
Sigles et acronymes

ACP : Analyse des Correspondances Principales
ASARECA : Association pour le Renforcement de la Recherche Agricole en Afrique de l'Est et du Centre
AFC : Analyse Factorielle des Correspondances
AFCM : Analyse Factorielle des Correspondances Multiples
CEDII : Centre d'Etudes de Documentation Inter Institutionnel.
CSA : Centre de Service Agricole
DEUG : Diplôme d'Etudes Universitaires Générales
DRDR : Direction Régionale du Développement Rural
DF : Dépendance Fonctionnelle
EIF : Ensembles des Items Fréquents
FN : Forme Normale
FOFIFA : Foibem-pirenena Flkarohana ampiharina amin'ny Fampandrosoana ny Ambanivohitra
GPS : Global Position System
MCD : Modèle Conceptuel de Données
MISS : Mathématiques et Informatique pour les Sciences Sociales
MLD : Modèle Logique de données
PC : Personal Computer
PRD : Plan Régional de Développement
SCD : Schéma Conceptuel de Données
SGBD : Système de Gestion de Base de Données
SGBDR : Système de Gestion de Base de Données Relationnelle
SIG : Système d'Information Géographique

Table des matières

I	INTRODUCTION GENERALE	1
1	Présentation générale	3
1.1	Présentation de l'établissement d'origine	3
1.1.1	<i>Historique</i>	3
1.1.2	<i>Objectif :</i>	3
1.1.3	<i>Organisation de la formation :</i>	3
1.1.4	Débouchés	4
1.2	Présentation de l'établissement d'accueil : FOFIFA	4
1.2.1	<i>Historique :</i>	4
1.2.2	<i>Organigramme :</i>	5
1.2.3	<i>Ses missions et ses objectifs :</i>	5
1.2.4	<i>Organisation et démarche de la recherche ;</i>	5
2	Problématique, contexte, plan de mémoire	7
2.1	Présentation du sujet, problématique, objectif et contexte	7
2.2	Plan de mémoire	7
II	DÉMARCHE ET MÉTHODOLOGIE	9
1	Domaine d'étude	10
1.1	Le District d'Ambalavao	10
1.2	Le District d'Ambohimahaso	10
1.3	Le District d'Ikalamavony	11
1.4	Le District d'Isandra	11
1.5	Le District de Lalangina	11
1.6	Le District de Vohibato	12
2	Démarche théorique des analyses statiques	13
2.1	<i>Procédé de la collecte des données</i>	13
2.2	<i>Test d'indépendance de khi-deux</i>	13
2.3	<i>Principe de l'Analyse en Composantes Principales (ACP)</i>	14
2.4	<i>Principe de l'Analyse Factorielle de Correspondance (AFC)</i>	14
2.4.1	<i>Définition :</i>	14
2.4.2	<i>Nuage de profils :</i>	14

2.5	<i>Principe général de l'Analyse Factorielle des Correspondances Multiples (AFCM)</i>	15
2.6	Approche par règle d'association	16
2.6.1	Historique	16
2.6.2	Définition	16
2.6.3	support	17
2.6.4	confiance	17
3	Généralité sur le SIG	19
3.1	Définition	19
3.2	Quelques définitions proposées par des chercheurs	19
3.3	Les objets	20
3.4	Les avantages d'un SIG	21
III	ANALYSE SPATIALE ET MODELISATION	22
1	Analyses du système	23
1.1	Présentations des activités économiques pour chaque District	23
1.2	Présentations pédoclimatique et démographique pour chaque District	24
1.2.1	Climat :	24
1.2.2	Pédologie :	24
1.2.3	Présentation démographique	25
1.3	Analyse de la répartition agricole et élevage	25
1.3.1	Agriculture	25
1.3.2	Elevage :	30
2	Proposition de micro zonage	32
2.1	Pour le District d'Isandra	32
2.2	Pour le District de Vohibato	33
2.3	Pour le District de Lalangina	34
2.4	Pour le District d'Ambohimahaso	35
2.5	Pour le District d'Ambalavao	36
2.6	Pour le District d'Ikalavavony	37
2.7	Analyse des facteurs naturels sur chaque zone	38
2.7.1	Représentation graphique de la répartition démographique	39
2.7.2	Interprétation	39
2.7.3	Représentation graphique :	40
2.7.4	Interprétation :	40
2.8	Analyse des zones agricoles favorables	41
2.8.1	Analyse préalable :	41
2.8.2	Interprétation :	42
2.8.3	Représentation graphique des individus	43
2.8.4	Synthèse de deux graphiques :	43
2.8.5	Interprétation :	44
2.9	Analyse des zones favorables à l'élevage	45
2.9.1	Interprétation	45
2.9.2	L'élevage bovin et porcin	46
2.9.3	Aviculture, pisciculture, apiculture	47
2.10	Déduction de la vocation agricole	49
2.10.1	En utilisant l'AFCM	49

2.10.2	Application de la règle d'association	50
3	Modélisation du Système d'Information et réalisation	53
3.1	Introduction	53
3.2	Mise en place du MCD	54
3.3	L'élaboration du MLD	55
3.4	Application sur le logiciel SIG	56
3.4.1	Application pour le Zonage	57
3.4.2	Application sur le Microzonage	58
3.5	Evaluation des résultats et limites	59
3.6	Suggestions et Perspectives	60
A	Démarche de l'analyse factorielle	64
A.1	Historique	64
A.2	Recherche de la matrice d'inertie d'un nuage des points	64
A.2.1	Définition	64
A.3	Recherche du premier axe factoriel	65
A.4	Recherche de sous espace expliquant la plus grande inertie	65
B	Corrélations des variables actives avec les facteurs	66
C	Graphe de l'activité économique pour les six Districts	67
D	Graphes sur les analyses factorielles	68
D.1	Représentation graphique sur le microzonage	69
E	Extrait de l'analyse du CSA	71
F	Tableau de la répartition agricole pour chaque District	73
F.1	Surface agricole (en ha)	73
F.2	Production agricole (en tonnes)	73
F.3	tableau de la répartition d'élevage avec le vache laitier	74
G	MCD et MLD	75
G.0.1	MLD du zonage	75
G.0.2	MCD du microzonage	76

