèches ;
- après 1994, la tendance est humide c'est-à-dire supérieure à 0 (1994, 2000, 2005, 2011).

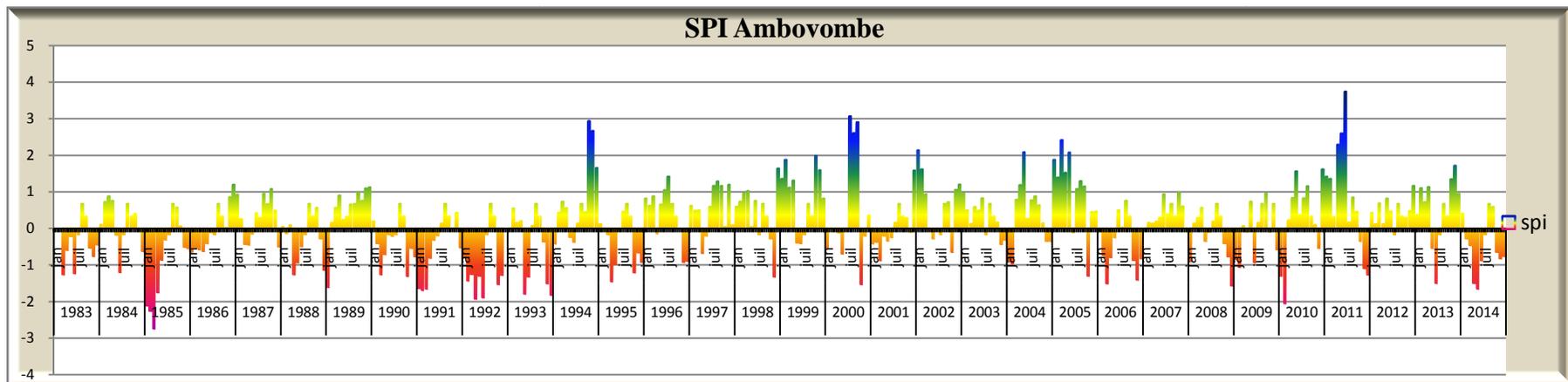


Figure 4 : SPI3 dans la station d' Ambovombe au cours de la période 1983 à 2014

### III.3.1.2 SPI dans la station de Bekily

Dans la station de Bekily, on voit des périodes à tendances humide et des périodes à tendance sèche entrecoupées par des années sèches et humide.

Avant 1994, la tendance est à la sécheresse c'est-à-dire SPI inférieure à 0, surtout entre les périodes de février 1985 à juin 1985(sévèrement sèche), janvier 1986 à mars 1986(sévèrement et extrêmement sèche), octobre 1990 à décembre 1990(sévèrement sèche) et janvier 1992 à juin 1992(extrêmement sèche).Elles sont entrecoupées par des années normal et humide.

Après 1994, la tendance est humide c'est-à-dire SPI supérieur à 0, en particulier octobre 1994 à décembre 1994(extrêmement humide), juillet 2000 à mars 2002(extrêmement humide), janvier 2005 juillet 2005(sévèrement et extrêmement humide) et mars 2010 à aout 2013(sévèrement humide) et elles sont entrecoupées par des périodes sèches (mars 1995 à décembre 1995, avril 1997 à mais 1997) et période normal.

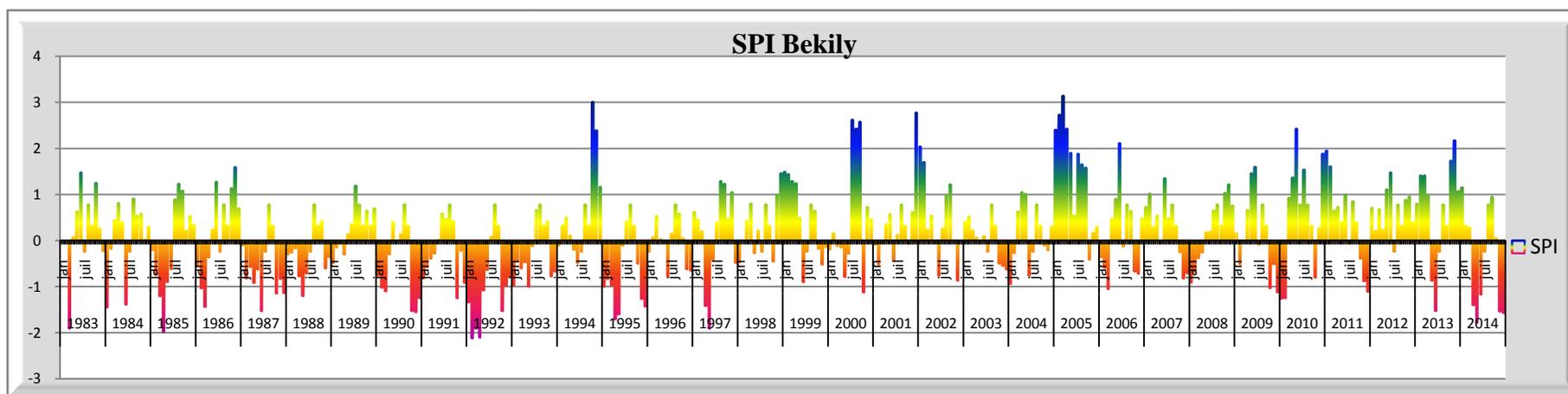


Figure 5 : SPI3 dans la station de Bekily au cours de cette période de 1983-2014

### III.3.1.3 SPI dans la station de Beloha

Dans la station de Beloha, on voit des périodes à tendance humide et des périodes à tendance sèche entrecoupées par des années sèches et humide.

Avant 1996, la tendance est à la sécheresse c'est-à-dire SPI inférieure à 0, surtout entre les périodes de mars 1983 à juin 1983(sévèrement sèche), janvier 1986 à mars 1986(sévèrement sèche), janvier 1992 à juin 1992(sévèrement et extrêmement sèche) et octobre 1996 à décembre

1996(sévèrement sèche).Elles sont entrecoupées par des années normal (aout 1992 aout 1996) et humide (juin 1989 janvier 1990 et décembre 1984 à janvier 1985).

Après 1996, la tendance est humide c'est-à-dire SPI supérieur à 0, en particulier janvier 1999 à octobre 2000(sévèrement humide), juillet 2001 à juin 2003(extrêmement humide), janvier 2005 juillet 2005(extrêmement humide) , mars 2010 à aout 2011(extrêmement humide) et elles sont entrecoupées par des périodes sèches et période normal.

