

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS

SOMMAIRE

LISTE DES ABREVIATIONS

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES ANNEXES

INTRODUCTION

PREMIERE PARTIE : PRESENTATION DE LA REGION ITASY

CHAPITRE 1 : DOMAINE D'ETUDE

CHAPITRE 2 : CULTURES VIVRIERES DU DISTRICT DE MIARINARIVO

DEUXIEME PARTIE : METHODOLOGIE DE L'ETUDE

CHAPITRE 3 : PRESENTATION DES MOYENS UTILISES

CHAPITRE 4 : METHODE DE SELECTION

TROISIEME PARTIE : PRESENTATION, DISCUSSION ET ANALYSE DES RESULTATS

CHAPITRE 5 : ANALYSE CLIMATIQUE

CHAPITRE 6 : PROPOSITION D'UN CHOIX DE CULTURE VIVRIERE

CONCLUSION GENERALE

BIBLIOGRAPHIE

WEBOGRAPHIE

ANNEXES

TABLE DES MATIERES

LISTE DES ABREVIATIONS ET SYMBOLES

F.A.O. : Food Agriculture Organisation

FI.FA.MA.NOR. : FIompiana FAmbolena MAlagasy NORvezianina

JIRAMA : JIro sy RAno MAlagasy

M.P.A.E. : Ministere auprès de la Presidence en charge de l'Agriculture et l'Elevage

ONG : Organisation Non Gouvernementale

RR : précipitation

T : Température

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Localisation géographique de la Région d'Itasy	2
Figure 2: Courbe de températures	3
Figure 3: Température et pluviométrie à Miarinarivo.....	5
Figure 4: Hydrologie de la Région d'Itasy	6
Figure 5: Carte pédologique de la Région d'Itasy.....	9
Figure 6: Localisation géographique de Miarinarivo	10
Figure 7: Manioc	12
Figure 8: Variétés de maïs.....	13
Figure 9: Variétés de patate douce	15
Figure 10: Evolution du rendement de manioc, maïs et patate douce	16
Figure 11: Organigramme	21
Figure 12: Climax climatique.....	22
Figure 13: Climax climatique.....	23
Figure 14: Diagramme ombrothermique-Station Miarinarivo 1995	26
Figure 15 :Diagramme ombrothermique-Station Miarinarivo 2006	27
Figure 16 : Diagramme ombrothermique-Station Miarinarivo 2017	27
Figure 17: Diagramme de comparaison	33

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Températures moyennes dans la Région	4
Tableau 2: Pluviométrie annuelle.....	4
Tableau 3: Type de sols dans la Région d'Itasy	8
Tableau 4: Superficies potentiellement cultivables.....	15
Tableau 5: Répartition des superficies cultivées par types de cultures	16
Tableau 6: Evénements naturels.....	17
Tableau 7: Evénements de gestion	18
Tableau 8: Précipitations et températures de Miarinarivo 1995.....	26
Tableau 9: Précipitations et températures de Miarinarivo 2006.....	27
Tableau 10: Précipitations et températures de Miarinarivo 2017.....	28
Tableau 11: Analyse des températures	28
Tableau 12: Analyse des précipitations.....	29
Tableau 13: Analyse croisée	30
Tableau 14: Superficie de forêt existante et forêt détruite	31
Tableau 15 : Besoins du manioc	32
Tableau 16: Besoins du maïs.....	32
Tableau 17 : Besoins de la patate douce	33
Tableau 18 : Température maximale	B

LISTE D'ANNEXE

ANNEXE 1.....B

INTRODUCTION

Madagascar est une île située au large de la côte Sud-est de l'Afrique, séparée du reste du continent par le canal de Mozambique. Elle est comprise, d'une part, entre les latitudes Sud 11°57 et 25°29 et d'autre part, entre les longitudes Est 43°14 et 50°27. Sa superficie est de 587 041 km² présentant une principale zone agro-écologique de 36% située sur les Hautes Terres.

Madagascar est un pays à vocation agricole, environ 78% de la population active vit encore en milieu rural. Ses populations pratiquent une agriculture essentiellement vivrière.

De ce fait, une exploitation optimale de la culture vivrière englobant des produits de bonne qualité associé à un taux de rendement élevé nécessite l'interaction entre plusieurs conditions (climatique, hydrologique, géologique).

Le secteur agricole tient une place importante au niveau de l'économie malgache par le fait que l'agriculture reste la plus grande industrie à Madagascar. Il tient un rôle important au niveau alimentaire et nutritionnel. Plusieurs paramètres doivent être tenus en compte pour que ce secteur assure son rôle. Ceci nous amène à des réflexions sur la possibilité de recherche des facteurs favorables à l'optimisation de la pratique agricole. Cette nouvelle optique de recherche peut-elle assurer une production maximale?

Pour ce pays, plusieurs variétés de cultures vivrières peuvent être rencontrées mais le résultat obtenu n'est pas toujours satisfaisant. Pour cela, de nouvelles recherches focalisées sur la relation climat – cultures peuvent être entreprises.

C'est pourquoi, nous avons centré le thème de ce mémoire sur « Sélection de cultures vivrières sur critères météorologiques : cas de Miarinarivo ». Ce choix a été fixé dans le but de viser un taux de productivité élevé, faire une bonne gestion des surfaces exploitables, et étudier une mise en relation de l'agriculture avec l'étude météorologique.

L'étude se divise en trois parties distinctes dont la première partie porte sur la présentation de la région d'Itasy et l'aperçu général de ses cultures vivrières, la deuxième partie avance la méthodologie utilisée et la dernière se focalise sur la base de notre recherche concernant l'analyse des diagrammes ombrothermiques et d'un diagramme de rendements pour une comparaison des cultures vivrières.

PARTIE I. PRESENTATION DE LA REGION ITASY

CHAPITRE 1. DOMAINE D'ETUDE

1.1. Localisation

La région d'Itasy se situe sur les Hautes-Terres centrales de l'Île et présente une superficie de 7 651km² (Fig.1). Elle est limitée au Nord Est par la Région d'Analamanga, au Nord-Ouest et à l'Ouest par la Région de Bongolava et au Sud et au Sud Est par la Région de Vakinakaratra. Ses coordonnées géographiques sont 19°00'00" Sud et 46°46'00" Est. Elle englobe 3 districts dont Miarinarivo est son chef-lieu, qui est à 88 km et sa limitrophe à 11km de la capitale sur la RN1.

Sa population est de 732834 habitants dont 93.87% sont dans le secteur primaire. Leurs principales cultures sont les cultures vivrières et les cultures de rentes.

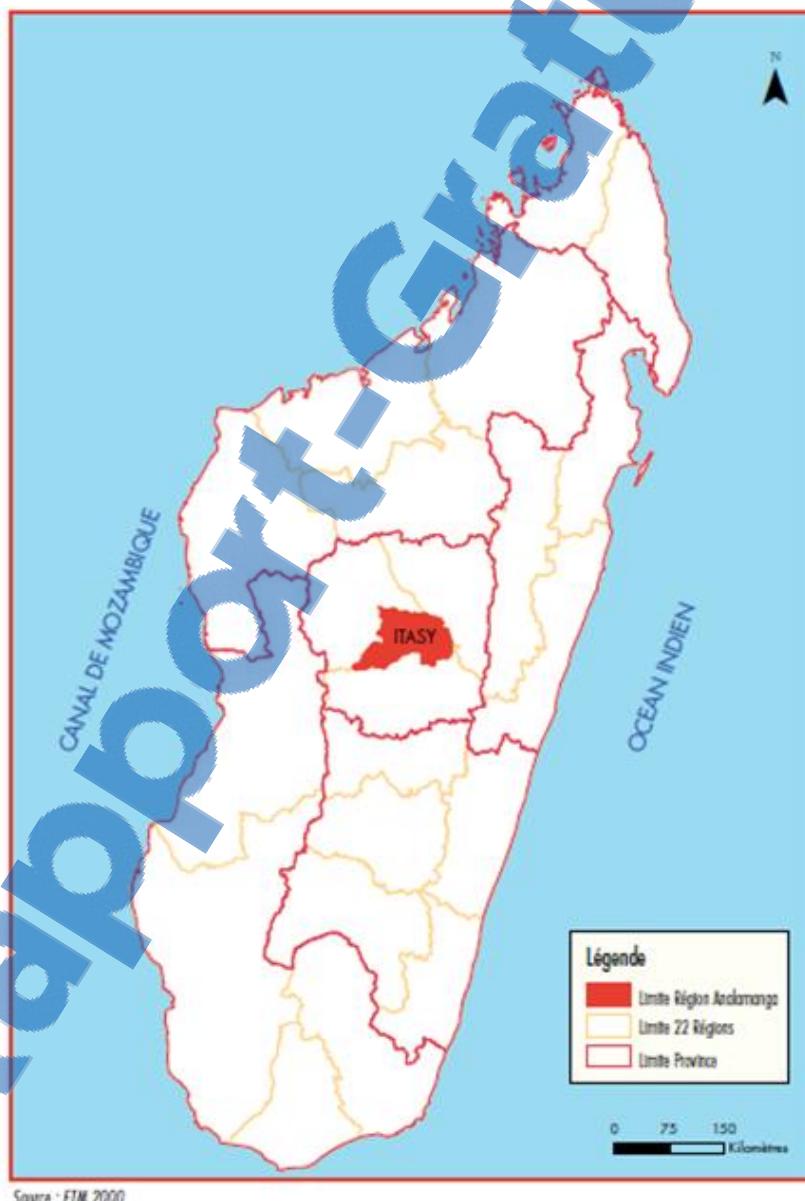


Figure 1 : Localisation géographique de la Région Itasy

1.2. Climatologie

1.2.1. Caractéristiques climatiques générales

On distingue deux zones climatiques bien distinctes dans la Région Itasy : les parties Est et Centrales, et les parties Ouest. Cette région présente une saison chaude et humide du mois d'Octobre au mois d'Avril et une saison fraîche et sèche le reste de l'année (Fig.2, Tableau 1).

- Les parties orientales et centrales :

- précipitations annuelles oscillant entre 800 mm et 1 000 mm durant la saison pluvieuse ;
- une saison sèche du mois d'Avril au mois d'Octobre où la hauteur moyenne mensuelle des pluies se situe à 40 mm ;
- température moyenne mensuelle comprise entre 7,1°C en août et 26,7°C en janvier. Les communes avoisinant l'Ankaratra telles que Manalalondo et Soavinandriana connaissent une température très basse en hiver ;
- Un vent violent dénommé « Mamolakazo » souffle dans le district de Miarinarivo au mois de Juillet. [1]

- Le climat des secteurs occidentaux :

- pluviométrie comprise entre 900 mm et 1100 mm ;
- température moyenne : 10°C en Août à 28°C en janvier.