Table des figures

1.1	Organigramme du FOFIFA national	5
1.1	Représentation graphique des activités économiques	23
1.2	densité de la population	25
1.3	ACP de la production	27
1.4	AFC de la répartition agricole	29
1.5	AFC de la répartition d'élevage	31
2.1	Répartition démographique de chaque zone	39
2.2	Représentation graphique des pédologie et pluviométrie	40
2.3	Représentation graphique des tendances des variables après la fusion des modalités	42
2.4	Représentation graphique de tendances des individus	43
2.5	Représentation graphique de tendances des variables Maraichere	44
2.6	Représentation graphique des tendances des variables élevages	45
2.7	Représentation graphique de la tendance des variables porcines et bovines	46
2.8	Représentation graphique de la tendance des variables hors sols	48
3.1	Représentation graphique du MCD du zonage	55
3.2	Représentation graphique du MLD du microzonage	56
3.3	Application pour le table CONTENIR du zonage	57
3.4	Application sur la pluviometrie du zonage	58
3.5	Croisement entre la pédologie et le District du microzonage	59
D.1	Représentation graphique de la répartition de l'élevage pour chaque Dis- trict qui sépare des élevages bovin et de la vache laitière	68
D.2	Extrait de la représentation graphique pour les analyses non effectuées par le CSA cas d'Ambalavao	69
D.3	cas agriculture	69
D.4	Cas de l'élevage bovin et porcin	70
D.5	Cas de l'apiculture, la pisciculture et d'aviculture	70
G.1	MLD du Zonage	75
G.2	MCD du microzonage	76

Liste des tableaux

1.1	Matrice des corrélations	26
1.2	Tableau de la répartition agricole sur tous les Districts	28
1.3	Tableau de la répartition d'élevage	30
2.1	Tableau des qualifications agricole et élevage pour Isandra	33
2.2	Tableau des qualifications agricole et élevage pour Vohibato	34
2.3	Tableau des qualifications agricole et élevage pour Lalangina	35
2.4	Tableau des qualifications agricole et élevage pour Ambohimahaso	36
2.5	Tableau des qualifications agricole et élevage pour Ambalavao	37
2.6	Tableau des qualifications agricole et élevage pour Ikalamavony	38
2.7	Tableau de vocation agricole	49
2.8	Tableau de la vocation agricole par la règle d'association	51
B.1	Tableau d'ACP sur la corrélation	66

Première partie

INTRODUCTION GENERALE



Auparavant, la lecture simultanée d'une carte et les informations qui lui sont associées était un travail assez délicat. En effet, elles sont séparées dans des papiers différents. L'apparition de l'informatique au milieu de XXème Siècle apportait une rénovation dans le monde de cartographie et est fructifiée par la naissance du SIG ou Système d'Information Géographique. Son utilisation est nécessaire pour la prise de décision. En effet, à la fin des années 1950 et le milieu des années 1970 étaient le début de l'informatique et les premières cartographies automatiques. Ensuite, au milieu des années 1970 et au début des années 1980, étaient la diffusion des outils de cartographie automatique/SIG dans les organismes d'État (armée, cadastre, services topographiques, ...) en France et depuis les années 1980, la croissance du marché des logiciels, développements des applications sur PC, mise en réseau (bases de données distribuées, avec depuis les années 1990, des applications sur Internet) et une banalisation de l'usage de l'information géographique (cartographie sur Internet, calcul d'itinéraires routiers, utilisation d'outils embarqués liés au GPS...) affirmaient la renaissance dans la cartographie. Ces histoires nous montrent que ce système peut s'appliquer dans plusieurs domaines. Cet outil est désormais très prolixe et spécifique pour repartir en zone un territoire et surtout sur l'aménagement du territoire. Son utilisation est alors appropriée pour le microzonage de la région Haute Matsiatra. Avant d'aborder au travail, il est nécessaire de définir globalement les mots clés du thème pour le mieux comprendre. D'abord, le SIG est un outil informatique qui permet de représenter dans une carte numérique les données de types alphanumériques, réel et entier et dont l'ensemble peut se manipuler et mettre à jours à travers des logiciels SIG. La mise en place d'une base des données est une étape a priori avant de mettre en œuvre cet outil. Dans notre cas, nous utiliserons le Système de Gestion de Base de Données Relationnelle¹. Cette définition sera éclaircie dans la partie suivante et au fur et à mesure de la réalisation de notre étude. Ensuite, le terme microzonage désigne par ici le découpage des Districts suivant leurs zones naturelles. Cette étape nécessite l'utilisation des techniques d'analyses des données et des statistiques qui définiront la répartition. Notre travail consistera donc à combiner respectivement les techniques d'analyses mathématiques puis la modélisation par la méthode merise et enfin l'application dans le logiciel SIG.

1. Dorénavant nous utiliserons le terme SGBDR

Présentation générale

1.1 Présentation de l'établissement d'origine

1.1.1 *Historique*

La filière Mathématiques et Informatique pour les Sciences Sociales (MISS) a été créée en 1997. Elle est un département au sein de la Faculté des Sciences de l'Université de Fianarantsoa par l'arrêté rectoral n°98/04/UF/R du 7 mai 1998, en vue de promouvoir la professionnalisation de l'enseignement universitaire. Son homologation est obtenue par l'arrêté n°14444/2003 du 08 septembre 2003 par le Ministère de l'enseignement Supérieur et de la recherche scientifique. Les Mathématiques pures sont toujours conçues par les gens comme une science abstraite et inutile dans la vie quotidienne. Il a été alors convenu de créer une filière qui aidera les gens à les utiliser dans des domaines plus pratiques notamment dans les sciences sociales. Et c'est ainsi que la filière a été dénommée Mathématiques et Informatique pour les Sciences Sociales. De ce fait, elle œuvre donc pour la formation des jeunes intellectuels à analyser des faits socio-économiques en s'appuyant sur des outils sûrs : les mathématiques et l'informatique. Ils pourront bien assurer la réussite de toutes prises de décisions.