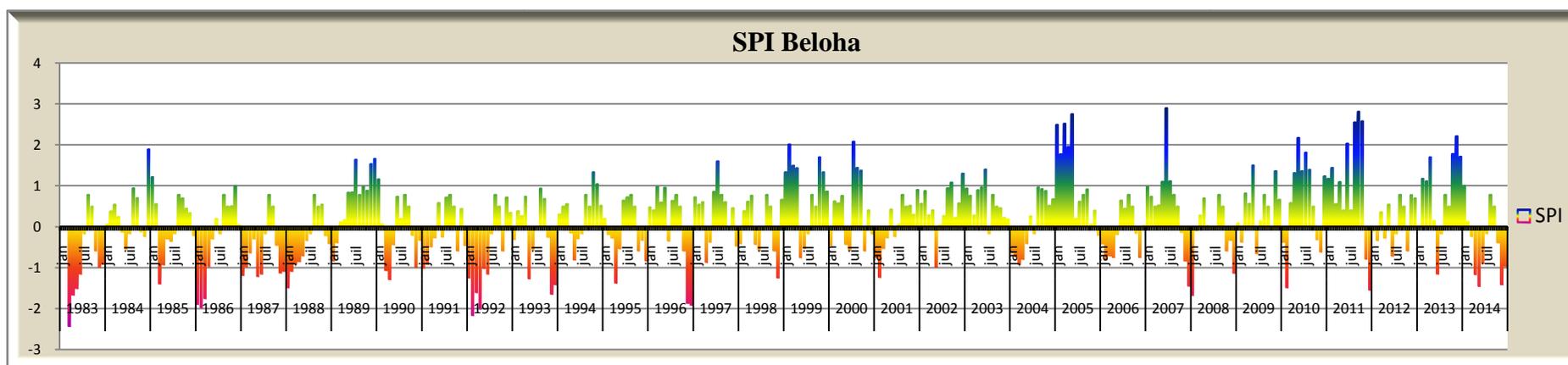


Figure 6 :SPI3 dans la station de Beloha au cours de cette période de 1983-2014

### III.3.1.4 SPI dans la station de Faux Cap

Dans la station de Faux Cap, on voit des périodes à tendances humides et des périodes à tendance sèche entrecoupées par des années sèches et humide.

Avant 1993, la tendance est à la sècheresse c'est-à-dire SPI inferieure à 0, surtout entre les périodes de mars 1993 à janvier 1994(modérément sèche), mars 1983 à juin 1983(modérément sèche) .Elles sont entrecoupées par des périodes normal et des périodes humides.

Après 1993, la tendance est humide c'est-à-dire SPI supérieure à 0, en particulier juillet 2000 à septembre 2000(extrêmement humide), juillet 2001 à février 2000(modérément humide), avril 2004 avril 2005(extrêmement humide) , janvier 2011 à décembre 2013(sévèrement humide) et elles sont entrecoupées par des périodes sèches et période normal.

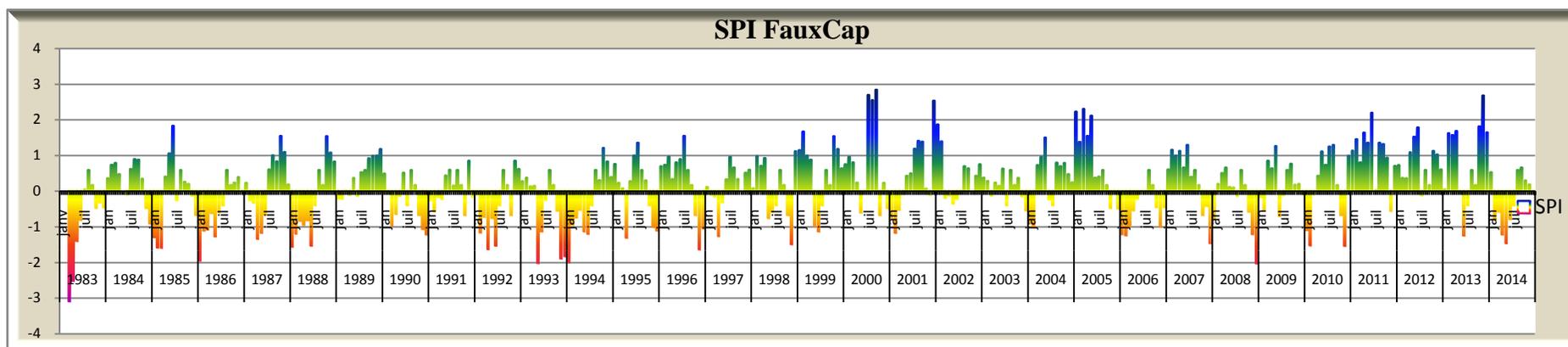


Figure 7 : SPI3 dans la station de Faux cap au cours de cette période de 1983-2014

### III.3.1.5 SPI dans la station de Tranoroa

D'après la figure,dans la station deTranoroa, on voit des périodes à tendance humide et des périodes à tendance sèche entrecoupées par des années sèches et humide.

Avant 1993, la tendance est à la sécheresse c'est-à-dire SPI inferieure à 0, surtout entre les périodes de février 1992 à novembre 1993(sévèrement et extrêmement sèche), mars 1983 juin 1983(modérément et extrêmement sèche), janvier 1995 à avril 1995(sévèrement sèche), février 1987 à février 1987(modérément sèche) et janvier 1992 à juin 1992(extrêmement sèche).Elles sont entrecoupées par des années normales et humides.

Après 1993, la tendance est humide c'est-à-dire SPI supérieure à 0, en particulier octobre 1994 à décembre 1994(extrêmement humide), juillet 2000 à juillet 2005(modérément et extrêmement humide), et elles sont entrecoupées par des périodes sèches entre décembre 2009 à février 2009, et période normal entre juillet 1995 à novembre 1998 et avril 2006 aout 2009.

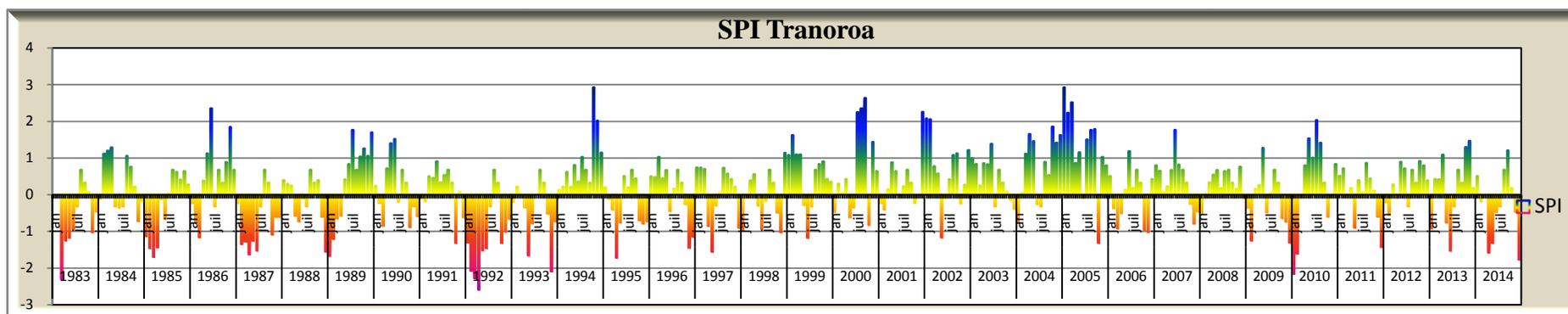


Figure 8 : SPI3 dans la station de Tranoroa au cours de cette période de 1983-2014

### III.3.1.6 SPI dans la station de Tsihombe

Dans la station de Tsihombe, on voit des périodes à tendance humide et des périodes à tendance sèche entrecoupées par des années sèches et humide.