Courbe de températures

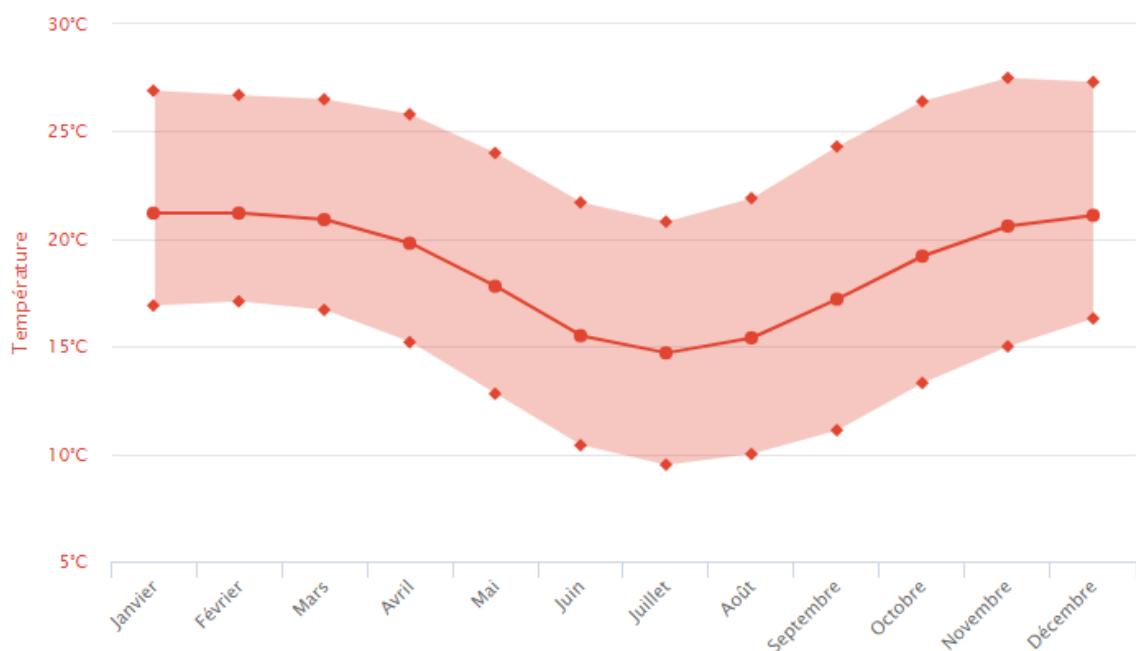


Figure 2 : Courbe de températures moyennes d'une année

Au mois de **janvier**, la température moyenne est de **21.2°C** avec min/max **16.9°C - 26.9°C**. **Janvier** est de ce fait le mois le plus chaud de l'année. Et **Juillet** est le mois le plus froid de l'année. La température moyenne est de **14.7°C** avec min/max **9.5°C - 20.8°C** à cette période.

Tableau 1 : Températures moyennes dans la Région

LES TEMPERATURES MOYENNES DANS LE REGION			
	Miarinarivo	Arivonimamo	Soavinandriana
Le plus froid	Juillet 15,4°C	Juillet 14°C	Juillet 14,1°C
Le plus chaud	Février 21,5°C	Février 20,1°C	Février 19°C

Source : Service Météorologique

1.2.2. Pluviométrie

Les précipitations moyennes annuelles varient selon la zone (Tableau2, Fig.3). Elles sont comprises entre 800 et 1 000 mm dans la zone Est et Centre de la Région Itasy et entre 900 et 1 100 mm dans la zone Ouest. Ces nuances climatiques reflètent la possibilité de pratiquer presque tous les types de culture dans la Région Itasy. Prenons comme exemple, la riziculture irriguée, les cultures de maïs et d'arachide ainsi que certaines cultures tempérées (fruits, pomme de terre et divers légumes).

Tableau 2 : Pluviométrie annuelle

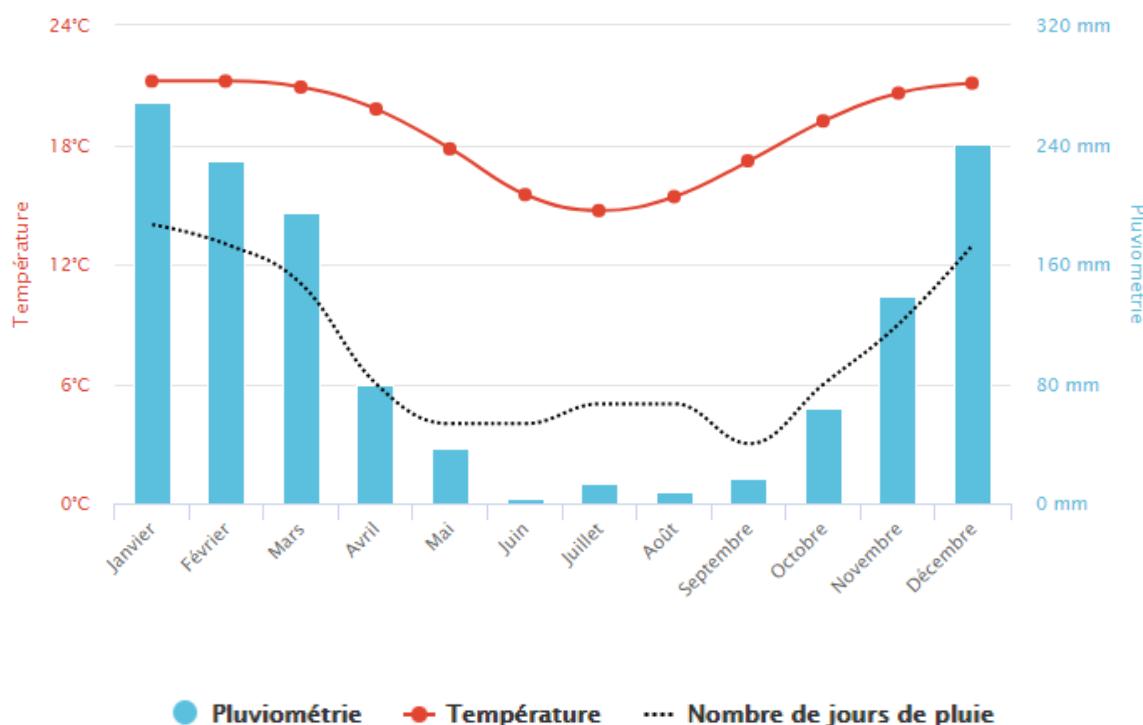
Station	Altitude	Période	Pluie annuelle	Nombre de mois sec	Observation
Miarinarivo	1450	61-88	1353.3	3.5	Mai à Aout
Arivonimamo	1330	61-90	1481.9	3	Juin à Aout
Soavinandriana-ZP	1575	61-88	1703.3	1	juin

Source : Monographie de l'Imerina Central, UPDR 2010

Le total des précipitations reste également important, avec un maximum de 1 703.3mm en 126 jours à Soavinandriana et un minimum de 1 353.3mm en 107 jours à Miarinarivo.

Température et pluviométrie à Miarinarivo

Diagramme climatique



Source : site internet *

Figure 3 : Température et pluviométrie à Miarinarivo

Des précipitations moyennes de **3.6 mm** sont enregistrées du mois de **juin** le mois le plus sec. En **janvier**, les précipitations sont les plus importantes de l'année avec une moyenne de **268.6 mm**.

1.2.3. Variation de saison

D'après l'historique de Miarinarivo, le record de chaleur est de 37°C enregistré le **vendredi 20 mars 1987** et le record le plus froid est de 2°C enregistré le **Samedi 20 Septembre 1986**.

Par ailleurs, la station météo pour Miarinarivo annonce que l'amplitude des températures tout au long de l'année est de 6.5°C.

Tandis que le 24 Avril 2017, la Direction Générale de la Météorologie (DGM) indique un changement brusque de la température en plein intersaison. Un temps extrêmement froid, à une température minimale de 3°C accompagné par des brouillards épais notamment dans les régions du Vakinakaratra et d'Itasy. Alors que l'hiver ne devrait débuter qu'en juin. Un régime d'Alizé faible et localement instable régit notre climat. Selon l'explication reçue de service de la communication de la DGM.

En ce qui concerne les précipitations :

Il y a eu une fréquence des pluies en avance au niveau communal :

- seules 26.67% des communes ont eu des pluies en avance
- seules 17.95 % des communes ont eu des pluies en retard

1.3. Hydrologie

1.3.1. Lacs

L'un des aspects physiques qui caractérisent ITASY (Fig.4) est sa richesse en eaux de surface (lacs) dont le lac Itasy partagé entre le District de Soavinandriana et celui de Miarinarivo. Ils sont aux nombres de 51 unités dont :

- 40 lacs (soit 78 %) se trouvent dans le district de Miarinarivo,
- 9 lacs (soit 18 %) sont dans le district de Soavinandriana
- 2 lacs restants (soit 4 %) se localisent dans le district d'Arivonimamo.

Ces lacs représentent des facteurs importants faisant la renommée de la région en matière d'aquaculture, d'agriculture, de tourisme et d'éco-tourisme. Par contre les érosions, constituent une réelle menace pour les lacs de l'Itasy, en les rendant de plus en plus ensablés.



Figure 4 : Hydrologie de la Région d'Itasy

L'alimentation en eau de la région est caractérisée par :

- ✓ Les fleuves traversants le district de Miarinarivo : Imazy, Varahana, Kavazimba, Matiandrano, Sahora, Andalindrano, Bedoroka, Ikelitiana, Andriampotsy, Mahavoky, Ampihika, Lily, Amparikhindravo, Ikopakely, Ambararatabe, Andranomena, Andranomaitsolomaso, Andriakely, Kelimahery, Anorana.
- ✓ Les fleuves traversants le district de Soavinandriana : Kitsamby, Sakay, Samitaha, Ambatovohoka, Madimitaha, Andrenirano, Ambaniala, Marofoza, Zanakolo, Ambovo, Andranomainty, Lavarano, Ambaribe, Tsilaimbandy, Amborovoro, Bandana, Morarano, Varahina, Kelimivazo, Tsifatabahiny, Fitandambo.

- ✓ L'existence des 51 lacs repartis dans les 3districts

L'alimentation en eau potable est assurée soit :

- ✓ Par un réseau de distribution de la JIRAMA avec 1191 abonnés pourMiarinarivo, Soavinandriana,Analavory
- ✓ Par des bornes fontaines ou points d'eau (nombre : 92) réalisées par des projets ou ONG.

1.3.2 Rivières

Dans les trois districts sont repartis les 14 rivières et 44 cours d'eau de la région :

- ❖ 23 cours d'eau sont enregistrés dans le district de Miarinarivo
- ❖ 17 et 21 rivières et cours d'eau sont respectivement à Arivonimamo et Soavinandriana

Principaux fleuves,rivières et lacs :

- ❖ Lacs : Mahiatrondro, Ambatomilona, Antamolava, Piliana
- ❖ Rivières : Mazy,Lily et Onibe

Une superficie de bassin versant de 440.35km²

Principaux bassins versants :Tsiribihina et Ikopa

Le bassin versant de Marotsingala, d'une superficie de 145 hectares, territoire d'origine de l'eau, està 4 km de la ville de Miarinarivo.Les principaux bassins versants sont Tsiribihina et Ikopa.

1.4. Pédologie et géologie

Trois types de sols caractérisent la Région d'Itasy. Ils sont classés selon les ensembles topographiques locaux et en fonction de leurs aptitudes agronomiques :

- Les sols d'alluvions, ou baiboho, constituées par l'accumulation des parcelles de terres charriées par les eaux, ont une composition se rapprochant de celle caractérisant un bon sol(10% à 15% d'humus , 2% pour mille d' azote , 1 % pour mille d'acide phosphorique, 2% pour mille de potasse ,15% pour mille de chaux), aux aptitudes culturales élevées sur les berges du lac Itasy et le long des larges vallées d'Analavory et d'Ifanja

>Partie Ouest du District de Soavinandriana

> Partie Nord – Ouest du District de Miarinarivo

- Les sols néo- volcaniques : sur les pentes volcaniques, la terre est d'une fertilité sans égale .Ils sont pas comme les autres. Ceci est du aux projections volcaniques. En effet, à chaque éruption, des petits bris de verre, pauvres en silice, mais riches en minéraux (fer, magnésium, potassium, sodium, phosphore, sélénium et calcium) jaillissent et se répandent sur le sol. Peu à peu, les particules s'altèrent en petits grains de moins de deux microns de diamètre : c'est l'argilisation. Ces particules, riches en minéraux, constituent une source de « nourriture » pour les plantes. Seulement l'argilisation ne se déroule que sous un climat

chaud et humide, les cailloux et autres poussières se dégradent rapidement et les sols sont très fertiles.