1.1.2 *Objectif :*

L'adéquation de l'enseignement avec la vie professionnelle, constitue un problème majeur pour l'enseignement scientifique à Madagascar. Beaucoup ont perdu leurs temps à étudier pendant plusieurs années de leurs vies sans même obtenir la moindre satisfaction et éventuellement se révéler incompétent dans le domaine de travail. C'est cela qui a suscité l'idée de la création de la filière MISS. Elle a été créée en vue de donner aux étudiants des formations solides en mathématiques, statistique, informatique, en économie et en sciences sociales. Les étudiants sortants de cette filière sont destinés à effectuer des analyses de données socio-économiques en s'appuyant sur le fondement Mathématique et statistique, à utiliser l'informatique comme outil de traitement ou autrement à développer des applications informatiques. En bref, la filière existe en vue d'exploiter les données en bonne et due forme pour l'aide à la décision au sein d'une entité.

1.1.3 *Organisation de la formation :*

La formation se divise en deux cycles de deux ans chacun.

Premier cycle

Le premier cycle de la filière MISS est ouvert pour les bacheliers série scientifique (série D ou série C) et l'accès se fait par sélection de dossier. A la fin du premier cycle, l'étudiant pourra avoir son diplôme d'études universitaires générales option MISS (DEUG MISS). Durant ces deux années d'études, les étudiants acquièrent des connaissances de bases en mathématiques, informatique et sciences sociales à travers des cours théoriques, des travaux dirigés et des travaux pratiques. Les cours durant ce cycle sont regroupés en trois modules :

- ☆ Module I : mathématiques
- ☆ Module II : informatique
- ☆ Module III : sciences sociales

Second cycle

Ce cycle est de droit pour tous les étudiants titulaires du DEUG option MISS. La fin de la première année est récompensée d'un diplôme de " licence option MISS ", suivie de la fin du cycle après la réalisation d'un stage obligatoire d'au moins 3 mois par le diplôme de " maîtrise en MISS ". Pour garantir les formations adéquates formation/emploi orientées vers la professionnalisation, des cours groupés en cinq modules, assurés par des professionnels ou des dirigeants d'entreprise sont donnés aux étudiants :

- ☆ Module I : mathématiques
- ☆ Module II : statistique
- ☆ Module III : informatique
- ☆ Module IV : sciences sociales
- ☆ Module V : recherche opérationnelle.

1.1.4 Débouchés

La filière permet aux étudiants sortant d'avoir une opportunité de faire des travaux d'études économiques et sociales permettant une bonne prise de décision.

Ainsi, ils pourront être utiles pour :

- ✂ Les institutions financières comme les banques, le trésor, etc. ;
- ✂ Les établissements d'assurance ;
- ✂ Les instituts ou les services statistiques ou démographiques ;
- ✂ Les entreprises dans les secteurs de productions ou commerciaux ;
- ✂ Les différents projets de développement.

1.2 Présentation de l'établissement d'accueil : FOFIFA

1.2.1 *Historique* :

FOFIFA est l'abréviation du mot " FOibem-pirenena Flkarohana ampiarina amin'ny Fampanandrosoana ny Ambanivohitra ", autrement dit, un centre national de recherche appliquée au développement rural. Il a été créé en juin 1974 à la suite du départ des instituts français de recherche agronomique. C'est l'une des plus importants instituts de recherches agricoles à Madagascar. A part certaines recherches d'accompagnement

exécutées dans des structures rattachées directement à la production (cas du blé, de la pomme de terre, de l'orge, du cocotier, . . .), toutes les recherches concernant l'agriculture et la foresterie sont réalisées par le FOFIFA.[1]

1.2.2 *Organigramme :*

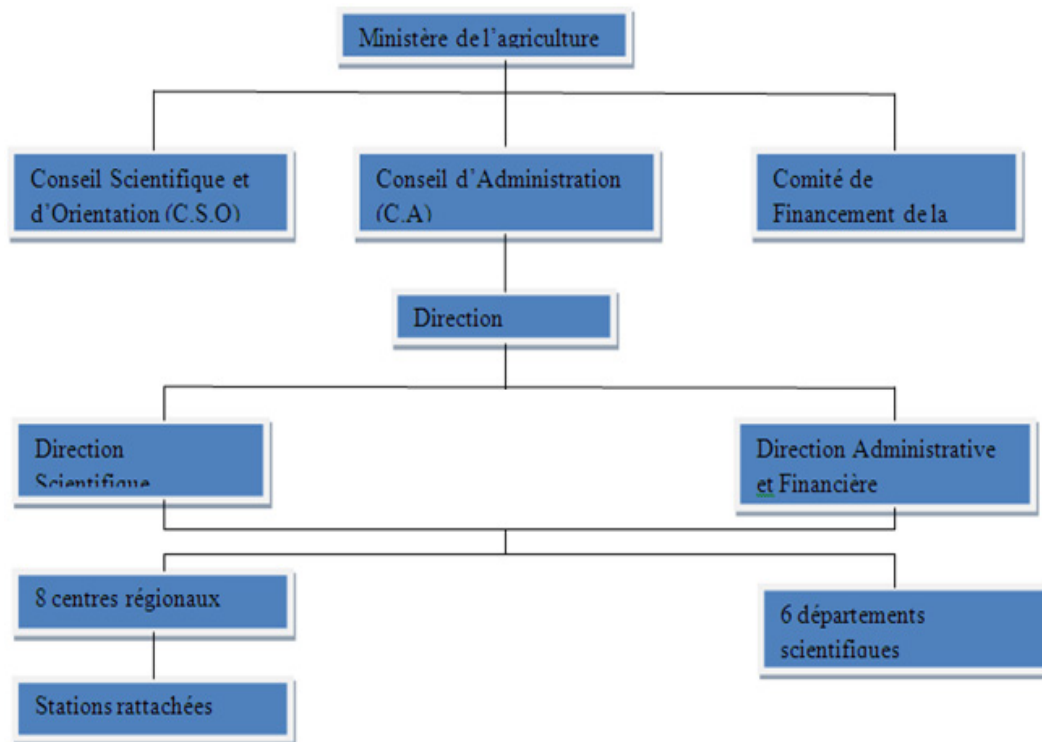


FIGURE 1.1 – Organigramme du FOFIFA national

1.2.3 *Ses missions et ses objectifs :*

Mettre en œuvre la politique nationale de recherche en matière de développement rural et définir, orienter, promouvoir, coordonner et capitaliser toutes les activités de recherche concernant :

- ⇒ la production agricole
- ⇒ la production animale
- ⇒ la foresterie, la gestion des ressources naturelles
- ⇒ l'hydraulique et le machinisme agricole : la technologie de conservation et de transformation post-récolte
- ⇒ la socio-économie