Avant 1993, la tendance est à la sécheresse c'est-à-dire SPI inférieure à 0, surtout entre les périodes de mars 1983 à juin 1983(sévèrement sèche), janvier 1985 à mai 1986(sévèrement sèche), février 1987 à juin 1987, janvier 1988 à juin 1988(sévèrement sèche) et juin 1993à janvier 1994 (extrêmement sèche).Elles sont entrecoupées par des années normales et humides entre juillet 1983 à juillet 1994,mars 1989 à janvier 1990 et janvier 1991 à janvier 1992 .

Après 1993, la tendance est humide c'est-à-dire SPI supérieur à 0, en particulier octobre 1994 à décembre 1994(extrêmement humide), janvier 1996 a aout 1996(extrêmement humide) décembre 1998 à octobre 2000(modérément humide), février 2004 à avril 2005(extrêmement humide) et avril 2010 à novembre 2013(sévèrement et extrêmement sèche) et elles sont entrecoupées par des périodes sèches et période normal.

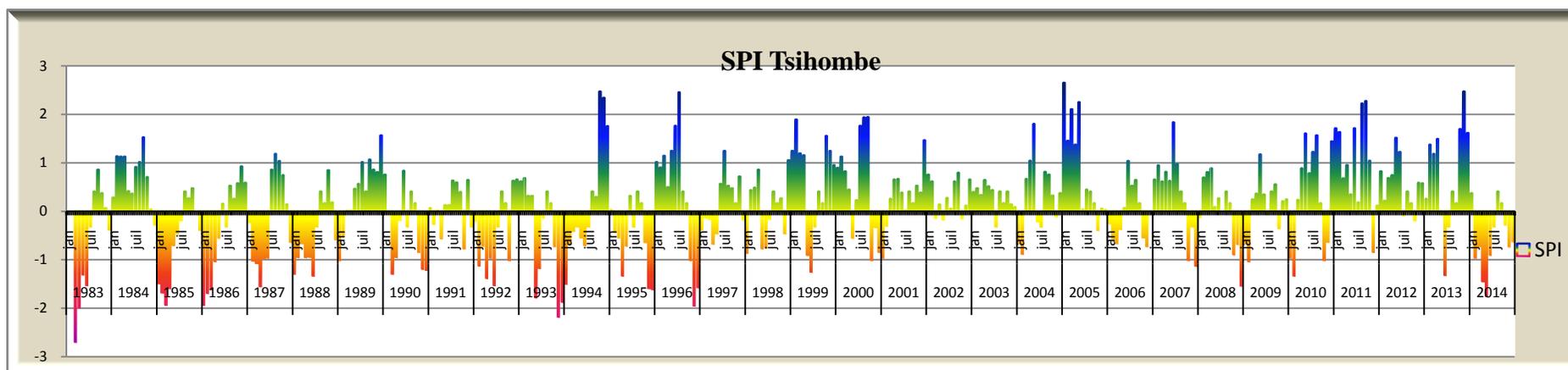


Figure 9 : SPI3 dans la station de Tsihombe au cours de cette période de 1983-2014

### III.3.2 Années modérément secs : SPI entre -1 à -1.49

Après le calcul de SPI, on classe la sécheresse selon leur sévérité et donne les valeurs ci-après :

- Ambovombe était frappé par une sécheresse modérée pendant vingt quatre mois sur les périodes d'observation 1983 à 2014,et frappée quatre fois par de sécheresse modérée dans une même année en particulier février, mars, mai et novembre 1992. Les mois les plus modérément sèches sont le février 1992 avec une SPI de -1.43 et avril 1943 avec une SPI de -1.45 ;
- Pour Bekily, vingt six mois de sécheresse modérés pendant la période d'observation. Elle était frappée trois mois (février, mars, décembre) de sécheresse modéré pendant une même année(1990). Les mois les plus modérément sèches sont le janvier 1984 avec une SPI de -1.45 et décembre 1995 avec une SPI de -1.43 ;
- Pour Beloha, vingt six mois de sécheresse modérés pendant la période d'observation. Elle était frappée cinq fois par de sécheresse modéré pendant une même année en particulier janvier, mai ,juin, novembre et décembre 1987. Le déficit le plus important enregistré à Beloha est de -1.48 en décembre 2010 ;
- Pour Faux Cap, trente mois de sécheresse modéré pendant la période d'observation. Elle était frappée trois fois par de sécheresse modéré pendant une même année en particulier février, mars et mai 1986 et avril, novembre et décembre 1995. Le déficit le plus important enregistré à Faux Cap est de -1.46 en décembre 2007 ;
- Pour Tranoroa, vingt huit mois de sécheresse modéré pendant la période d'observation. Elle était frappée quatre fois par de sécheresse modéré pendant une même année en particulier février, mars ,mai et octobre 1987 et janvier, juin, octobre et novembre 1992.Le déficit le plus important enregistré à Tranoroa est de -1.46 en février 1985
- Pour Tsihombe, vingt neuf mois de sécheresse modéré pendant la période d'observation. Elle était frappée trois fois par de sécheresse modéré pendant une même année en particulier février, avril et octobre1992.Le déficit le plus important enregistré à Tsihombe est de -1.45 en avril 2014

Tableau5 : Années modérément sèches dans les six stations

<b>Ambovombe</b>		
<b>Années</b>	<b>Mois</b>	<b>SPI</b>
1983	MARS	-1,26
1983	JUIN	-1,23
1984	JUIN	-1,2
1988	AVR	-1,26
1988	DEC	-1,14
1990	MARS	-1,26
1990	OCT	-1,31
1992	FEV	-1,43
1992	MARS	-1,25
1992	MAI	-1,3
1992	NOV	-1,28
1993	JUIN	-1,32
1995	AVR	-1,45
1995	OCT	-1,21
1998	NOV	-1,32
2005	OCT	-1,3
2006	NOV	-1,41
2009	FEV	-1,06
2010	JAN	-1,3
2011	NOV	-1,09
2011	DEC	-1,27