>Partie Ouest et Sud Ouest du District de Miarinarivo

>Partie Est et Sud Est du District de Soavinandriana

> Partie Sud du District d'Arivonimamo

- Les sols ferralitiques couvrant une grande partie de la région, aux fertilités médiocres, des massifs dégradés : Axe Soamahamanina et Miarinarivo et secteur Manalalando à l'Ouest jusqu'à Ambohimandry à l'Est (Tableau 3).

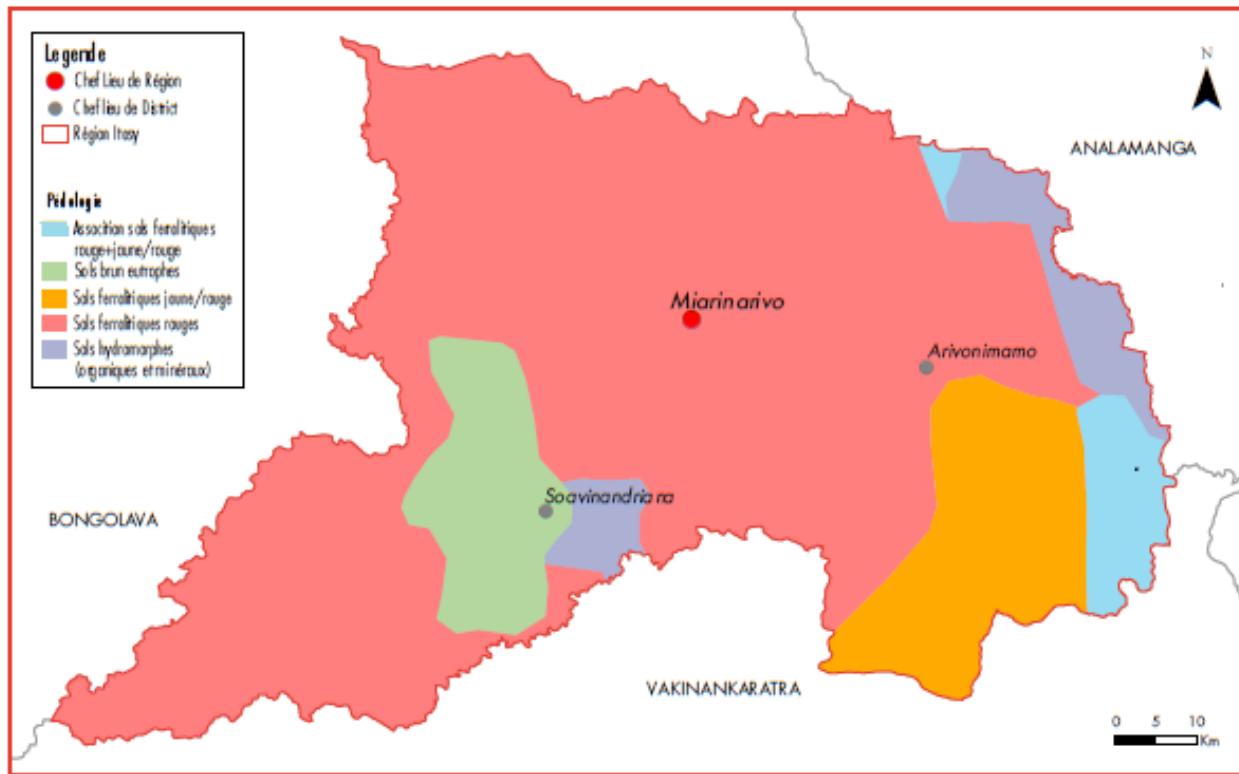
La ferralitisation consiste en la formation exclusive de kaolinite qui résiste au lessivage. À la limite, par suite de l'élimination de toute la silice, la kaolinite ne se forme même plus : il reste l'alumine résiduelle en mélange avec les oxydes de fer, d'où le nom fer-al-litisation : Fer – Alumine.

Dans l'ensemble ces sols sont compacts, fragiles, difficiles à travailler. Néanmoins, ils sont favorables à la culture de maïs et de manioc, et peuvent se prêter à la culture de pommes de terre et à l'arboriculture.

Tableau 3 : Type de sols dans la Région d'Itasy

Type de sols	Superficie (Ha)
Association sols ferralitiques rouge + jaune/rouge	25 201
Sols brun eutrophes	48 420
Sols ferralitiques jaune/rouge	60 915
Sols ferralitiques rouges"	484 973
Sols hydromorphes (organiques et minéraux)	37 039

Source : Monographie de l'Imerina Central, UPDR 2010



Source : FIM 2000

Figure 5 : Carte pédologique de la Région Itasy

Les sols ferrallitiques rouges occupent une grande partie de la superficie de l'Itasy. Ce sont des terres rouges formées de latérites, produits de la décomposition des roches. Ils sont très riches en oxydes de fer et en oxydes d'alumine, sa couleur n'est pas seulement due à leur teneur en fer mais aussi à la nature des oxydes de fer présents. Ces terrains sont généralement très pauvre en éléments utiles : contenant peu d'azote, de potasse, d'acide phosphorique mais malgré cette pauvreté, les terres latérites peuvent parfois conduire à de bonnes récoltes. Il est certain d'ailleurs que le travail agricole accroît la valeur productive des terres rouges et que l'apport d'humus permettrait à toutes les terres latérites d'être économiquement cultivables. Ils se font remarquer surtout dans les régions soumises à un climat chaud.

En terme géologique, Itasy est caractérisée par son volcanisme néogène à quaternaire. Sur ce sous-sol, des formations diverses se sont constituées, dont les cuvettes lacustres qui sont dues à des lavages volcaniques, des coulées de lave ayant obturé des vallées et retenus, ainsi que les eaux qui s'accumulaient en arrière. Certaines cuvettes étaient autrefois reliées entre elles. Ces zones d'alluvions lacustres, généralement fertiles, jouent un rôle important pour l'occupation humaine et l'agriculture. Les plaines alluviales se trouvant le long des fleuves sont généralement aménagées en rizières (Fig.5).

CHAPITRE .2. CULTURES VIVRIERES DU DISTRICT DE MIARINARIVO

Miarinarivo, chef lieu de la région d'Itasy et se trouvant entre les altitudes 1 200 m et 1500 m (Fig.6). Il couvre une superficie de 2 958km². Ses coordonnées géographiques sont 18°57'39" Sud, 46°54'13" Est. Il est caractérisé par deux types de relief : le côté Est est dominé par la succession de hautes collines et de petites vallées, tandis que l'ouest est composé de massifs volcaniques et de larges vallées.

Il comporte deux types de climats bien distincts : fraîche et sèche d'avril à octobre avec une température minimale de 7°C au mois d'août et un pic de 26°C en octobre ; humide et chaude de novembre à mars avec une variation de température de 14°C à 28°C, et une pluviométrie moyenne de 800 à 1000mm.

Le site dispose d'une rivière, celle de Mazy qui prend ses sources à Miarinarivo pour se déverser vers la Sakay. Elle traverse le site d'Est en Ouest. Son débit varie suivant la saison : largeur 5 m en saison sèche et 20 m en saison de pluie.

La production rizicole tient la première place des spéculations agricoles, aussi bien en nombre d'exploitants concernés qu'en surface occupée ; viennent ensuite le manioc, le maïs, le haricot, la pomme de terre, le voandzou et différentes cultures maraîchères, telles que la tomate et diverses. Ce qui montre un bon niveau de diversification.



Figure 6 : Localisation géographique de Miarinarivo

2.1. Agents physiques naturels

Les agents physiques naturels exercent une influence sur l'agriculture. Sous l'influence desquels, vit et se transforme la matière : l'air, le vent, la lumière, la chaleur, l'électricité et l'eau.

- L'air : c'est l'agent nécessaire à la respiration, sans son action il n'y a pas de vie végétale possible.
- Le vent : est considéré comme une contrainte climatique. En l'absence de pluies, les forts déplacements d'air accentuent la transpiration foliaire des plantes tout en accélérant le processus d'évaporation de l'eau présente dans le sol. Ce déficit en eau (stress hydrique) ralentit le développement des cultures. Il est source de stress mécanique ; les mouvements permanents engendrés par des vents fréquents ralentissent la croissance des plantes et provoquent des malformations. Pourtant, malgré ces désagréments, il facilite l'aération des plantes (limite la propagation des maladies) et facilite les échanges gazeux (photosynthèse et respiration).
- La lumière : vient du soleil. Plus elle est vive, plus les nuits sont de courte durée, plus la végétation est active. Elle est d'une grande importance dans le jeu de la fonction chlorophyllienne.
- La chaleur : elle est également fournie par le soleil .C'est elle qui est la cause des vents. Elle constitue l'énergie nécessaire pour le processus d'évaporation des mers, des nuages et les pluies. Les plantes comme tous les êtres vivants connaissent des températures limites au-delà desquelles elles périssent ainsi que le froid qui cause parfois de graves dégâts et y rendent par suite l'agriculture très difficile.
- L'électricité : se manifestant naturellement dans les orages sous la forme de grandes étincelles nommées éclairs. Les pluies d'orages sont enrichies en azote nitrique par ces étincelles et ont ainsi une action fertilisante. En effet, l'étincelle électrique décompose la vapeur d'eau de l'atmosphère en hydrogène et en oxygène. L'hydrogène libéré se combine avec l'azote de l'air pour donner d'une part de l'ammoniaque, et d'autre part avec l'azote et 'oxygène pour donner de l'acide nitrique. Ces deux corps azotés fusionnent pour donner du nitrate d'ammonium, sel éminemment soluble et d'une grande valeur fertilisante. A partir de cette action de l'électricité les pays tropicaux où les orages sont fréquents connaissent une belle végétation malgré un sol très pauvre comme la latérite.
- L'eau : elle est fournie par les pluies. Quand celles-ci sont insuffisantes, l'empreint de la quantité aux cours d'eau ou aux nappes souterraines est nécessaire. Sans eau, pas de vie végétale, car pour vivre les végétaux cultives exigent que le sol contienne de 15% à 20% d'eau. Elle entre dans la composition des tissus végétaux. Elle dissout et permet l'assimilation des substances minérales qui interviennent dans la nutrition des plantes.

Lorsque les pluies sont violentes et leur force écrasé et tasse exagérément la terre, cela oblige à labourer légèrement. Ces derniers auront l'avantage lors des pluies suivantes, de permettre une plus grande absorption de l'eau par le sol.

2.2. Généralités des cultures vivrières

2.2.1. Manioc

Le manioc connu sur le nom scientifique *Manihot esculenta* CRANTZ famille des EUPHORBIACEES. C'est un arbrisseau qui semble avoir pour patrie l'Amérique du Sud mais qui, aujourd'hui, est répandu dans les zones tropicales et équatoriales.

Le manioc est la deuxième culture vivrière à Madagascar, il constitue un aliment de substitution du riz d'où son rôle important dans la sécurité alimentaire.

Il existe deux types de manioc, l'un dit variété amère dont les racines contiennent une substance toxique, de saveur désagréable. Par opposition on désigne sous le nom de variété douce le type qui ne comporte pas les inconvénients : c'est celui qui est cultivé à Madagascar. La culture de cette plante est des plus faciles, c'est une culture de rente dans les zones à faible pluviométrie et qui ne redoute pas le vent et n'a pas besoin d'une exposition particulière.