1.2.4 *Organisation et démarche de la recherche ;*

Régionalisation, pluridisciplinarité et approche participative : un pays engagé

Adapter les actions aux réalités : c'est l'approche définie par FOFIFA en optant pour la régionalisation de sa recherche agricole. Dans cette optique, il a mis en place depuis

1994 des équipes pluridisciplinaires de recherche sur les différents centres et stations composants son réseau de recherche couvrant les huit régions agro-écologiques : Nord/Nord-Est, Nord/Nord-Ouest, Hauts-Plateaux Nord, Moyen-Est, Est, Hauts-Plateaux Sud/Sud-Est, Sud/Sud-Ouest. En adoptant l'approche participative, les chercheurs se sont familiarisés aux conditions réelles de leur domaine et se forment auprès de leurs partenaires. Les vulgarisateurs élaborent grâce à la recherche les programmes de diffusion des nouvelles technologies à tester. Les agriculteurs ne jouent plus le rôle d'observateurs : ils prennent part à la définition des programmes de recherche et aux expérimentations dont bon nombre sont menées en milieu réel. Les expériences acquises par les trois acteurs (paysans, vulgarisateurs et chercheurs) constituent aujourd'hui le début d'une nouvelle recherche " chacun est un protagoniste à part entière des résultats obtenus ".

De la recherche à la production :

Pour une meilleure diffusion et application des résultats de recherche, FOFIFA s'investit en aval au travers des Unités de Production autonomes telles que la Production de semences, la Production de Géniteurs pour les races améliorées, la production de vaccins vétérinaires.

La mise en place de vergers à grains forestiers s'inscrit également dans cette optique.

Une Dimension internationale

Le FOFIFA consolide ses domaines de compétences par la coopération internationale avec les Centres du CGIAR ou avec d'autres institutions internationales de recherche ou de formation.

Le FOFIFA a adhéré en tant que membre fondateur de l'ASARECA (Association pour le Renforcement de la Recherche Agricole en Afrique de l'Est et du Centre) qui assure la tutelle et la coordination des réseaux de recherche régionale (réseaux haricot, manioc, maïs, élevage, African Highland Initiative, etc...) auxquels ses chercheurs participent activement.

Problématique, contexte, plan de mémoire

2.1 Présentation du sujet, problématique, objectif et contexte

Lors de la réalisation de son travail, FOFIFA ne possède pas d'outil informatique pour lui permettre de déterminer l'état des lieux de son travail. Son travail consiste à développer notamment le monde rural en instaurant un climat social adéquat et entraînant l'évolution de la région en question. En outre, il donne une nouvelle technique de culture en étudiant les différentes caractéristiques qui favorise ou défavorise l'obtention du meilleur rendement agricole. Cela peut concerner la pédologie, le climat, ... Dans le secteur élevage, il effectue une recherche pour obtenir une nouvelle race capable de s'adapter aux divers facteurs naturels comme la variation climatique qui est un problème néfaste et polémique actuel. Le FOFIFA propose ainsi la mise en place du SIG basé sur le microzonage. Ce dernier indique les différents rendements agricoles et élevages ainsi que le climat et la pédologie de chaque commune. C'est dans ce cadre qu'a été proposé ce stage. Il permet de gérer et de mettre dans une base de données les informations nécessaires et donne la possibilité de voir ces informations dans des cartes numérisées sous forme de thème. D'autre part, il est plus facile de lire une information sur une carte numérisée et particulièrement sur le logiciel SIG.

L'étude préalable sur la réalisation du SIG nécessite l'analyse des données qui permet de donner un sens et de mettre en évidence les différentes informations grâce aux différents types d'analyses et des outils mathématiques afin d'avoir une information fiable et reflétant la réalité. Les contraintes de ce travail sont surtout l'insuffisance des données récentes et aussi la non disponibilité et/ou la fiabilité des données sur les différentes communes existant dans les Districts ruraux de la Région Haute Matsiatra. D'ailleurs, nous allons faire tout notre possible pour avoir une information plus concrète et fiable.

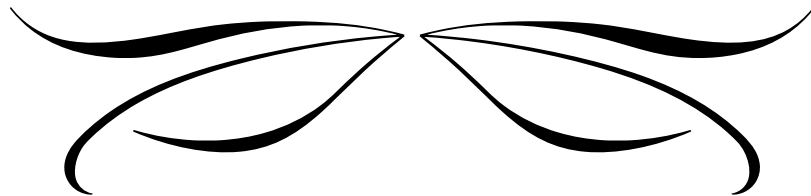
2.2 Plan de mémoire

Ce mémoire comporte trois parties : tout d'abord, l'introduction générale où l'on trouve les présentations de la filière MISS et du FOFIFA. Cette partie expose également la problématique, le contexte et le plan du mémoire. Ensuite, la deuxième partie est la démarche et méthodologie qui regroupe les domaines d'études et tout le cadre pédagogique. Enfin, la troisième et dernière partie, intitulée analyse spatiale et modélisation où on trouve l'analyse du système qui invoque les répartitions agricoles et en élevages ainsi que les facteurs naturels comme la pédologie, le climat au sein de chaque district. Il y a

également la proposition de microzonage dans cette partie. Cela consiste à retrancher en zone chaque district et de déterminer la vocation agricole pour chaque type de pédologie correspondant à une variation pluviométrique. On invoque également dans cela la tendance de l'élevage sur chaque zone. Enfin, cette partie se compose également du chapitre modélisation du système d'information et réalisation. On élabore dans ce chapitre la modélisation des informations issues de la deuxième partie et puis l'application de tout cela sur le logiciel SIG.

Deuxième partie

DÉMARCHE ET MÉTHODOLOGIE



Domaine d'étude

1.1 Le District d'Ambalavao

C'est le district le plus au Sud de la région Haute Matsiatra traversé par la route nationale N°07 (RN 7) du col de Vatoavo jusqu'à la commune rurale d'Ankaramena avant d'arriver à Ihosy. Il est limité : au Nord par le District de Vohibato ; à l'Est par celui d'Ikongo ; au Sud par celui d'Ivohibe ; au Sud-Ouest par le District d'Ihosy ; à l'Ouest par celui d'Ikalamavony. Le District est caractérisé par une grande variabilité du milieu naturel et physique (relief, sols, climat, rivières, sous-sols).