<b>Bekily</b>		
<b>Années</b>	<b>Mois</b>	<b>SPI</b>
1984	JAN	-1,45
1984	JUIN	-1,39
1985	MARS	-1,21
1986	FEV	-1,04
1986	MARS	-1,44
1987	OCT	-1,15
1987	DEC	-1,14
1988	MAI	-1,2
1990	FEV	-1,02
1990	MARS	-1,1
1990	DEC	-1,25
1991	OCT	-1,25
1992	JAN	-1,34
1992	MAI	-1,08
1995	NOV	-1,27
1995	DEC	-1,43
1997	AVR	-1,42
2000	OCT	-1,12
2006	MARS	-1,05
2009	OCT	-1,03
2009	DEC	-1,12
2010	JAN	-1,26
2010	FEV	-1,25
2011	DEC	-1,11
2014	AVR	-1,4
2014	JUIN	-1,17

<b>Beloha</b>		
<b>Années</b>	<b>Mois</b>	<b>SPI</b>
1983	JUIN	-1,15
1985	MARS	-1,39
1987	JAN	-1,18
1987	MAI	-1,21
1987	JUIN	-1,15
1987	NOV	-1,12
1987	DEC	-1,08
1988	JAN	-1,48
1988	FEV	-1,08
1990	MARS	-1,06
1990	AVR	-1,28
1992	JAN	-1,24
1992	MAI	-1,01
1992	JUIN	-1,15
1993	MAI	-1,26
1993	DEC	-1,41
1995	AVR	-1,37
1998	NOV	-1,24
2001	FEV	-1,23
2007	DEC	-1,44
2008	DEC	-1,13
2010	FEV	-1,48
2013	JUIN	-1,15
2014	AVR	-1,16
2014	MAI	-1,45
2014	NOV	-1,41

<b>Faux Cap</b>		
Années	Mois	SPI
1983	MAI	-1,4
1985	JAN	-1,29
1986	FEV	-1,11
1986	MARS	-1,08
1986	MAI	-1,27
1987	AVR	-1,34
1987	MAI	-1,17
1988	FEV	-1,19
1990	NOV	-1,06
1990	DEC	-1,22
1992	FEV	-1,16
1993	JUIN	-1,13
1994	MAI	-1,13
1994	JUIN	-1,2
1995	AVR	-1,31
1995	NOV	-1,01
1995	DEC	-1,11
1996	DEC	-1,05
1997	AVR	-1,26
1999	JUIN	-1,13
2001	FEV	-1,17
2004	FEV	-1,02
2006	JAN	-1,21
2006	FEV	-1,24
2007	DEC	-1,46
2008	NOV	-1,21
2010	JAN	-1,09
2013	JUIN	-1,25
2014	AVR	-1,22
2014	MAI	-1,46

<b>Tranoroa</b>		
Années	Mois	SPI
1983	Avril	-1,25
1983	Mai	-1,18
1983	Nov	-1,03
1985	Jan	-1,13
1985	Fev	-1,46
1985	Avril	-1,44
1986	Mars	-1,16
1987	Fev	-1,35
1987	Mars	-1,28
1987	Mai	-1,26
1987	Oct	-1,09
1989	Fev	-1,21
1991	Oct	-1,32
1992	Jan	-1,3
1992	Juin	-1,46
1992	Oct	-1,32
1992	Nov	-1,01
1996	Nov	-1,45
1996	Dec	-1,15
1998	Nov	-1,03
1999	Juin	-1,18
2002	Mai	-1,17
2005	Oct	-1,32
2006	Nov	-1,02
2009	Fev	-1,25
2009	Dec	-1,31
2011	Dec	-1,43
2014	Mai	-1,32

<b>Tsihombe</b>		
Années	Mois	SPI
1983	Mai	-1,31
1986	Avril	-1,03
1987	Fev	-1,02
1987	Mars	-1,07
1988	Jan	-1,29
1988	Juin	-1,33
1989	Jan	-1,01
1990	Mars	-1,29
1990	Nov	-1,19
1990	Dec	-1,21
1992	Fev	-1,12
1992	Avril	-1,38
1992	Oct	-1,01
1993	Juin	-1,17
1995	Avril	-1,33
1996	Oct	-1,01
1999	Juin	-1,25
2000	Oct	-1,01
2007	Oct	-1,01
2007	Dec	-1,13
2009	Fev	-1,03
2010	Fev	-1,33
2010	Oct	-1,01
2013	Juin	-1,32
2014	Avril	-1,45

### **III.3.3 Années sévèrement sèches : SPI entre -1.5 à -1.99**

Ambovombe a été frappé par une sécheresse sévère pendant quinze mois sur la période d'observation 1983 à 2014. En particulier janvier, février et mars 1991, avril, juin et octobre 1992 et mai, novembre et décembre 1993 c'est-à-dire, Ambovombe a été frappé par des sécheresses sévères pendant trois années successives. Le déficit le plus important enregistré à Ambovombe est de -1.93 en avril 1992.

Pour Bekily, elle était affectée par de sécheresse sévère pendant quatorze mois sur la période d'observation 1983 à 2014. Elle était frappée trois fois par de sécheresse sévère pendant une même année en particulier mai, novembre et décembre 2014. Le déficit le plus important enregistré à Bekily est de -1.98 en avril 1985, mars 1992 et mai 1983.

Pour Beloha, elle était affectée par de sécheresse sévère pendant onze mois sur la période d'observation 1983 à 2014, dont elle était frappée trois fois par de sécheresse sévère pendant une même année en particulier janvier, février et mars 1986. Le déficit le plus important enregistré à Beloha est de -1.97 en février 1986.

Pour Faux Cap, elle était affectée par de sécheresse sévère pendant douze mois sur la période d'observation 1983 à 2014, dont elle était frappée deux fois par de sécheresse sévère pendant une même année en particulier février et mars 1985, janvier et juin 1988, avril et juin 1992, novembre et décembre 1993 et février novembre 2010. Le déficit le plus important enregistré à Faux Cap est de -1.95 en janvier 1986.

Pour Tranoroa, elle était affectée par de sécheresse sévère pendant onze mois sur la période d'observation 1983 à 2014, dont elle était frappée deux fois par de sécheresse sévère pendant une même année en particulier avril et juin 1987 et avril et décembre 2014. Le déficit le plus important enregistré à Tranoroa est de -1.77 en décembre 2014.

Pour Tsihombe, elle était affectée par de sécheresse sévère pendant dix sept mois sur la période d'observation 1983 à 2014, dont elle était frappée trois fois par de sécheresse sévère pendant une même année en particulier février et mars avril 1985 et janvier, février et mars 1986, c'est-à-dire Tsihombe a été touché par de sécheresse sévère pendant deux années successives (1985 et 1986). Le déficit le plus important enregistré à Tsihombe est de -1.95 en novembre 1986.