Il n'exige pas de terrain particulier et pousse à peu près partout, sauf dans les terrains humides, mais elle préfère les terrains légers, profonds et riches. (Fig.7)

Toutes les variétés locales cultivées appartiennent au genre *Manihot*-espèce *Utilissima*. Par ailleurs, la culture des hybrides artificiels qui proviennent de croisements entre diverses espèces de manioc les plus recommandés sont :

- H.45 : Très doux, demande des sols riches, alluvionnaires, légers et bien drainés.
- H.53 : Le meilleur des maniocs doux, donne de bons résultats sur les sols riches de collines et sur les alluvions bien drainées.



Figure 7 : Manioc

2.2.3. Maïs

Le maïs, en malgache, Katsaka, appartient au genre *Zea*, espèces mays qui est originaire du Mexique mais cultivé à Madagascar depuis au moins le XVII^{ème} siècle.

Il constitue la deuxième céréale agricole après le riz tout en étant un élément clé des agro systèmes pluviaux des Haute Terres centrales malgache. Cette graminée est par excellence la céréale des pays chauds.

Il existe 4 variétés que les agriculteurs ont l'habitude de reconnaître : MEVA, IRAT 200, VOLASOA, BAKOLY (Fig.8). Ces différents types de maïs pouvaient être créées suivant des modes de croisement : hybrides, synthétiques, composites, variétés population.

- MEVA : elle est originaire de Madagascar, de type synthétique et de nature génétique composite améliorée. Elle est destinée aux Haute Terres centrales et d'une altitude supérieure à 1000 mètres.
- IRAT 200 : elle provient du Côte d'Ivoire, de type composite améliorée et de nature génétique composite améliorée. Elle est destinée aux zones Ouest et Sud de Madagascar avec une altitude inférieure à 950 mètres.
- VOLASOA : elle est originaire du Philippines, de variété population et de nature génétique composite améliorée. Elle est mieux exploitée dans la région Ouest et Sud de Madagascar et d'une altitude comprise entre 800 et 500 mètres.
- BAKOLY : elle est d'origine Thaïlandaise, de variété population et de nature génétique composite améliorée. Elle est cultivée dans la partie Ouest et Sud de Madagascar avec une altitude inférieure à 500 mètres.



Figure 8 : Variétés de maïs

2.2.4. Patate douce

La patate connue par son genre Ipomea qui est d'espèce batatas, occupe la quatrième place après le riz, le maïs et le manioc. Elle est une plante herbacée et rampante de la famille des convolvulacées. Elle peut être plantée à différentes altitude et sur différents types de sol : ferrallitique, volcanique, alluvionnaire.

Les variétés de patates sont très nombreuses, la couleur de la chair peut varier du blanc au jaune et orange. La variété à chair orange est proposée comme l'une des meilleures solution à la carence en vitamine A.

Il y en a 4 variétés (Fig.9) :

- SIHANAKA ou GALONA : une variété locale cultivée sur les Hautes Terres centrales et d'une nature génétique clone correspondant à une haute et moyenne altitude pour zone d'adaptation. Elle a une teneur en matière sèche élevée.
- NAVETO : une variété sélectionnée par FIFAMANOR. Elle est de nature génétique clone avec une zone d'adaptation de haute et moyenne altitude. Elle possède des lianes très longues qui sont intéressantes en termes de couverture du sol et de taux de multiplication pour la production de semence.
- MAHAFALY : une variété sélectionnée par FIFAMANOR, originaire de Kenya .Elle a clone comme nature génétique et s'y trouve sur une zone de haute et moyenne altitude. Elle s'adapte aux différentes conditions écologiques de l'ile.
- MENDRIKA : une des variétés originaire de Kenya, à chair orange qui est adaptée dans diverses régions.
Elle est de nature clone et s'adapte plutôt dans les zones à moyenne et basse altitude.

Il existe trois éléments nutritifs puisés dans le milieu environnant pour la nutrition de ces cultures vivrières :

- ❖ Eléments minéraux puisés dans le sol
- ❖ Oxygène absorbé par la respiration ou puisé dans l'eau de submersion
- ❖ Gaz carbonique absorbé au cours de l'assimilation chlorophyllienne.



Figure 9 : Variétés de patate douce

2.3. Surface cultivée par rapport aux superficies potentiellement cultivable

En 2014, Madagascar a comme superficie cultivable de 10 140 964Ha. Cette superficie contient 24 407Ha de la région d'Itasy, elle est composée de trois districts dont Miarinarivo, Arivonimamo et Soavinandriana (Tableau 4).

Tableau 4 : Superficies potentiellement cultivable

District	Superficies totales (Ha)	Superficie Cultivable (Ha)	Superficie Cultivée (Ha)	%
Miarinarivo	295 800	9 465	8 106	85,64
Arivonimamo	272 300	9 350	7 637	81,68
Soavinandriana	197 000	5 592	4 843	86,61
Total Region	765 100	24 407	20 586	84,34

Source : MEI/CREAM/Monographie 2013

Pour le cas de Miarinarivo, il bénéficie de la plus grande superficie de 295 800 Ha, suivi d'Arivonimamo avec une superficie de 202 500 Ha. Tandis que pour la surface cultivée, Miarinarivo et Soavinandriana sont les plus exploités, ces deux réunis représentent près de 90% de la surface cultivable. A l'inverse, avec une superficie de 295 800 Ha, Arivonimamo affiche la faible part de superficie cultivée, soit 81 %.

Tableau 5 : Répartition des superficies cultivées par types de cultures

District	Cultures vivrières	Superficie (ha)	Région Itasy
Miarinarivo	Manioc	8 053	19 001
	Maïs	4 571	15 058
	Patate douce	410	1 972

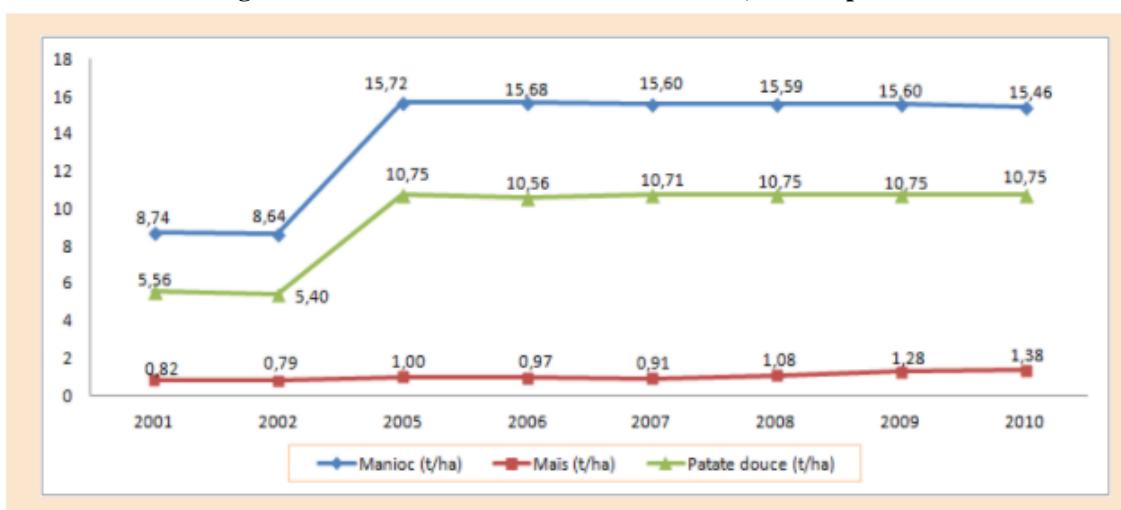
Source : MEI/CREAM/Monographie 2013

Dans la région d'Itasy, le manioc est classé en premier terme de superficie puis le maïs qui constituent un complément de nourriture durant la période de soudure mais aussi ils conviennent très bien aux sols volcaniques. Itasy représente 101 581 Ha de superficie cultivée et Miarinarivo couvre une superficie de 28 531ha pour les cultures vivrières, ainsi ces deux réunis résulteront un taux près de 45 % (35% au niveau de la région d'Itasy) de la superficie cultivée (Tableau 5).

Tandis que la patate tient la quatrième place des cultures vivrières les plus importantes de Madagascar, elle est pratiquée par peu de nombre de ménages dans cette région. Cela est expliqué par le fait qu'elle ne constitue pas la base alimentaire mais juste comme aliment d'appoint. Ce qui explique la très faible valeur qu'elle rencontre face aux autres cultures, elle n'atteint même pas 5% (1,5 % et 2% pour Itasy) de la superficie cultivée.

2.4. Rendement des principales cultures d'Itasy

Figure 10 : Evolution du rendement de manioc, maïs et patate douce



Source : Ministère de l'agriculture, FAO

Les données indiquent la spéculation qui prédomine dans l'aire d'étude. Elles font constater que la patate douce si bien connue pour sa faible part de superficie cultivée dans la région d'Itasy, résulte d'une évolution élevée en 2005 avec un rendement de 10,75T/ha en partant de 5,56 T/ha. Elle a eu une baisse de 0,19 T/ha l'année suivante mais elle est restée constante après cette légère diminution. Par contre, le manioc qui a connu une évolution de rendement assez élevé en partant de 8,74 T/ha en 2001 et 15,72 T/ha en 2005. Malheureusement, après cette évolution, il ne s'est pas attarder à chuter jusqu'à atteindre 15,41 T/ha en 2010. Contrairement au maïs, qui avait un début très difficile de 0,82 T/ha en 2001, atteint en 2005 un rendement de 1 T/ha et il a connu des difficultés durant les deux années à suivre mais en 2010, il a fini par remonter à 1.38 T/ha (Fig.7).

Les difficultés ou les causes des chutes du rendement de chacun de ses cultures dépendent des événements naturels(conditions climatiques) et des événements de gestion(pratique culturale).

Tableau 6 : Evénements naturels

Climat	Précipitation : quantité, fréquence et distribution, température, radiation solaire : unités thermiques, vent
Relations sol - eau	Drainage, profondeur du sol, capacité de rétention d'eau
Propriétés physique et chimique des sols	Texture : sable, limon, argile, structure et densité, épaisseur de la couche, disponibilité des éléments nutritifs, pH, matière organique, capacité d'échange cationique
Pente et orientation du site (N,S,E et O)	Erosion du sol, température du sol
Infestation des cultures	Mauvaises herbes, insectes, maladies

Tableau 7 : Evénements de gestion

Culture	Hybride ou sélection de la variété (potentiel de rendement), population et uniformité des plants
Historique du champ	Herbicide / pesticide, engrais /fumier
Pratiques culturelles	Rotation des cultures, travail du sol, pratiques précédentes, applications de fumier, nivellation du terrain, nettoyage des fosses, mauvaise application d'éléments nutritifs ou de pesticides, problèmes d'ensemencement, de labour et de moisson

PARTIE .II. METHODOLOGIE DE L'ETUDE

CHAPITRE .3. PRESENTATION DES MOYENS UTILISES

3.1. Paramètres mises en jeu

L'efficacité de la production agricole d'un végétal, est conditionnée par certains facteurs du milieu dans lequel il se trouve. Parmi les facteurs climatiques on peut distinguer la température comme facteur énergétique, la précipitations et humidité de l'air comme facteur hydrique. La température représente un paramètre limitant de toute première importance. Sans chaleur, le développement des plantes est impossible. A très basse température, les échanges entre le sol et les plantes sont impossibles. L'assimilation chlorophyllienne ou photosynthèse et la respiration sont très réduites ou inexistantes. Pour le cas du manioc et de la patate douce, leur température optimale pour la photosynthèse est de 25 à 30°C et celui du maïs, est de 30 à 35°C (renseignements tirés de FAO 1978a et FAO 1980c).