La végétation du District est caractérisée par la prédominance de grandes superficies de savanes qui sont la couverture végétale du District :

- Les savanes herbeuses de l'Ouest et du Sud
- Les savanes et steppes (boisées ou non) du Centre, réunies dans l'espace par des îlots de forêts naturelles et des reboisements.

La partie occidentale est caractérisée par l'existence d'un corridor forestier à l'état primaire ou secondaire. A son extrême sud se trouve le Parc National d'Andringitra.

La précipitation moyenne annuelle varie entre 900 à 1200 mm. Concernant son relief, il est constitué à l'Est et au Sud, accidenté d'altitude moyenne de 1.300 m par contre à l'Ouest, formé par des pénéplaines d'altitude de 900 m.

Le District a des vocations spécifiques en cultures de rentes et industrielles telles que la vigne, le tabac. Malheureusement, aucune de ces filières n'est pour l'instant suffisamment développée pour créer un véritable sursaut dans le développement industriel et la croissance économique du District.[2]

1.2 Le District d'Ambohimahaso

La ville d'Ambohimahaso est située au Nord de la région Haute Matsiatra et au bord de la Route Nationale n°7, à 348 km au sud d'Antananarivo, et à 58 km au nord de Fianarantsoa. Il est limité au Nord par le District d'Ambositra, à l'Est par celui d'Ifanadiana, à l'Ouest par ceux d'Ambatofinandrahana, au Sud par celui de Langina.

La pluviométrie annuelle oscille entre 1.000 et 1.500 mm. La température moyenne s'échelonne de 6 à 28°C. Le relief se caractérise par un relief accidenté et la présence de nombreuses plaines (Ankona, Vatoraraka, ...), entourées par des collines plus ou moins élevées. Le relief se caractérise par de nombreuses plaines (Ankona, Vatoraraka, ...), entourées par des collines plus ou moins élevées. L'altitude varie de 1.000 à 1.500 mètres. Le district s'articule en deux bassins versants : l'un autour du fleuve *Matsiatra* et de ses affluents *Ankona*, *Imango*, *Fanindronase* dirigeant vers l'ouest, l'autre autour du fleuve

Namorona et se dirigeant vers l'est. Le climat est du type tropical d'altitude : saison chaude et pluvieuse d'octobre à avril, saison sèche et froide de mai à septembre. Le district s'articule en deux bassins versants : l'un autour du fleuve *Matsiatra* et de ses affluents *Ankona*, *Imango*, *Fanindrona* se dirigeant vers l'ouest, l'autre autour du fleuve *Namorona* et se dirigeant vers l'est.

1.3 Le District d'Ikalamavony

Le District d'Ikalamavony, situé à 96 km à l'Ouest de l'ancien chef-lieu de la Province de Fianarantsoa, est limité au Nord par le District d'Ambatofinandrahana, à l'Est, par le District d'Isandra, au Sud par les Districts d'Ihosy et Ambalavao, et à l'Ouest par le district de Beroroha (Province de Toliary).

Le climat est de type tropical sec, avec une pluviométrie annuelle entre 800 et 1.200 mm, une saison de pluie de 3 à 4 mois (Novembre-Février) et une saison sèche de 8 à 9 mois (Février-Octobre). Partie intégrante du Moyen Ouest de la région Haute Matsiatra le district d'Ikalamavony a un relief peu accidenté d'altitude moyenne de 800 m, formé de collines et pénéplaines : plaine d'Ikalamavony au Nord et à l'Est, plaines de Zomandao et de Tsitondroina au Sud et Sud-Ouest.

1.4 Le District d'Isandra

Le District d'Isandra faisait partie de l'ancien District Fianarantsoa II. Il s'est séparé de Vohibato et de Lalangina et est devenu un District autonome depuis l'année 2005. C'est un district du Centre-ouest de la région Haute Matsiatra. Il est délimité au Nord Est par le district d'Ambohimahasoia et à l'Est par le district de Lalangina et de Fianarantsoa I, au Sud par les districts de Fianarantsoa I et de Vohibato et à l'Ouest par le district d'Ikalamavony.

Son climat est de type tempéré : sec et frais du mois d'Avril jusqu'en Août et humide et chaud d'octobre à mars. La précipitation annuelle se trouve entre 1200 et 1600 mm. La température moyenne minimale est de 5°C tandis que la température maximale s'élève à 40°C.

Au Nord : la végétation est dominée par la savane herbeuse à base d'aristida, taux de boisement faible, forêt primaire quasi-inexistante, au Centre et à l'Ouest : colline dominée par une forêt de pins et d'eucalyptus, pâturage et culture sèche et au Sud Est : 1/3 des tanety couvert de forêt d'eucalyptus et de pins à faible surface et les 2/3 couvert de savane herbeuse à base d'aristida.

1.5 Le District de Lalangina

De même que le district d'Isandra, le District de Lalangina faisait partie de Fianarantsoa II et s'étend sur une superficie de 1836 km. Il est délimité au Sud par le district de Vohibato, à l'Est par le district d'Ifanadiana, à l'Ouest par les districts de Fianarantsoa I et d'Isandra, et enfin au Nord par le district d'Ambohimahasoia.

Son climat est de tropical d'altitude dont la température varie de 6°C (Saison fraîche) et 30°C (saison chaude et pluvieuse). La température moyenne annuelle est de 18°C. Il a deux saisons : une saison de pluie de Novembre - Avril, et une saison sèche et fraîche du mois d'Avril au mois d'Octobre. Sa pluviométrie annuelle est comprise entre 1000 et 1500 mm. Le nombre de jours humides dans l'année est de 75 à 110. Il peut être subdivisée en deux sous régions naturelles par rapport à l'altitude et au relief :

- ③ La partie orientale, correspondant à la zone de transition entre la falaise Tanala et les hautes terres centrales avec une altitude supérieur à 1000 m.
- ③ Les hautes terres centrales, correspondant à la partie méridionale du pays Betsileo dont le relief est montagneux et sillonné par des vallées plus ou moins étroites.