Tableau 6 : Années sévèrement sèches dans les six stations

Ambovombe		
années	mois	spi
1985	AVR	-1,75
1989	JAN	-1,61
1991	JAN	-1,64
1991	FEV	-1,69
1991	MARS	-1,65
1992	AVR	-1,93
1992	juin	-1,89
1992	OCT	-1,53
1993	MAI	-1,79
1993	NOV	-1,51
1993	DEC	-1,82
2000	OCT	-1,53
2006	MARS	-1,51
2008	DEC	-1,57
2014	MAI	-1,65

Bekily		
Années	Mois	SPI
1983	MARS	-1,91
1985	AVR	-1,98
1987	JUIN	-1,53
1990	OCT	-1,53
1990	NOV	-1,55
1992	MARS	-1,91
1992	OCT	-1,53
1995	AVR	-1,71
1995	MAI	-1,6
1997	MAI	-1,91
2013	JUIN	-1,53
2014	MAI	-1,78
2014	NOV	-1,54
2014	DEC	-1,57

Beloha		
Années	Mois	SPI
1983	AVR	-1,66
1986	JAN	-1,89
1986	FEV	-1,97
1986	MARS	-1,75
1992	MARS	-1,6
1993	NOV	-1,64
1996	NOV	-1,86
1996	DEC	-1,91
2008	JAN	-1,67
2011	DEC	-1,54

Faux cap		
Années	Mois	SPI
1985	FEV	-1,58
1985	MARS	-1,59
1986	JAN	-1,95
1988	JAN	-1,56
1988	JUIN	-1,53
1992	AVR	-1,63
1992	JUIN	-1,53
1993	NOV	-1,89
1993	DEC	-1,83
1996	NOV	-1,64
2010	FEV	-1,52
2010	NOV	-1,54

Tranoroa		
Années	Mois	SPI
1985	Mars	-1,7
1987	Avril	-1,63
1987	Juin	-1,53
1988	Dec	-1,56
1989	Jan	-1,67
1992	Mai	-1,52
1993	Mai	-1,66
1995	Avril	-1,72
1997	Mai	-1,56
2010	Fev	-1,61
2013	Juin	-1,53
2014	Avril	-1,58
2014	Dec	-1,77

Tsihombe		
Années	Mois	SPI
1983	Juin	-1,53
1985	Fev	-1,68
1985	Mars	-1,93
1985	Avril	-1,59
1986	Jan	-1,93
1986	Fev	-1,69
1986	Mars	-1,61
1987	Avril	-1,55
1992	Juin	-1,53
1993	Mai	-1,78
1993	Dec	-1,87
1995	Nov	-1,59
1995	Dec	-1,61
1996	Nov	-1,95
1996	Dec	-1,57
2008	Dec	-1,54
2014	Mai	-1,75

### III.3.4 Année extrêmement sèches : SPI inférieur -2

Pour Tsihombe, Faux Cap et Beloha la sécheresse extrême varie entre un à trois mois en particulier mars, avril et mai 1983 et le déficit le plus important enregistré dans les trois stations est -3.09 en mars 1983.

Pour Bekily et Tranoroa la sécheresse extrême varie entre deux à trois mois en particulier février, mars et avril 1992. et le déficit le plus important enregistré dans les deux stations est -2.59 en avril 1992.

Ambovombe a été frappé par de sécheresse extrême pendant trois mois successifs janvier, février et mars 1985 avec un déficit de -2.74 en mars 1985.

**Tableau7:** Années extrêmement sèches dans les six stations

Tsihombe		
Années	Mois	SPI
1983	Mars	-2,7
1993	Nov.	-2,18

Bekily		
Années	Mois	SPI
1992	FEV	-2,12
1992	AVR	-2,1

Beloha		
Années	Mois	SPI
1983	MARS	-2,43
1992	FEV	-2,16

Faux Cap		
Années	Mois	SPI
1983	MARS	-3,09
1983	AVR	-2,52
1993	MAI	-2,02
2008	DEC	-2,03

Ambovombe		
Années	Mois	SPI
1985	JAN	-2,11
1985	FEV	-2,26
1985	MARS	-2,74
2010	FEV	-2,05

Tranoroa		
Années	Mois	SPI
1983	Mars	-2,3
1992	Fev	-2,08
1992	Mars	-2,29
1992	Avril	-2,59
1993	Nov	-2,09
2010	Jan	-2,16

### III.3.5 Durée de la sécheresse

La durée de la sécheresse varie de un à quarante six mois :

Trente trois mois pour Bekily, c'est-à-dire entre février 1990 jusqu'à octobre 1992.

D'après le SPI, le déficit le plus important enregistré à Bekily est de -2 en 1992, exemple février 1992.

Quarante six mois pour Ambovombe, c'est-à-dire entre octobre 1990 jusqu'à décembre 1993 et d'après le SPI, le déficit le plus important enregistré à Ambovombe est de -2.5 au mois de mars 1995

La durée de la sécheresse à Beloha est Vingt six mois (janvier 1986 à février 1988) et Vingt quatre mois (janvier 1992 à décembre 1993) d'après le SPI, le déficit le plus important enregistré est de -2.43 en mars 1983.

Entre janvier 185 à juin 1988, d'après le SPI, le déficit important enregistré est de -3 mois de mars 1983. La durée de la sécheresse pour Faux Cap et Tranoroa varie entre un à quarante deux mois

### **III.4 EVOLUTION DE LA SECHERESSE**

#### **III.4.1 Evolution de la sècheresse en 1990**

D'après la figure 10, le premier trimestre de janvier, février et mars 1990 commence par une période humide et s'évolue en sècheresse légère. Le mois de mars 1990 est presque humide, c'est-à-dire légèrement humide, mais le février 1990 on voit une période normale et en mars 1990, toute la région est affectée par une sècheresse légère sauf sur le district de Tranoroa.

Dans le deuxième trimestre, c'est-à-dire le mois d'avril, mai et juin 1990, la tendance est humide. La précipitation est normale dans toute la région d'Androy, sauf dans la partie de Beloha, on voit une trace de sècheresse légère. Le mois de mai 1990, toute la région est presque humide sauf dans la partie sud de la région d'Androy. Et juin 1990, la région est légèrement humide.

Dans le troisième trimestre c'est-à-dire le mois de juillet, août et septembre 1990, le premier mois est normal mais les deux derniers sont légèrement humide.

Dans le dernier trimestre 1990 la tendance est à la sècheresse. Pendant le mois d'octobre 1990, les districts d'Ambovombe et Bekily sont affectés par une sècheresse légère, mais dans le district de Bekily il y a une trace de sècheresse sévère et le reste sont normal. En novembre 1990 la sècheresse légère dans le district d'Ambovombe disparaît, mais elle se déplace sur la partie de Tsihombe et Faux Cap. Sur le mois de décembre 1990 la trace de sècheresse sévère dans le district de Bekily mais le mois de décembre est presque normal.