Si certaines plantes peuvent se passer de sol, aucune ne peut vivre en l'absence d'eau. Elle joue plusieurs rôles dans la vie végétale. L'évapotranspiration de l'eau à la surface des feuilles absorbe de la chaleur et ainsi rafraîchit les plantes exposées au soleil. Ainsi l'analyse des températures et des précipitations sont importantes pour l'agriculture afin de bien cerner la saison propice à la culture de chaque variété.

La prise en compte de l'écologie qui s'intéresse aux relations des végétaux et leur environnement contribue à l'amélioration de la production. Les phénomènes écologiques se montrent sous forme d'adaptation des végétaux en son milieu (besoins : en eau, en lumière, en sol). Il est nécessaire de répondre aux exigences des cultures pour une bonne croissance en phase végétative.

Un succès agricole est traduit par un bon résultat par rapport au rendement. Un regard sur le passé de Miarinarivo, en termes de rendement de ses principales cultures vivrières (manioc, maïs, patate douce) est une référence et présente un grand intérêt pour constater leurs évolutions. Cette constatation est faite pour identifier la culture la plus dominante et celle qui est la moins avancée. Pour le cas d'Itasy, le manioc présente un rendement largement supérieur aux autres. Pour cela, il est nécessaire de s'investir et de favoriser la culture du manioc vue son bon rendement pendant ces 8ans(Fig.10).

3.2.Données utilisées

Les données utilisées durant la recherche d'une sélection de cultures vivrière sont la température et la précipitation. Ils sont indispensables pour l'agriculture.

La réalisation d'un diagramme ombrothermique dépend de ces paramètres. Ce diagramme est réalisé dans le but de déterminer le climat d'une région et d'évaluer le nombre de mois secs et humides durant une année entière (Fig11,12,13). Le choix des trois années 1995, 2006, 2017 avec un intervalle de 10ans a été pris pour observer les variations de températures et de précipitations. Le choix des 10 années d'intervalle a été opté pour pouvoir constater le changement au cours d'une période donnée.

La variation constatée à partir des diagrammes a eu une influence sur les cultures à semer. Ainsi ces deux paramètres montrent une grande autorité face à l'agriculture. Ainsi, l'analyse des températures permet de voir le maximum et le minimum pour pouvoir décrire la saison. L'analyse des précipitations a été faite dans le but de distinguer le mois le plus arrosé par rapport au mois le plus sec. Sans oublier la précipitation annuelle qui peut discerner une année à une autre. Le cas de l'année 1995, une année à précipitation annuelle très abondante (1407.1mm) (Tableau 12).

L'analyse croisée qui regroupe les deux facteurs climatiques évoque la durée de la période sèche et humide.

Ces analyses sont basées à partir des données climatiques pour contribuer à une semence et sélection de variété précise.

3.3. Résultats attendus

Pour atteindre un objectif, il faut passer par plusieurs étapes. L'application de plusieurs paramètres en fait partie : température, précipitation, exigences personnelles des cultures vivrières et rendement pris comme référence pour trouver la culture la plus adaptée.

Les données climatiques sont indispensables pour l'analyse d'un diagramme ombrothermique. Qui a son tour, montre le niveau de la précipitation vis à vis de la température pour trouver les mois qui sont secs (lorsque la ligne rouge est au-dessus de la barre bleue) et les mois humides (lorsque la ligne rouge est en-dessous de la barre bleue) (Fig.14). Ce diagramme indique la période où la température augmente parallèlement aux mois les plus pluvieux.

Les résultats attendus sont exécutés à partir des paramètres et des données climatiques suivies de l'élaboration d'un diagramme ombrothermique. La recherche aura comme conséquence, une proposition de cultures vivrières plus avantageuse pour les saisons de Miarinarivo.

3.4.Organigramme

Nombreux sont les étapes à parcourir pour pouvoir améliorer ou apporter une suggestion dans le domaine agricole. Le choix de cultures vivrières de Miarinarivo est la première tâche à faire, accompagné de ses besoins (en eau, en chaleur, en sol). Associés aux facteurs climatiques, qui sont d'une grande autorité face à l'agriculture. La température et la précipitation ont permis la construction d'un diagramme ombrothermique. Ce diagramme est nécessaire pour l'interprétation de chaque paramètre et la distinction des périodes sèches et humides.

Le rendement est un élément qui ne se sépare jamais de la production. Il est pris comme référence et apporte plus de précision sur le résultat. Sur ce fait, la culture favorable sera facilement distinguée des autres.

A partir de ces éléments sera établie la proposition d'un choix de cultures correspondant à chaque saison de Miarinarivo (Fig.11).

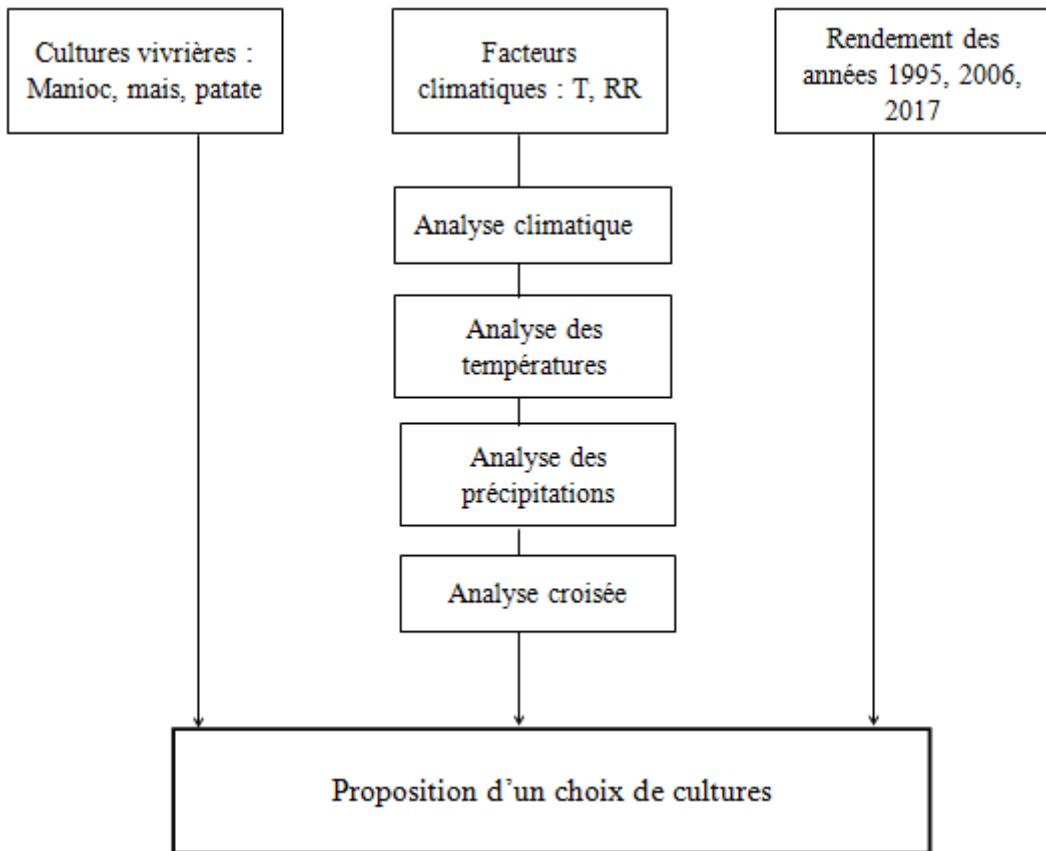


Figure 11: Organigramme

CHAPITRE .4. METHODE DE SELECTION

4.1. Climax climatique

Le milieu qui agit sur une végétation est constitué de trois éléments (Fig.12) [5] :

1-la nature de la ROCHE- MERE

2-la nature du SOL

3-le type de CLIMAT

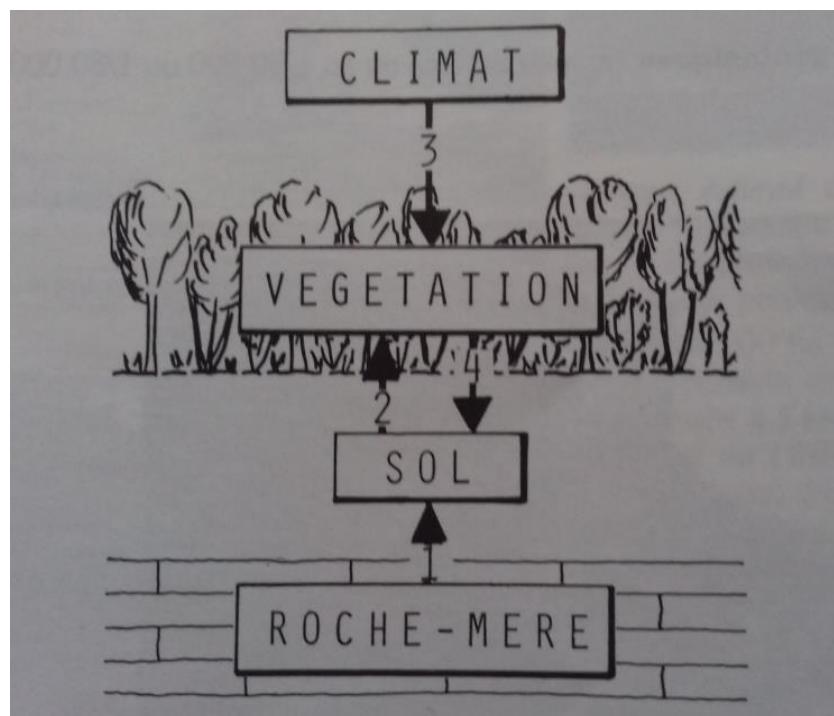


Figure 12 : Climax climatique

Une roche - mère mise à nu par l'érosion sur un éboulis ou sur une alluvion laissée par une rivière, est exposé à la pluie, au soleil et au froid. Ces divers facteurs la fissurent et la réduisent en éléments plus fins définis par le phénomène de désagrégation. Ce qui signifie qu'une roche – mère est altérée par les éléments du climat.

La désagrégation des roches s'opère par variation de température et d'humidité. Les variations élevées de températures entre jour et nuit provoquent sa fracturation.

La roche-mère agit surtout dans le cas des sols jeunes. Plus le sol s'approfondit, plus il se rend indépendant de la roche – mère. Quant au sol, son évolution est influencée par la végétation. SOL et VEGETATION forment donc un ECOSYSTEME EQUILIBRE, de plus en plus indépendant de la ROCHE –MERE, et uniquement déterminé par le CLIMAT (Fig.11).

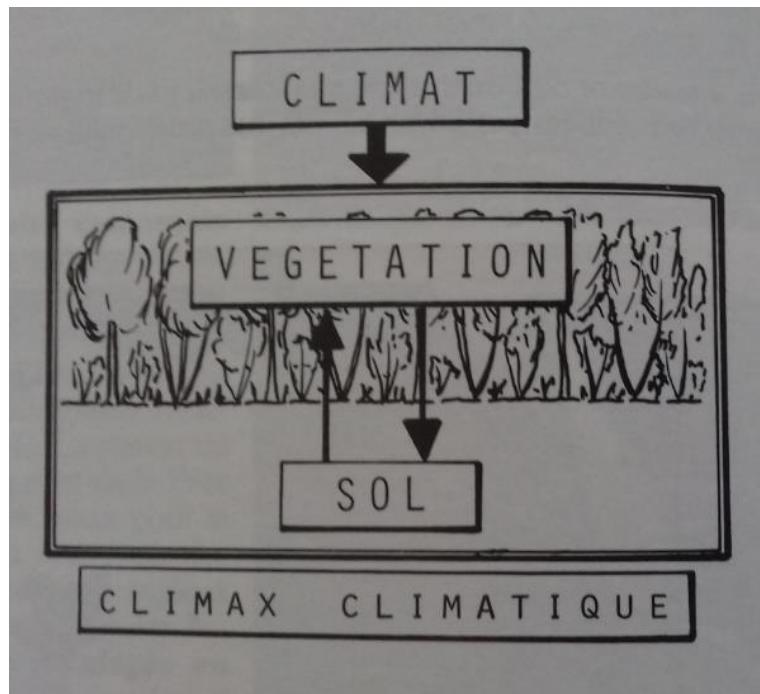


Figure 13 : climax climatique

Le climax climatique se définit par l'ensemble de ces trois éléments : CLIMAT – VEGETATION – SOL (Fig.13).