1.6 Le District de Vohibato

Le district de Vohibato faisait aussi partie du district de Fianarantsoa II et se trouve au Centre Est de la région Haute Matsiatra. Il est délimité au Sud par le district d'Am-balavao, à l'Est par le district d'Ikongo, à l'Ouest par le district d'Ikalamavony et au Nord par le district d'Isandra et de Lalangina. Il s'étend sur une superficie de 23061 km².

Sa précipitation annuelle est entre 1000 à 1600 mm. Sa température varie de 6°C à 29°C [3].

Démarche théorique des analyses statiques

2.1 *Procédé de la collecte des données*

La collecte des données est l'une des étapes indéniables pour la mise en place du Système d'Information Géographique. L'objectif est d'établir une base des données dont les contenus sont fiables et concrets. Pour ce faire, des enquêtes ont été réalisées au sein des différents organismes pour procurer des données récentes et fiables. Ces organismes concernent le CSA, la DRDR et le CEDII. D'autres démarches semblent nécessaires mais nécessitent des grands investissements comme la descente au sein de chaque commune de chaque District.

Malgré ces enquêtes, certaines données restent inaccessibles et/ou non fiables comme la plupart des données au sein de la commune de certains Districts. Le dernier recensement agricole en 2004-2005 reste les données récentes et accessibles au sein de la Région concernant l'agriculture et l'élevage.

2.2 *Test d'indépendance de khi-deux*

On le construit d'une manière suivante :

L'hypothèse nulle H_0 : " Les variables X et Y sont indépendantes "

et l'hypothèse alternative H_1 : " Les variables X et Y sont liées entre elles "

Notation utilisées :

k_{ij} : Effectif observé

$\frac{k_{i.}k_{.j}}{k}$: Effectif attendu sous l'hypothèse d'indépendance

$\frac{k_{ij} - \frac{k_{i.}k_{.j}}{k}}{\sqrt{\frac{k_{i.}k_{.j}}{k}}}$: Résidu standardisé (moyenne 0, écart-type 1)

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p \frac{(k_{ij} - \frac{k_{i.}k_{.j}}{k})^2}{\frac{k_{i.}k_{.j}}{k}}$$

On compare cette valeur à celle de χ^2 théorique à $(p-1)*(q-1)$ degré de liberté au seuil α .

Si $\chi^2 \geq \chi^2_{1-\alpha}[(p-1)(q-1)]$ alors on rejette H_0 c'est-à-dire le test est significatif et on accepte H_1

Si $\chi^2 < \chi^2_{1-\alpha}[(p-1)(q-1)]$ alors on accepte H_0

2.3 *Principe de l'Analyse en Composantes Principales (ACP)*

L'analyse en composantes principales (ACP) est une méthode d'analyse des données ancienne et très utilisée, très connue en statistique et dans les sciences expérimentales. L'objectif de l'ACP est de revenir à un espace de dimension réduite (par exemple 2) en déformant le moins possible la réalité. Il s'agit donc d'obtenir le résumé le plus pertinent possible des données initiales. L'objectif est donc de passer de l'espace des données à un espace de caractéristiques (feature space pour les anglophones) ou espace factoriel.

Dans cet ouvrage, nous allons utiliser l'ACP normée afin d'éviter tout problème d'unité de mesure. Cela signifie qu'on devra centrer les données avant de les manipuler afin d'obtenir la matrice de corrélation. Cette matrice permettra de réaliser ce résumé pertinent, parce qu'on analyse essentiellement la dispersion des données considérées. De cette matrice, on va extraire, par un procédé mathématique adéquat, les facteurs que l'on recherche, en petit nombre. Ils vont permettre de réaliser les graphiques désirés dans cet espace de petite dimension (le nombre de facteurs retenus), en déformant le moins possible la configuration globale des individus selon l'ensemble des variables initiales (ainsi remplacées par les facteurs).

On va donc transformer l'espace initial (des données) dans un espace à P dimensions de manière à ce que la variance observée dans chacune de ces nouvelles dimensions soit décroissante.

Dans le cadre de l'ACP, la transformation de l'espace est linéaire : chacune des dimensions de l'espace des caractéristiques est une combinaison linéaire des dimensions de l'espace de données. Plus récemment sont apparues de nouvelles techniques construisant l'espace des caractéristiques par des transformations non linéaires comme les réseaux de neurones non supervisés etc.

2.4 *Principe de l'Analyse Factorielle de Correspondance (AFC)*

2.4.1 *Définition :*

C'est une méthode destinée à étudier un tableau de contingence qui est un croisement entre deux variables qualitatives. Elle est une technique de double ACP car il s'agit de faire une ACP sur les profils lignes puis une autre ACP sur les profils-colonnes relativement à la métrique de Khi-deux. Elle repose sur l'étude de la liaison (Khi-deux) entre les deux variables.

2.4.2 *Nuage de profils :*

Dans cet ouvrage, l'Analyse Factorielle des Correspondances consistera à étudier la répartition de chaque classe de la variable X suivant les modalités de Y (et inversement). Autrement dit, on l'emploie pour étudier la répartition des sept Districts suivant les 6 modalités de cultures considérées et de même pour les divers types d'élevages. On parle

2.5. PRINCIPE GÉNÉRAL DE L'ANALYSE FACTORIELLE DES CORRESPONDANCES MULTIPLES (AFCM)

alors de profils-lignes (lorsqu'on étudie les classes de X) et de profils-colonnes (lorsqu'on étudie les classes de Y).

On note le profil ligne par :

$$f_j^i = \left\{ \frac{f_{i1}}{f_{i.}}, \dots, \frac{f_{iq}}{f_{i.}} \right\}$$

C'est la répartition de la classe $j = i$ suivant les modalités de Y et on utilise la distance du χ^2 entre les lignes i

$$d^2(f_j^i, f_j^{i'}) = \sum_{j=1}^p \frac{1}{f_{.j}} \left(\frac{k_{ij}}{k_{i.}} - \frac{k_{i'j}}{k_{i'.}} \right)^2$$

Réciproquement avec la notation f_i^j .

L'objectif de l'AFC est de projeter chacun des 2 nuages sur un espace de dimension 2 ou 3. La perte d'information est mesurée par la diminution d'inertie. Dont l'inertie initiale étant :

$$In = In(X) = In(Y) = \sum_{i,j} \frac{(f_{ij} - f_{i.}f_{.j})^2}{f_{i.}f_{.j}}$$

Les 2 nuages des profils lignes et des profils colonnes seront projetés successivement sur le plan factoriel qui minimise la perte d'inertie et interprétés. La projection simultanée des 2 nuages est fréquente mais délicate. Les données ainsi que les différentes formules caractérisant l'analyse factorielle sont fournies en annexe A.