#### **III.4.2 Evolution de la sècheresse en 1991**

D'après la carte 11, le premier trimestre de 1991 (janvier, février et mars), est normal, mais dans la station d'Ambovombe, il y a une sècheresse légère et une sècheresse sévère.

Dans le deuxième trimestre de 1991 (avril, mai et juin), la tendance est humide sauf avril 1991 cette période a une précipitation normal.

Dans le troisième trimestre de 1991 (juillet, août et septembre), dans cette période, la région d'Androy est humide ou sévèrement humide.

Dans le quatrième trimestre c'est-à-dire octobre, novembre et décembre 1991, la région est affectée par une sécheresse légère dans la station de Bekily et Tranoroa, mais dans la partie d'Ambovombe, Beloha, Tsihombe et Faux Cap il y a une période normale. Et le mois de novembre 1991 est une période humide ou sévèrement humide et le mois de décembre 1991 on voit une période normale.

### **III.4.3 Evolution de la sécheresse en 1992**

D'après la figure 12, il y a une augmentation de la gravité de la sécheresse dans le premier trimestre de 1992 (janvier, février et mars). La sécheresse a commencé par une sécheresse légère et s'évolue en sécheresse extrême. Le janvier 1992, une partie de district de Bekily, Beloha et Tranoroa sont affectés par une sécheresse extrême et une sécheresse extrême et une sécheresse sévère. La moitié de district d'Ambovombe a été touchée par une sécheresse sévère et une sécheresse modérée. Le mois de mars 1992 la sécheresse extrême disparaît et devient une sécheresse sévère, sauf dans la station de Tranoroa. Mais dans le reste de station (Ambovombe, Tsihombe, Faux Cap) on voit une sécheresse légère.

Dans le deuxième trimestre, la région d'Androy a été affectée par une sécheresse extrême et une sécheresse sévère, en particulier dans le district de Bekily et Beloha. Le mois de mai 1992, la sévérité de la sécheresse diminue en sécheresse légère dans toutes les stations. Mais en particulier, le mois de juin 1992, la sécheresse sévère revient dans la station de Bekily, Faux Cap et tsihombe.

Dans le quatrième trimestre, dans le mois d'octobre 1992, le district de Bekily et Ambovombe sont touchés par une sécheresse modérée avec une trace de sécheresse sévère. La précipitation est normale dans la station de Beloha, Tsihombe et Faux Cap dans ce mois d'octobre 1992. Et cette sécheresse a été disparue dans le mois de novembre et décembre 1992 et devient une période normale dans la station de Tranoroa et Bekily et une période humide dans la station de Beloha, Tsihombe, Faux Cap et Ambovombe.

#### **III.4.4 Evolution de la sècheresse en 2014**

Le premier trimestre est presque normal, sauf le mois de janvier 2014 il y a un période humide en particulier dans la station de Bekily est sèverement humide.

Le deuxième trimestre, la tendance est à la sècheresse dans le deux premiers mois (avril et mai 2014).En avril 2014, la région d'Androy est affectée par une sècheresse modéré sauf dans la station de Tranoroa il y a une sècheresse sèvere. Et cette sècheresse est s'évolue en sècheressesèvere dans les stations de Bekily, Ambovombe, Tsihombe et Faux Cap. Mais en juin 2014 la précipitation devient normale c'est-à-dire la sècheresse a été disparue.

Dans le troisième trimestre, le mois de juillet 2014 est une période normal tandis que le mois d'aout et septembre sont une période légèrement humide.

Dans le quatrième trimestre de 2014, la région d'Androy a une tendance à la sècheresse parce que sur le mois d'octobre la précipitation est normal et on voit une trace de sècheresse modéré et une sècheresse légère dans la station de Bekily et Beloha.la surface affectée par cette sècheresse augmente dans le district de Bekily et Tranoroa.