Le climax constitue un équilibre durable s'il n'est pas perturbé. C'est un écosystème équilibré « sol-végétation » qui ne dépend que du climat. Chaque type de climat doit théoriquement correspondre à un type de végétation associée à un type de sol.

4.2.Méthode par comparaison

Le rendement joue un rôle irremplaçable pour un résultat exacte. Les facteurs climatiques et les rendements des années 1995, 2006, 2017 ont été associés et comparés pour atteindre l'objectif de la recherche. Ces trois années ont été choisi, avec un intervalle de 10 ans afin de déterminer les changements et les différences de températures ainsi que de précipitations.

Un diagramme ombrothermique de chaque année (Fig.11, 12, 13) a été élaboré pour évaluer le nombre de mois secs et humides, la période où la température augmente, la pointe des précipitations ainsi que l'indice de précipitation annuelle (très faibles ou très abondantes).

De son côté, le rendement de chaque année a été tracé sur un même diagramme. Cette analyse a été faite pour suivre l'évolution de chaque culture vivrière (manioc, maïs, patate). Chaque année se traduit par une préférence de culture, elle se fait remarquer par sa production très élevé par rapport aux deux autres.

L'association du diagramme ombrothermique à celui du rendement incite à faire une comparaison. Chaque année à sa propre état climatique et correspond à une culture plus appropriée, démontré par le rendement. Une culture est dite favorable pour une saison, après une comparaison des diagrammes ombrothermiques, montrant l'année la plus abondante en termes de précipitation mais aussi l'année qui a été marqué par une longue période sèche. Le diagramme de rendements fait apparaitre la culture présentant une production élevée pour chaque année étudiée. C'est à partir de ce dernier qu'une culture favorable est associée à chacune des années étudiées. La proposition peut être expliquée par l'harmonie entre l'état climatique d'une année et les exigences des plantes.

PARTIE .III. ANALYSE ET COMPARAISON

CHAPITRE.5. ANALYSE CLIMATIQUE

5.1.Action de la température sur la phase végétative

Cette action est complexe. En effet, la température a une influence beaucoup plus importante que celle de la lumière durant les premières phases de la végétation ; ensuite elle affecte la croissance proprement dite, la hauteur de la plante et la durée de la phase végétative. La complexité de ces phénomènes provient d'une part du fait qu'il y a une interaction constante, plus ou moins marquée avec la lumière ; d'autre part, la température intervient non seulement par l'air ambiant, mais également par le canal de l'eau d'irrigation.

Il faut également savoir que la température n'a qu'un impact mineur sur la taille final du végétal, mais qu'elle agisse sur la vitesse de croissance, autrement dit sur le temps mis pour atteindre cette taille.

Expérience : deux plants de maïs mis dans les mêmes conditions d'humidité et de nutrition, mais soumis à des températures différentes atteindront la même taille et le même rendement mais celui qui aura bénéficié d'une température plus élevée atteindra cette taille plus vite.

5.2.Diagramme ombrothermique

La construction d'un diagramme ombrothermique est essentielle afin de déterminer le climat d'une région. Les données climatiques se présentent sous la forme d'un tableau qui fournit (Tableau 8, tableau 9 et tableau 10) :

- Les 12 températures moyennes mensuelles
- Les 12 hauteurs totales mensuelles des précipitations de la station météo considérée

Chaque tableau est accompagné des coordonnées de la station en altitude, latitude et longitude.

L'étape de la construction se présente comme suit :

- Porter en abscisses les 12 mois de l'année
- Une échelle de 1 cm par mois
- Porter en ordonnées à gauche, les températures moyennes mensuelles
- Une échelle de 1cm pour 10°C
- Axe vertical des précipitations placé naturellement à droite

Il est impératif de respecter les deux règles suivantes :

- Le zéro de l'axe des températures sera au même niveau que celui de l'axe des précipitations

- L'échelle des précipitations sera double de celle des températures,c'est-à-dire que sur la ligne verticale une température de 10° égale à une précipitation de 20mm (Formule de GAUSSEN : $P \leq 2T$)

Les diagrammes ombrothermiques de la station Miarinarivo sont présentés ci-dessous par les figures 14, 15 et 16 correspondants respectivement à l'année 1995, 2006 et 2017.

Miarinarivo (18°57'39"Sud, 46°54'13" Est)

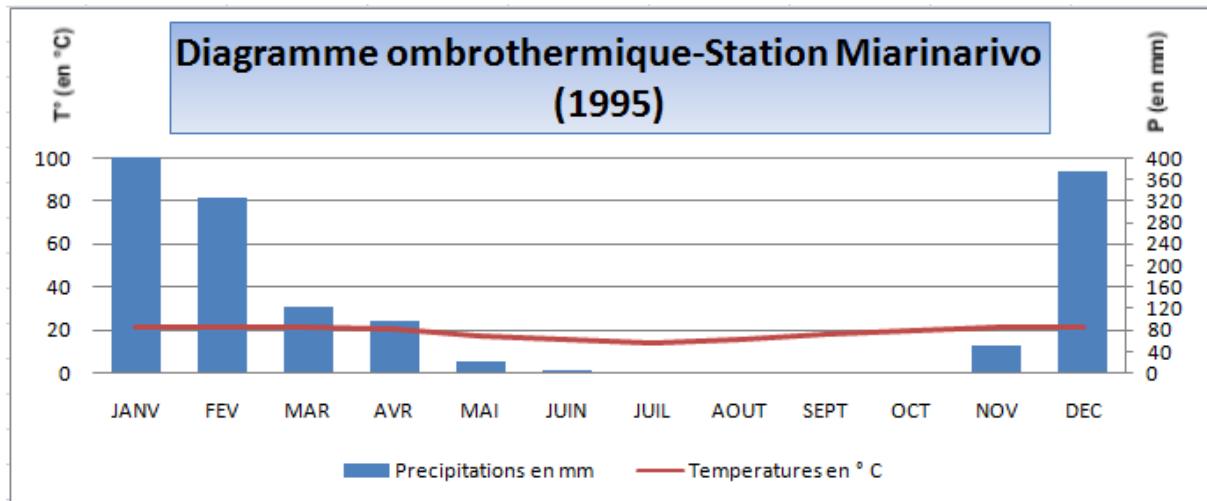


Figure 14 : Diagramme ombrothermique-Station Miarinarivo 1995

Tableau 8 : Précipitations et températures de Miarinarivo 1995

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Précipitations (mm)	403.4	324.7	123	95.6	20.7	4.7	2.7	2.7	1.2	0.2	51.7	376.5
Températures moyennes (°C)	21.4	21.5	21.3	20.3	17.6	15.6	14.3	15.4	17.9	19.4	21.4	21.5

L'année 95 se démarque par sa précipitation très abondante (1407.1 mm) et son long période sèche de 7 mois.

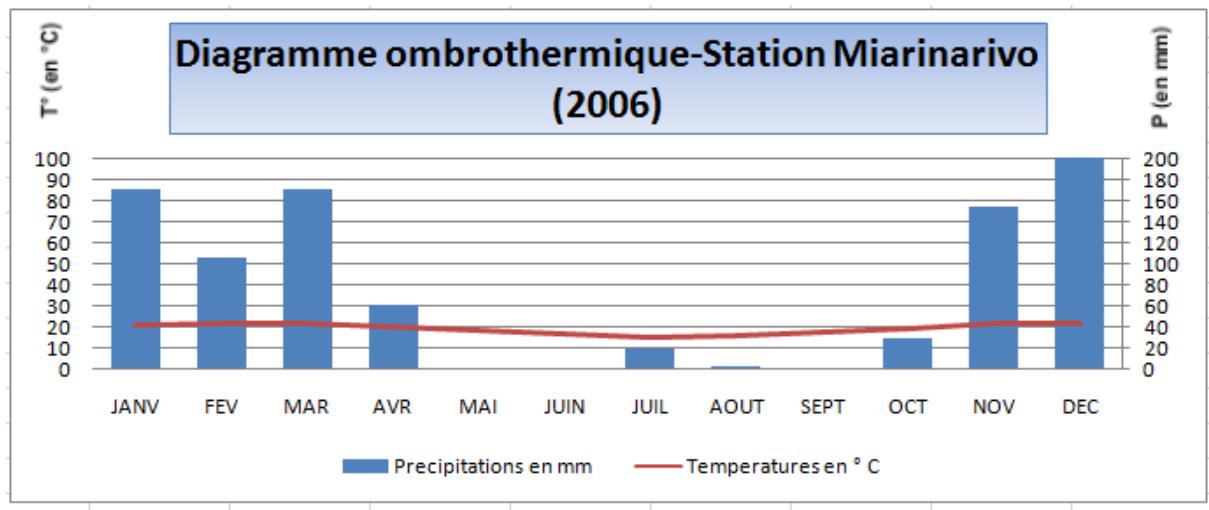


Figure 15 : Diagramme ombrothermique-Station Miarinarivo 2006

Tableau 9 : Précipitations et températures de Miarinarivo 2006

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Précipitations (l/m ²)	170.6	106.1	170	61.3	1.3	1.2	20	2.4	0.5	28.5	154.8	271
Températures moyennes (°C)	21.1	21.5	21.4	20.1	18.4	16.4	15.2	16.1	17.5	19.3	21.3	21.6

En 2006, le nombre correspondant aux mois secs et humides sont à peu près égaux. Le mois de Novembre atteint 154.8 mm pour débuter la saison des pluies et Décembre touche le maximum de l'année avec 271mm.

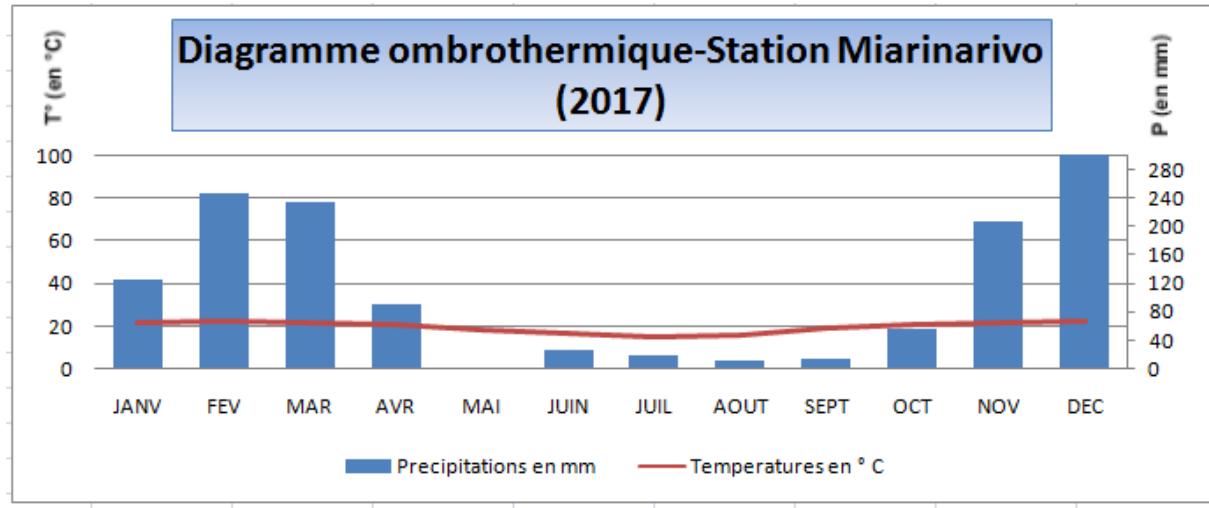


Figure 16 : Diagramme ombrothermique-Station Miarinarivo 2017

Tableau 10 : Précipitations et températures de Miarinarivo 2017

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Précipitations (l/m ²)	124	246.3	234.3	89.7	0	25.3	19.7	12	14.5	56.5	206.9	308.5
Températures moyennes (°C)	21.7	22.6	21.8	20.4	18.2	16.4	15.3	16.1	18.7	20.5	21.2	22.3

Ce qui rend 2017 si particulier, c'est la réapparition de la forte précipitation qui s'est produite il y a 20ans (1337,7mm). Du côté de la température, elle s'est décalée de trois mois avant d'atteindre son maximum (Février 27.8°C, ANNEXE 1).