Remarque :

1. Toute structure d'ordre existant éventuellement sur les modalités de X ou de Y est ignorée par l'AFC.
2. Tout individu présente une modalité et une seule sur chaque variable.
3. Chaque modalité doit avoir été observée au moins une fois ; sinon, elle est supprimée.

2.5 Principe général de l'Analyse Factorielle des Correspondances Multiples (AFCM)

Cette méthode est une généralisation de l'Analyse Factorielle des Correspondances, permettant de décrire les relations entre p ($p > 2$) variables qualitatives simultanément observées sur n individus. Elle est aussi souvent utilisée pour la construction de scores comme préalable à une méthode de classification. (nuées dynamiques) nécessitant des données quantitatives. Autrement dit, elle s'applique à un ensemble de variables qualitatives mais aussi quantitatives. Elle décrit la liaison entre les modalités des variables.

L'une des étapes primordiale pour cette méthode est l'établissement du tableau disjonctif complet qui a pour but de présenter les données en utilisant la fonction indicatrice.

On appelle fonction indicatrice de la k -ième modalité de x ($k = 1, \dots, c$), la variable $\chi_A(x)$ définie par :

$$\chi_A(x) = \begin{cases} 1 & \text{si } x_{(i)} = x \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}_k$$

Cette fonction nous permet d'établir la matrice des indicatrices des modalités autrement dit le tableau disjonctif complet.

Soit Z ce tableau qui est une matrice (n, p) , on construit le tableau symétrique B d'ordre (p, p) qui rassemble les croisements deux à deux de toutes les variables :

$$B = Z'Z$$

Où B le tableau de contingence de Burt associé au tableau disjonctif complet Z .

Dans ce tableau on peut voir le croisement entre les modalités de chaque variable et la variable avec elle-même qui donne les effectifs de la modalité croisée.

D'autre part, l'utilisation des éléments supplémentaires en AFCM permet de prendre en compte toute l'information susceptible d'aider à comprendre ou à interpréter la typologie induite par les éléments actifs. Cela est surtout intéressant lorsque les variables se regroupent en groupe homogène.

Remarque :

Les différents calculs et les formules sur les démarches sur l'Analyse Factorielle (ACP, AFC, AFCM) seront détaillés à l'annexe A du présent ouvrage.

2.6 Approche par règle d'association

2.6.1 Historique

Dans le domaine du data mining la recherche des Règles d'Association est une méthode populaire étudiée d'une manière approfondie dont le but est de découvrir des relations ayant un intérêt pour le statisticien entre deux ou plusieurs variables stockées dans de très importantes bases de données.

Le concept de règle d'association a été popularisé, en particulier, par un article de Rakesh Agrawal de 1993. Mais il est possible que cette notion ait été découverte sous le nom de GUHA en 1966 par Petr Hájek et ses collègues [4].

2.6.2 Définition

✧ Les règles d'association, étant une méthode d'apprentissage non supervisé, permettent de découvrir à partir d'un ensemble de transactions, un ensemble de règles qui exprime une possibilité d'association entre différents items.

Une transaction est une succession d'items exprimée selon un ordre donné ; de même, l'ensemble de transactions contient des transactions de longueurs différentes [5].

✧ Une règle d'association peut être définie formellement comme ceci :

Soit $I = \{ i_1, i_2, \dots, i_m \}$ un ensemble d'items. Soit $T = \{ t_1, t_2, \dots, t_m \}$ un ensemble de transactions, telles que t_i soit un sous-ensemble de I . (c'est-à-dire $t_i \subseteq I$). Une règle d'association s'exprime sous la forme : $X \rightarrow Y$ où $X \in T$ et $Y \in T$, et $X \cap Y = \emptyset$ avec X et Y sont les sous-ensembles de I appelé itemset.

✧ On dispose de N données x_i , chacune décrites par P attributs ; x_{ij} dénote la valeur de l'attribut a_j de la donnée i . Dans de nombreuses applications, chaque attribut correspond à un item et la valeur de cet attribut dans une donnée particulière indique sa quantité dans cette donnée. Un cas particulier est celui où les attributs sont à valeur binaire et indiquent la présence ou l'absence d'un item.

Une règle d'association est de la forme $a_i = v_i, a_j = v_j, \dots, a_m = v_m$ ont une certaine valeur, alors l'attribut a_α prend généralement une certaine valeur v_α , a_β une certaine valeur v_β

La difficulté consiste notamment à trouver des règles qui soient significatives et non seulement le résultat du hasard. Les valeurs de N et P sont généralement très grandes.

On présente une approche qui s'appuie sur la notion d'ensemble d'items fréquents (EIF), c'est-à-dire, des items qui sont souvent présents ensemble dans une même donnée. Après avoir détecté ces EIF, on génère ensuite des règles d'association [6].

La force d'une règle d'association est mesurée par son indice de support et son indice de confiance.

2.6.3 support

- ✱ On définit le « support » d'un ensemble d'items comme la fréquence d'apparition simultanée des items figurant dans l'ensemble. C'est un indicateur de « fiabilité » de la règle. On le note $\text{sup}()$

Un synonyme à « support » est « couverture »

Le recouvrement ou la couverture de X dans I noté $K_T(X)$ est définie par

$$\{K = 1, 2, \dots, n / X \subseteq t_k\}$$

L'indice de support (« support ») d'une règle $X \rightarrow Y$ est définie par le pourcentage de transactions de T qui contiennent $X \cap Y$. Elle peut être vue comme une estimation de la probabilité $P(X \cap Y)$

- ✱ On dit qu'un ensemble d'items est un ensemble d'items fréquent si et seulement si le support de cet ensemble d'items est supérieur à un certain seuil (> 1 par exemple).

Propriété

Si S est un ensemble d'items fréquents, alors tout sous-ensemble de S est également un ensemble d'items fréquents

Conséquence

Un ensemble d'items fréquents S est maximal si tout sous ensemble de S n'est pas un EIF.