Janvier 1990



Février 1990



Mars 1990



Avril 1990



Mai 1990



Juin 1990



Juillet 1990



Aout 1990



Septembre 1990



Octobre 1990



Novembre 1990



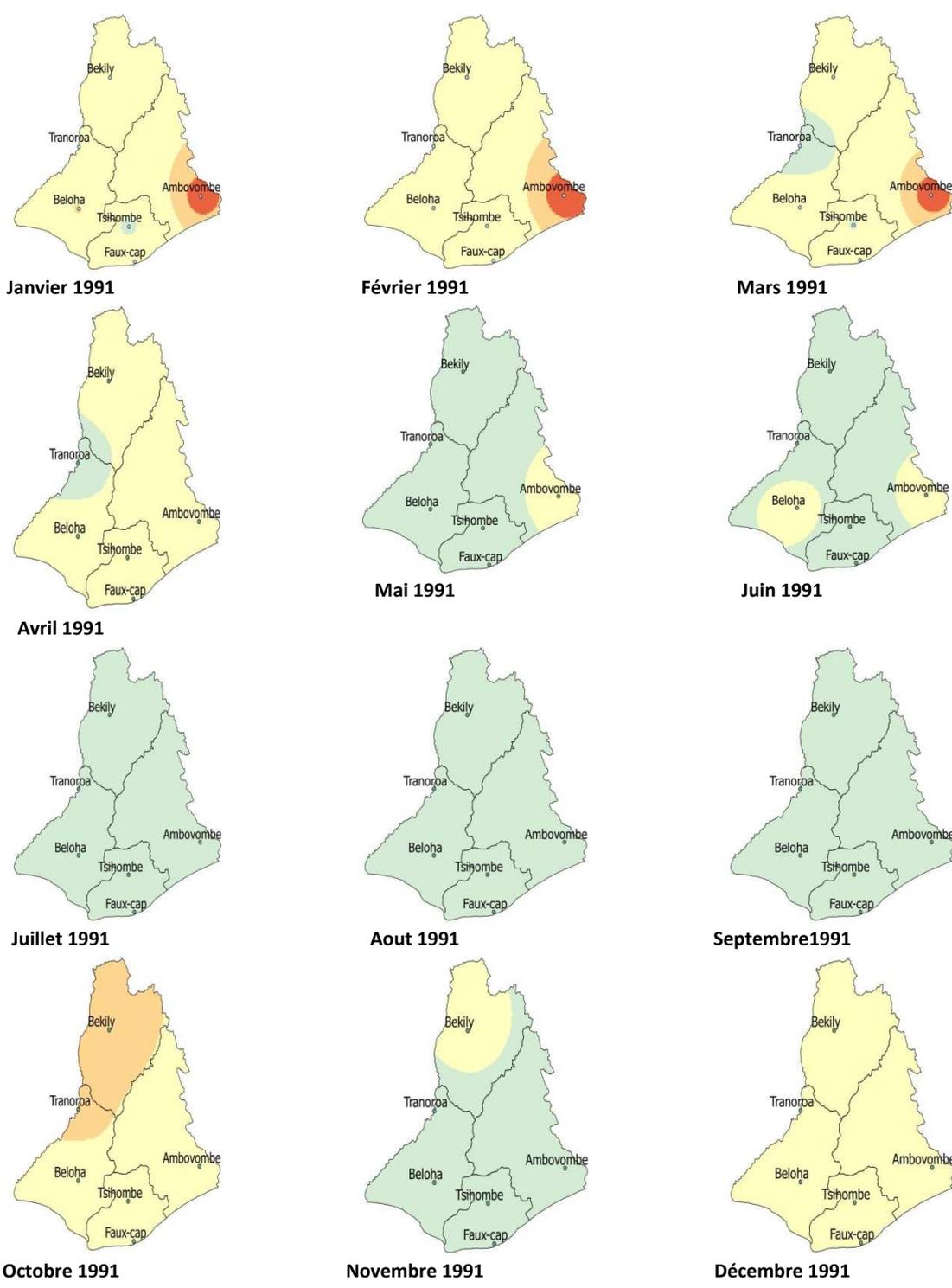
Décembre 1990

**Légende**

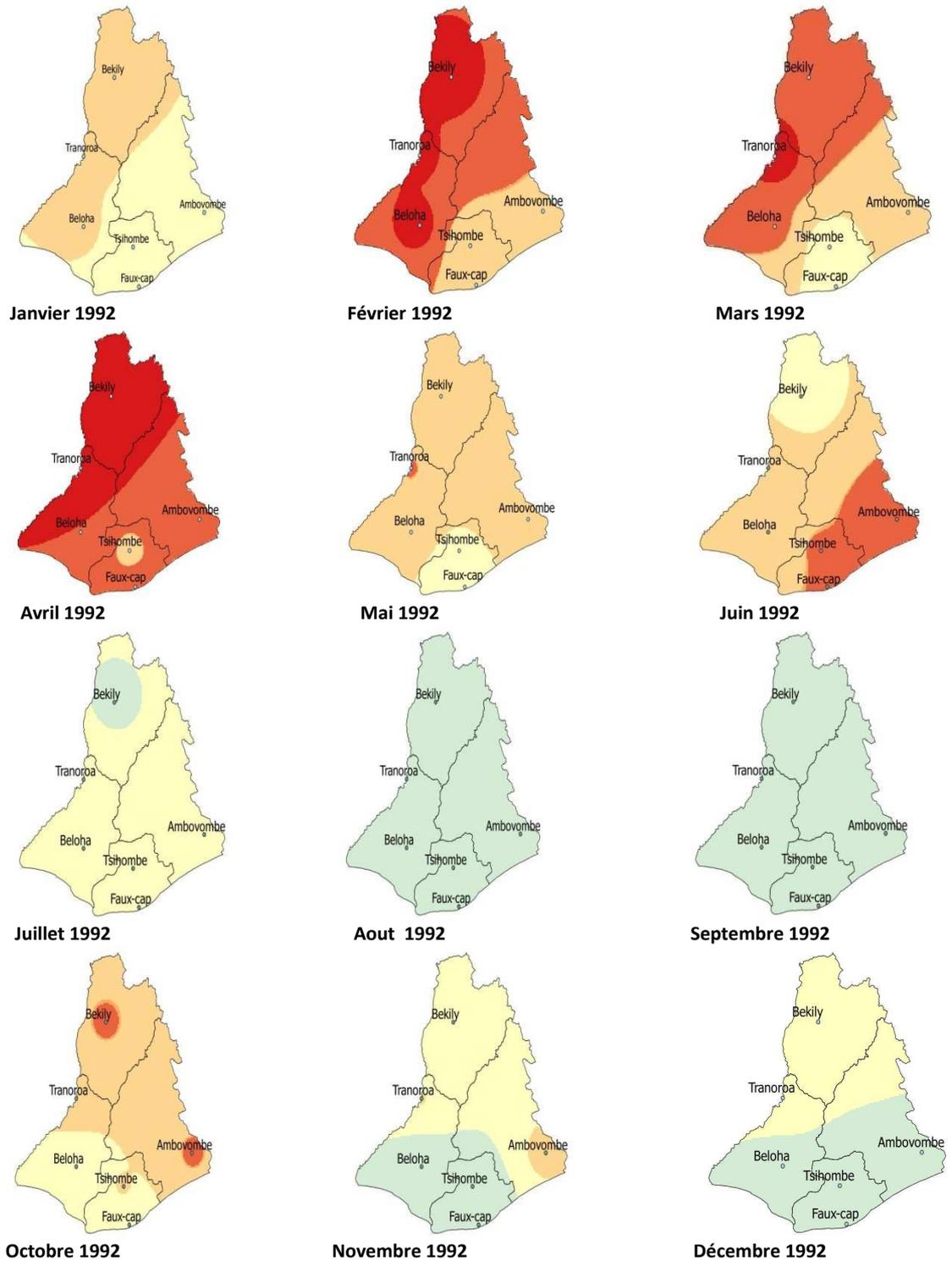
SPI3

- Extremement sèche
- Severement sèche
- Moderement sèche
- Légèrement sèche
- Normal
- Légèrement humide
- Moderement humide
- Severement humide
- Extremement humide
- Région Androy
- Station

Figure 10 : Evolution de la sécheresse en 1990



**Figure 11 : Evolution de la sécheresse en 1991**



**Légende**

SPI3

- Extrêmement sèche
- Severement sèche
- Modérément sèche
- Légèrement sèche
- Normal
- Légèrement humide
- Modérément humide
- Severement humide
- Extrêmement humide
- Région Androy
- Station

**Figure 12** : Evolution de la sécheresse en 1992



**Janvier 2014**



**Février 2014**



**Mars 2014**



**Avril 2014**



**Mai 2014**



**Juin 2014**



**Juillet 2014**



**Aout 2014**



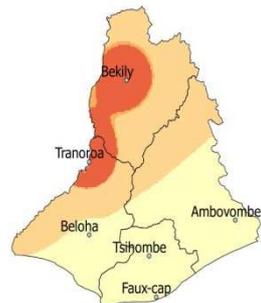
**Septembre 2014**



**Octobre 2014**



**Novembre 2014**



**Décembre 2014**

**Légende**

SPI3

- Extrêmement sèche
- Severement sèche
- Moderement sèche
- Legèrement sèche
- Normal
- Legèrement humide
- Moderement humide
- Severement humide
- Extrêmement humide
- Région Androy
- Station

**Figure 13 : Evolution de la sécheresse en 2014**

Depuis janvier 1990, la sécheresse apparaît dans la région d'Androy, elle commence par une sécheresse légère (janvier 1990 jusqu'à septembre 1990).