5.2.1 Analyse des températures

Pour bien cerner le diagramme ombrothermique, la mise en place d'un tableau structurant l'analyse des températures de chaque année s'avère nécessaire (Tableau 11).

Tableau 11: Analyse des températures

1 9 9 5	Températures	Mois	Saison	Description
	Température (max)	Novembre (28.3)	Eté	Chaud
	Température (min)	Juillet (14.3)	Hiver	Doux
	Température moyenne	18°C		
	Amplitude thermique	7.2°C		
2 0 0 6	Températures	Mois	Saison	Description
	Température (max)	Novembre (27.8)	Eté	Chaud
	Température (min)	Juillet (15.2)	Hiver	Doux
	Température moyenne	19.15°C		
	Amplitude thermique	6.4°C		

	Températures	Mois	Saison	Description
2 0 1 7	Température (max)	Février (27.8)	Eté	Chaud
	Température (min)	Juillet (15.3)	Hiver	Doux
	Température moyenne	20°C		
	Amplitude thermique	7.3°C		

Conditions : < 0°C = froid // 0°C - 20°C = doux // > 20°C = chaud

Le froid s'annonce si la température est inférieure à 0°C, il est doux entre 0°C à 20°C. La chaleur se fait ressentir à plus de 20°C.

5.2.2 Analyse des précipitations

Afin de pouvoir faire une bonne interprétation du diagramme ombrothermique, l'analyse des précipitations réunie dans ce tableau 12 ci-dessous est indispensable.

Tableau 12 : Analyse des précipitations

	Mois		Précipitations annuelles
1995	Le plus arrose	Janvier (403.4)	1407.1 très abondantes
	Le plus sec	Octobre (0.2)	
	Mois		Précipitations annuelles
2006	Le plus arrose	Décembre (271)	987.7 abondantes
	Le plus sec	Septembre (0.5)	
	Mois		Précipitations annuelles
2017	Le plus arrose	Décembre (308.5)	1337.7 très abondantes
	Le plus sec	Mai (0)	

Conditions :

< 250mm : très faibles

250-500mm : faibles

500-1000mm : abondantes

>1000mm : très abondantes

La précipitation est classée comme suit : elle est très faible pour une valeur inférieure à 250mm et très abondantes pour une quantité supérieure à 1000mm.

5.2.3 Analyse croisée

Comme le diagramme ombrothermique regroupe deux paramètres à la fois (température et précipitation), ces derniers seront présentés dans le tableau 13 ci-dessous.

Tableau 13 : Analyse croisée

	Périodes	Début	Fin	Durée
1995	Période sèche	Mai	Novembre	7mois
	Période humide	Décembre	Avril	5mois
2006 Et 2017	Périodes	Début	Fin	Durée
	Période sèche	Mai	Octobre	6mois
	Période humide	Novembre	Avril	6mois

Le diagramme ombrothermique est un double graphique évolutif utilisé pour représenter et déterminer le climat d'un lieu. Pour le cas de Miarinarivo, le climat est chaud avec une précipitation très abondante. L'été chaud et humide s'étale de Novembre en Avril. L'hiver doux et sec s'installe de Mai en Octobre.

Dans cette optique, l'étude des variations de ces 3 années est le but de cette analyse. Ces 3 années ont été choisis sur base d'un intervalle de 10 ans. C'est un intervalle assez conséquent pour étudier de légères variations.

D'après les tableaux 8, 9, 10 et les diagrammes 14, 15, 16, le cas de Miarinarivo pour le paramètre température n'a connu qu'une faible variation (0.5 à 0.2°C) de 1995 à 2017. Contrairement à la précipitation qui montre un grand contraste au niveau de ces années (Fig. 14, 15 et 16) :

- En 1995 et 2006, la précipitation durant la période sèche n'atteint même pas 5 mm (Fig. 11 et 12). Tandis qu'en 2017 (Fig. 13), elle en avait bien plus que 45 mm malgré son absence en Mai.
- Pour la période humide, en 1995, le mois de Novembre a été considéré comme un mois sec. Pourtant en 2006 et 2017, il représente le début du mois pour laquelle la précipitation devient de plus en plus abondante. Il est aussi important de noter que la précipitation annuelle de l'année 1995 est la plus abondante (**1407 mm**) et ce cas n'est survenu que 22 ans après (2017 : **1337 mm**) (Tableau 10). Cette saison est aussi justifiée par le passage d'un cyclone qui favorise la montée d'eau.

5.3. Dégradation de l'environnement

L'environnement de la production agricole est exposé aux différents événements naturels tels que les cyclones, les sécheresses et les inondations. De plus, les problèmes environnementaux sont nombreux, comme l'ensablement, l'abaissement de la fertilité du sol et surtout celles qui

sont causées par l'homme : les feux de brousse et la déforestation ou déboisement. Ces derniers sont à l'origine des troubles climatiques constatés à partir des diagrammes.

La superficie totale de forêts dans la Région Itasy est de 20 638 ha en 2013. Plus la moitié des forêts de la région se trouvent dans le district d'Arivonimamo (Tableau 14).

Malgré les efforts déployés pour la sensibilisation des populations concernant l'impact négatif des feux de brousses sur l'environnement, la superficie brûlée dans la Région Itasy ne cesse d'augmenter. Ainsi, selon les données monographiques du CREAM, 893 ha de terrains ont été en proie aux feux de brousse. Les districts les plus atteints ont été Miarinarivo et Soavinandriana.

Tableau 14 : Superficie de forêt existante et forêt détruite

District	Superficie existante (ha)	Superficie en proie au feu de brousse
Miarinarivo	5 388	398
Arivonimamo	10 360	20
Soavinandriana	4 890	475
TOTAL	20 638	893

Source : MEI/ CREAM/Monographie 2010

La déforestation se traduit par la consommation de bois. Economiquement, la filière « bois » représente un secteur important permettant à des milliers d'acteurs de consommer pour vivre.

La Province d'Antananarivo est un gros consommateur de bois dont environ 80 % de bois-énergie (dont Miarinarivo:13% de charbons et 8% de bois d'œuvre et de produits dérivés). Cette consommation ne va pas probablement diminuer, mais plutôt augmenter pour les 10-20 prochaines années. Il ne faut pas s'attendre à ce qu'une énergie de substitution (gaz,électricité) vienne modifier de façon significative la proportion du bois-énergie, ceci compte tenu du niveau de vie assez bas et de l'état précaire de l'économie.

CHAPITRE.6.PROPOSITION D'UN CHOIX DE CULTURE VIVRIERE

6.1.Ecologies

- Besoins du manioc

Comme tout être vivant, le manioc a aussi ses propres exigences. Le tableau 15 ci-dessous les citera :

Tableau 15 : Besoins du manioc

En chaleur	En lumière	En eau	En sol
T _{max} entre 23 à 25°C et une T _{min} =12°C .Au –dessous de 10°C et au – dessus de 40°C, la végétation est réduite. Il peut survivre à des périodes de sécheresse prolongées, grâce à ses racines de stockage.	Idéal : la formation d'amidon dépend directement de l'ensoleillement.	Idéal : 600 à 2000mm bien repartis pendant le cycle végétatif. L'eau agit fortement sur le rendement.	Type de sols extrêmement varié (alluviaux, ferralitiques) à condition que les textures et les structures permettant la circulation de l'air et de l'eau. Sols profonds et de pente faible. 4 < pH < 7.5

Source : Fiche technique MPAE

- Besoins du maïs

Ce tableau 16 ci-après va étaler ce qui en ait des caractères spécifiques du maïs face à son environnement pour son développement.

Tableau 16 : Besoins du maïs

En chaleur	En lumière	En eau	En sol
Idéal : entre 10 à 40°C, pour sa croissance ainsi que pendant la phase végétative. Il ne supporte pas une T < 10°C	Idéal : bon ensoleillement, pour une bonne structure. Une culture trop ombrée favorise le développement des maladies.	Idéal : 600mm pendant son cycle végétatif qui dure en moyenne 120jours.Le déficit hydrique peut entraîner une réduction de rendement.	Idéal : sols à structure légère du type décrue (baiboho) et volcanique .Sols pas trop acides et non inondable.

Source : Fiche technique MPAE

- Besoins de la patate douce

Pour un succès agricole, il est interdit de négliger les besoins d'une culture. C'est pour cela qu'ils seront introduits par le tableau 17 suivant :

Tableau 17 : Besoins de la patate douce

En chaleur	En lumière	En eau	En sol
Son optimum se situe aux environs de 25 à 30°C. Vers 15 à 16°C, son aspect est à peu près normal. Au-dessous de 10°C, elle meurt.	Elle demande des expositions très ensoleillées pour que la photosynthèse se fasse dans des meilleures conditions possibles.	Idéal : de l'ordre de 25 à 30mm /semaine, favorable à sa croissance et à la formation des tubercules. Elle résiste à la sécheresse.	Idéal : sol meuble, bien perméables. Elle supporte les sols acides. $5.5 < \text{pH} < 6.5$

Source : Fiche technique MPAE

6.2.Rendements

Un diagramme est établi pour mettre en évidence le rendement de chaque culture vivrière. Le choix de ces trois années a été pris pour bien analyser le décalage et les évolutions qui pourront être constatés sur un intervalle de 10ans (Fig.17)

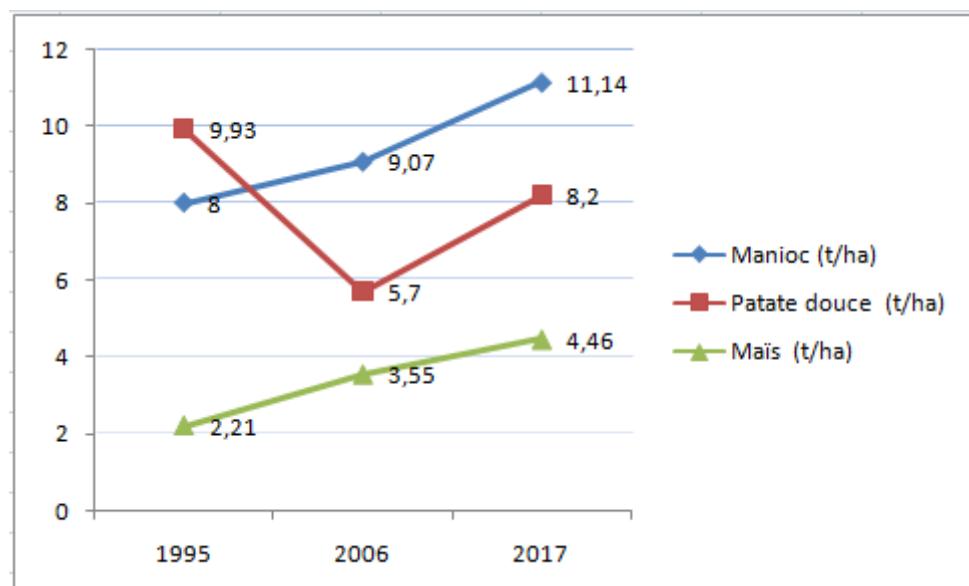


Figure 17 : Diagramme de comparaison

Pour Miarinarivo, le manioc détient le plein pouvoir côté superficie, vis-à-vis du maïs et de la patate. Les cultivateurs essaient d'étendre la surface à cultiver pour chaque culture. La patate est la moins favorisée en termes de superficie. En ce qui concerne le rendement, le manioc

montre une courbe croissante et atteint une valeur supérieure aux autres (11.14 t/ha). Contrairement au maïs qui n'a jamais pu atteindre 8t/ha durant ces 20 dernières années même si ses valeurs ont eu une tendance croissante (Fig.17).

Tandis que la patate a une tendance se situant entre les deux. Elle présente une courbe marquée par une chute importante passant de 9.93t/ha à 5.7t/ha. Après cette chute importante, l'année 2017 montre une valeur élevée et conséquente (8.2t/ha).

6.3 Proposition

Afin de pouvoir proposer un choix de culture correspondant aux saisons, il est indispensable de se baser sur les critères météorologiques (la température, les précipitations) et les exigences des cultures mais aussi le rendement qui apporte beaucoup plus de précision.

En 1995, la patate douce est la plus rentable (9.93 t/ha). Elle est due à la prolongation de la période sèche (de Mai jusqu'en Novembre) qui lui est favorable car elle résiste à la sécheresse avec une précipitation de 25 à 30mm et une température de 25°C et plus.

En 2006, le manioc prend la première place en termes de rendement (9.07 t/ha). La semence s'est fait qu'au mois de Novembre pour acquérir une bonne précipitation qui n'était pas le cas pour les mois d'Aout-Septembre-Octobre (moment de semence pour le manioc mais peut se faire jusqu'en Février) représentant une très faible valeur de 2 à 28mm. Ce qui montre qu'en dix ans, les saisons ont décalés de trois mois.

Le manioc a pu profiter de la précipitation maximale rencontrée en mois de Décembre, étant de 271mm avec 987.7mm de pluie annuelle, qui correspond aussi bien avec son exigence en eau : 600 à 2000mm. Une température maximale de 27°C en Novembre qui est définit dans le besoin en chaleur (10 à 40 °C).

En 2017, le manioc détient toujours le meilleur rendement (11.14 t/ha), grâce à une précipitation abondante de 1337.3mm avec Décembre comme mois le plus arrosé (308.5 mm). De plus les trois mois de semence étaient plus remarquable (12 à 56.5 mm) ce qui favorisera un bon début de semence dès le mois d'Aout.

D'après ces analyses, on peut constater qu'il n'y a que deux possibilités de périodes : période sèche et période humide. Dans ces deux cas, les cultures évoluent différemment à cause de la température, de la précipitation et leurs exigences personnelles.

En faisant une prévision assez précise, il est possible de savoir si l'année sera marquée par une longue saison sèche ou plutôt une saison pluvieuse abondante.

Sur-ce, la mise en place d'une proposition de culture pour chaque saison est utile pour avoir un bon résultat qualitatif et quantitatif :

- Période sèche (Mai à Octobre) : patate douce
- Période humide (Décembre en Avril / de Novembre en Avril) : manioc

Par contre l'existence de cette proposition n'exclut pas les autres cultures durant les saisons, mais elle la favorise et la met en valeur en fonction de la surface et de l'exploitation.

CONCLUSION

En faisant le dénombrement de la population, environ 82,5% travaillent dans le secteur de production agricole. Le secteur agricole a une place majeure dans le système productif du pays. L'activité principale de presque tous les ménages, de toutes les communes de Madagascar (plus de 75%) est constituée par l'agriculture et l'élevage. Pour le cas d'Itasy, elle représente 94.79% pour le secteur primaire dont 85.4 % est destiné à l'agriculture.

Comme cette activité fait partie de la force motrice pour le développement du pays, il est donc primordial de prendre en compte tous les facteurs (critères météorologiques : température, précipitation / exigences personnelles: besoin en sol, besoin en lumière) qui mènera à un succès agricole.

Un bon résultat se traduit par un bon rendement, justifier par le climax climatique : UN CLIMAT –UNE VEGETATION – UN SOL. Accompagné d'une théorie: à chaque type de climat doit théoriquement correspondre à un type de végétation associée à un type de sol.

En analysant, les variations de la température et de la précipitation des années 95 jusqu'à nos jours. On a pu constater un changement assez marqué (des mois secs prolongés et des saisons décalés de trois mois ainsi que des années très arrosées en un espace de 20ans) mais qui est plutôt important au niveau du domaine agricole.

Une sélection de culture pour chaque saison a pu être élaborée en regardant transversalement les variations constatées durant les 20 dernières années et les rendements (manioc, maïs, patate douce). Cependant, les caractères spécifiques nécessaires pour les cultures vivrières ne doivent pas être négligés.

Pour le cas de Miarinarivo, une année de période sèche assez marquée est plus favorable à la culture de patate douce. Dans l'autre cas, le manioc se montre plus avantageux pour une année de période humide bien arrosée dès le début de la saison pluvieuse.

La pratique des autres cultures vivrières durant ces saisons ne seront pas mis à l'écart face à cet arrangement.

BIBLIOGRAPHIES

- [1] ONE (Office national pour l'environnement).Tableau de bord environnemental , fev 2007.
- [2] Les freres des ecoles chretiennes d'Andohalo.Cours d'Agriculture ,3^{eme} Edition-corrigee ,1947.
- [3]L'ANCOS (Agence National de Contrôle Officiel de Semences et plants).Registre des especes et varietes cultivees ,Madagascar 1^{ere} Edition,2006.
- [4]B.I.M.T.T. (Birao Iraisan'ny Mpampiofana Tanora Tantsaha).Mamboly,2007.
- [5]Dominique SOLTNER .Les bases de la production vegetale,TOME II,4^{eme} Edition,1999.
- [6]Miandrisoa ANDRIAMAHEFA. Statistiques agricoles 1995-2003.
- [7] Miandrisoa ANDRIAMAHEFA. Statistiques agricoles 2004-2008.
- [8] Miandrisoa ANDRIAMAHEFA. Statistiques agricoles 2017.
- [9]CREAM (Centre de Recherches d'Etudes et d'Appui à l'analyse economique à Madagascar).Monographie de la Region Itasy,2016.
- [10] UPDR (Unite de Developpement Rural)Monographie de la Region d'Antananarivo,fev 2013.

WEBOGRAPHIES

- https://planificateur.acontresens.net/madagascar/mg_01/miarinarivo/105901.html
- https://docs.google.com/document/d/1OluNzG1D3MeE8h4KEw_VKZbloaJsu9H_LI/edit
- <http://paguide.mcgill.ca/GuideFrench/YieldMaps/yieldmapsf.html>

ANNEXE 1

Tableau 18 : Températures maximales

Années	Températures maximales (°C)											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1995	25.9	26.1	26.6	25.3	22.3	21.7	20.4	21.6	24.6	26.8	28.3	26.9
2006	26.2	26.5	27	25.8	24.7	22.3	20.6	22.2	24.4	26.3	27.8	26.6
2017	27.4	27.8	26.4	24.9	23.6	21.4	20.8	21.2	25.2	26.5	26.5	27.2

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	I
SOMMAIRE	II
LISTE DES ABREVIATIONS	III
LISTE DES FIGURES	IV
LISTE DES TABLEAUX	V
LISTE DES ANNEXES	VI
INTRODUCTION.....	1.
PARTIE .I.PRESENTATION DE LA REGION ITASY	2.
CHAPITRE .1. DOMAINE D'ETUDE.....	2
1.1. Localisation	2
1.2. Climatologie	3
1.2.1. Caractéristiques climatiques générales.....	3
1.2.2. Pluviométrie	4
1.2.3. Variation de saison	5
1.3. Hydrologie.....	6
1.3.1. Lacs	6
1.3.2 Rivières.....	7
1.4. Pédologie et géologie	7
CHAPITRE .2. CULTURES VIVRIERES DU DISTRICT DE MIARINARIVO	10
2.1. Agents physiques naturels	11
2.2. Généralités des cultures vivrières.....	12
2.3. Surface cultivée par rapport aux superficies potentiellement cultivable	15
2.4. Rendement des principales cultures d'Itasy	16
PARTIE .II. METHODOLOGIE DE L'ETUDE	19
CHAPITRE .3. PRESENTATION DES MOYENS UTILISES.....	19
3.1. Paramètres mises en jeu.....	19
3.2. Données utilisées.....	19
3.3. Résultats attendus.....	20
3.4. Organigramme	20
CHAPITRE .4. METHODE DE SELECTION.....	22
4.1. Climax climatique	22
4.2. Méthode par comparaison	24

PARTIE .III. ANALYSE ET COMPARAISON	25
CHAPITRE.5. ANALYSE CLIMATIQUE	25
5.1. Action de la température sur la phase végétative	25
5.2. Diagramme ombrothermique.....	25
5.2.1 Analyse des températures	28
5.2.2 Analyse des précipitations	29
5.2.3 Analyse croisée.....	30
5.3. Dégradation de l'environnement	30
CHAPITRE.6. PROPOSITION D'UN CHOIX DE CULTURE VIVRIERE	32
6.1. Ecologies	32
6.2. Rendements	33
6.3. Proposition.....	34
CONCLUSION	35
BIBLIOGRAPHIES	A
WEBOGRAPHIES	A
ANNEXE	B



Titre : « Sélection de culture vivrière sur critère météorologique : cas de Miarinarivo »

Auteur : RAMISASOA Faneva Hendry Ny Nosy

Contact de l'auteur : 034 48 896 05

- Lot VO 35 BB Manakambahiny, fanevaramisaso@gmail.com

Nombre de pages : 35

Nombre de figures : 17

Nombre de tableaux : 17

Résumé : A Madagascar, l'agriculture reste un levier pour le développement de l'économie. Dans la Région Itasy, environ 85,4% de sa population travaillent dans ce secteur.

Le développement demande un résultat pertinent, ce dernier se traduit par un excellent rendement. Afin d'atteindre ce but, le climax climatique : UN CLIMAT – UNE VEGETATION – UN SOL est développé cas par cas pour une bonne sélection de culture.

A chaque type de climat doit théoriquement correspondre à un type de végétation associée à un type de sol.

Miarinarivo doit donc privilégier deux cultures qui répondent favorablement à ses deux saisons. La saison sèche (ou un peu prolongé) qui est propice pour la patate douce, tandis que la saison humide l'est plus pour le manioc.

Mots clés : cultures vivrières, climatique, facteurs climatiques, diagramme ombrothermique

Abstract : In Madagascar, agriculture remains a lever for the development of the economy. In the Itasy Region, about 85.4% of its population works in this sector.

The development requires a relevant result, the latter results in excellent performance. In order to achieve this goal, climatic climax: A CLIMATE - A VEGETATION - A SOIL is developed case by case for a good selection of culture. Each type of climate must theoretically correspond to a type of vegetation associated with a type of soil. Miarinarivo must therefore favor two cultures that respond favorably to his two seasons. The dry season (or a little prolonged) which is favorable for the sweet potato, while the wet season is more for cassava.

Keywords : food-producing cultures, climatic climax, climatic factor, ombrothermal diagram

Directeur de mémoire : M. NOMENJANAHAARY MAMY Andriamirado