D'après la carte, le degré de la sécheresse augmente, d'octobre 1990 jusqu'à juin 1991, il existe une sécheresse sévère et une sécheresse modérée. Le retard et l'insuffisance de pluie dans cette région en sont les principales causes, impliquant une réduction importante des productions agricole. Alors, la vulnérabilité de la région augmente.

Entre octobre 1991 jusqu'au janvier 1992, la sécheresse dans la région d'Androy est devenue extrême. La sécheresse pendant trois années successives provoque une insécurité alimentaire dans la région Androy. Durant le « kere », la faim est la principale cause des décès ; les personnes ainsi affaiblies succombent à diverses maladies telles la diarrhée. Qui provoque une déshydratation puis celles très sensibles aux épidémies telles le choléra, rougeole qui sont toutes mortelles.

Il faudrait prévoir une atténuation et une préparation à la sécheresse, parce que ces deux phases sont plus importantes dans la gestion des risques .Prendre des mesures ou adopter une stratégie d'atténuation. Par exemple en cherchant des :

- Cultures qui résistent mieux à la sécheresse,
- Diversifications économiques

Cela signifie qu'il faudrait introduire des activités économiques qui sont moins vulnérables à la sécheresse, une intervention et engagement politique, sensibilisation du public. L'objectif serait de réduire l'impact de la sécheresse.

Entre octobre 1991 jusqu'au janvier 1992, la sécheresse dans la région d'Androy est devenue extrême. La sécheresse pendant trois années successives provoque une insécurité alimentaire dans la région Androy. Durant le « kere », la faim est la principale cause des décès ; les personnes ainsi affaiblies succombent à diverses maladies telles la diarrhée. Qui provoque une déshydratation puis celles très sensibles aux épidémies telles le choléra, rougeole qui sont toutes mortelles.

Les mesures ont été prises:

- Développement des autres secteurs à part l'élevage et l'agriculture, parce qu'ils ne sont pas favorables dans cette région.

- Adduction de l'eau potable pour la région, et de l'eau d'irrigation pour l'agriculture aussi sont importantes.
- L'impact de cette sécheresse évolue chaque année s'il n'y a pas des conditions ou des solutions prises à long terme, parce que cette région ne peut pas échapper à la sécheresse, mais le plus important c'est de réduire son impact.

Le gouvernement et les partenaires donateurs jouent un rôle très important dans le cadre de:

- Leur intervention,
- L'évaluation des impacts

## **CONCLUSION**

La sécheresse météorologique étant caractérisée par un déficit pluviométrique, des indices Standardisés des Précipitations sont proposés et calculés dans cette étude. Les données ont été téléchargées sur NOAA entre janvier 1983 et décembre 2014, et traitées sur les logiciels RGUI et QGIS .D'après les résultats et les analyses effectués, en s'appuyant sur les sept stations de région d'Androy, nous pouvons retenir que la sécheresse y est un phénomène récurrent. Le plus grave épisode de sécheresse est celui de 1992. Durant trois années (1990, 1991,1992), elle a provoqué une grave situation de famine dénommée "KERE".L'indice standardisé de précipitation donne les pourcentages des années sèches dans les six stations :

- 10.4% à Ambovombe,
- 10.94% Bekily,
- 9.94% Beloha,
- 12.04% FauxCap,
- 12.30% tranoroa,
- 11.51% Tsihombe.

La région d'Androy était frappée par la sècheresse en trois années successives (1990, 1991,1992) ayant une insécurité alimentaire. La sècheresse s'aggrave de légèrement sèche vers la sècheresse extrême, dans toutes les stations sur la même période (Janvier 1990 jusqu'à décembre 1992). Entre deux sécheresses, leur durée et leur intensité varient considérablement. Il ne serait pas possible de mettre en évidence une tendance bien définie dans le temps. La sécheresse pourrait se produire à l'échelle de l'année, comme elle peut durer deux ou plusieurs années consécutives.

## BIBLIOGRAPHIE ET WEBOGRAPHIE

[1] Abdallah Aghrab Etude de la sécheresse au Maroc (Types, impacts, gestion, caractérisation et alerte précoce), 2006 : 119 p

[2] Archive de la Direction General de la Météorologie Malgache

[3] Guide d'utilisation de l'indice normalisé de précipitation, méthode de calcul. 10, 11, 12 p

[4] Intégration de la gestion du risque de sécheresse PNUD, 2009

[5] Lignes directrices pour une national de gestion de la sécheresse, atténuation de la sécheresse, 8 p, PNUD

[6] Mohamed BERGAOUI caractérisation de la sécheresse météorologique et hydrologique, cas du bassin versant de Siliana en Tunisie. 6 p

[7] Mohamed BERGAOUI, Aws ALOUINI, IRESA, Caractérisation de la sécheresse météorologique et hydrologique : cas du bassin versant de Siliana en Tunisie, 30, rue Alain-Savary, 1002 Tunis, Tunisie..

<http://drought.unl.edu> et <http://www.wrcc.dri.edu/spi/spi.html>: méthode de calcul de SPI3 sur RGUI, consulté le 04 avril 2015

[EMPARN. Rainfall database of the Rio Grande do Norte. URL http://www.emparn.rn.gov.br](http://www.emparn.rn.gov.br): méthode de calcul de SPI sur RGUI, consulté le 15 janvier 2015

## RESUME

Ce travail consiste à analyser l'évolution de la sécheresse depuis 1983 à 2014 dans la région d'Androy qui est située entre 44°30 à 46°16E de longitude et -25°48 à -23°45S de latitude. L'objectif de ce travail est de suivre l'évolution de la sécheresse pour gérer et réduire son impact dans cette région qui est vulnérable. Les données pluviométriques de NOAA sont utilisées et analysées avec le logiciel RGUI et QGIS afin de calculer le SPI (Indice de Précipitation Standardisé) et représenter les zones affectés par la sécheresse. Selon les résultats obtenus, la région était frappée par une sécheresse sévère pendant trois années successives entre 1990 et 1992 ce qui a provoqué le "kere" et l'insécurité.

## ABSTRACT

This paper develops the evolution of the drought in the region of Androy from 1983 to 2014. Androy is located in the south of Madagascar between the longitude of 44°30 to 46°16E and the latitude of -25° 48 to -23° 45S. The aim of this study is to track the evolution of the drought in order to manage and to reduce its impact in this vulnerable area. The rain gauge data from NOAA were used and analyzed along with RGUI and QGSI software to estimate SPI (Standardized Precipitation Index) and represent the areas affected by the drought. According to the results, this region was victim of drought during three consecutive years from 1990 to 1992 that has caused the "kere" and the insecurity.

### **Auteur:**

MIALIARIMANANA Andonindraina Mandrindra

Contact : 0349904356

Email : [mialiarimananamandrindra@gmail.com](mailto:mialiarimananamandrindra@gmail.com)

Adresse : Lot VS 54 EG Ambolokandrina