2.6.4 confiance

La « confiance » d'une règle « si condition alors conclusion » est le rapport entre nombre de données où les items de la condition et de la conclusion apparaissent simultanément et nombre de données où les items de la condition apparaissent simultanément. C'est un indicateur de « précision » de la règle et en conséquence on ne s'intéresse qu'aux règles ayant une confiance maximale. On la note $\text{conf}()$

Soit la règle d'association R1 : Si p1 alors p2

$$\text{On définit } \text{conf}(R1) = \frac{\text{sup}(R1)}{\text{sup}(\text{antecedent de } R1)}$$

En terme probabiliste, on peut la définir comme suit

soit A et B deux items

$$\text{conf}(A \rightarrow C) = \frac{\text{sup}(AC)}{\text{sup}A} = \frac{P(A \cap C)}{P(A)} = P(C/A) \quad [7]$$

Propriété

Si la règle « si a et b alors c et d » a une confiance supérieure à un seuil fixé, alors les deux règles :

♣ « si a et b et d alors c »

♣ « si a et b et c alors d »

ont une confiance supérieure à ce même seuil.[8]

On dit donc qu'une règle est « Bonne » si elle a un support et si sa confiance élevée il existe plusieurs algorithmes qui déterminent les règles d'association présentes dans un jeu de données dont l'algorithme Apriori est le plus utilisé

Généralité sur le SIG

3.1 Définition

Un **Système d'Information géographique** (SIG) est un outil informatique permettant d'organiser et de présenter des données alphanumériques spatialement référencées, ainsi que de produire des plans et cartes. Autrement dit, c'est un système informatique permettant, à partir de diverses sources, de rassembler et d'organiser, de gérer, d'analyser et de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement, contribuant notamment à la gestion de l'espace. [9]

3.2 Quelques définitions proposées par des chercheurs

- ✎ D'après le Comité Fédéral de Coordination Inter-agences pour la Cartographie Numérique, 1988, USA. C'est un système informatique de matériels, de logiciels, et de processus conçu pour permettre :
 - ⇒ la collecte,
 - ⇒ la gestion,
 - ⇒ la manipulation,
 - ⇒ l'analyse,
 - ⇒ la modélisation
 - ⇒ et l'affichage de données à référence spatiale afin de résoudre des problèmes complexes d'aménagement et de gestion.[10]
- ✎ En, 1990, le français Michel Didier a défini comme ensemble de données repérées dans l'espace, structuré de façon à pouvoir en extraire commodément des synthèses utiles à la décision [11].

Un SIG permet de gérer des données localisées dans l'espace. L'usage courant du système d'information géographique est la représentation plus ou moins réaliste de l'environnement spatial en se basant sur des primitives géométriques : points, vecteurs (arcs), polygones ou maillages (raster). À ces primitives sont associées des informations attributaires telles que la nature (route, voie ferrée, forêt, etc.) ou toute autre information contextuelle (nombre d'habitants, type ou superficie d'une commune par ex.). Le domaine d'appartenance de ce type de système d'information est celui des sciences de l'information géographique. Ce dernier est une information ayant une référence au territoire, soit sous la forme

- ⑦ de coordonnées,
- ⑦ de nom de lieu,
- ⑦ d'adresse postale ou autre.

Elle peut être dupliquée sans dégradation,

- ⑦ circule et s'échange à grande vitesse via les réseaux de communication,
- ⑦ se combine avec d'autres informations en vue d'en créer de nouvelles.

Les informations géographiques sont acquises, stockées, analysées, visualisées et distribuées à l'aide de systèmes d'information géographique.

Selon la Coordination de l'information géographique et des systèmes d'information géographique en 2001, Suisse [12].

En outre, le SIG permet de :

- ⇒ disposer les objets dans un système de référence géoréférencé,
- ⇒ convertir les objets graphiques d'un système à un autre
- ⇒ faciliter la superposition de cartes de sources différentes
- ⇒ extraire tous les objets géographiques situés à une distance donnée d'une route
- ⇒ fusionner des objets ayant une caractéristique commune (par exemple : toutes les maisons raccordées à un réseau d'eau potable)
- ⇒ déterminer l'itinéraire le plus court pour se rendre à un endroit précis
- ⇒ définir des zones en combinant plusieurs critères (par exemple : définir les zones 'inondables en fonction de la nature du sol, du relief, de la proximité d'une rivière)

Remarque :

La géoréférence est la définition du lien qui existe entre une couche et sa position à la surface de la terre définie par un système de coordonnées de référence. Il faut veiller à avoir un géoréférencement commun à toutes les données d'une base.

3.3 Les objets

Un SIG est un outil de conception et de simulation (préparation, concertation, et présentation d'un projet), un outil d'analyse (aide à la gestion de projets) et un outil de communication et d'information (cartographie, production de plans)

Les objets gérés par le SIG sont affichés par couche d'informations, chaque couche contenant des objets de même type (types agricultures, pédologie, routes,...).

Les objets sont traités selon trois niveaux qui forment le socle d'un SIG :

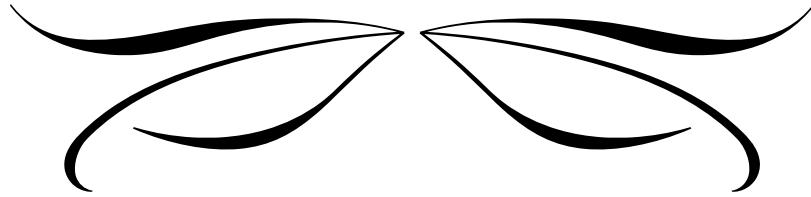
- ➡ niveau géométrique : chaque objet est défini par un point (bornes, entreprises,...), un arc ou une ligne (routes, voies ferrées,...), un polygone ou une surface (communes, occupation du sol,...). Il est systématiquement géoréférencé par des coordonnées géographiques (latitude, longitude) ou par des coordonnées planes dans un système de projection,
- ➡ niveau topologique : les relations de voisinage entre les objets constituent le niveau topologique, la topologie étant la branche des mathématiques qui étudie, dans l'espace réel, les propriétés liées au concept de voisinage,
- ➡ niveau sémantique : enfin, chaque objet contient des informations de type alphanumérique (nom de la commune, type de sol, Code District,...)

3.4 *Les avantages d'un SIG*

- ✂ Un SIG permet d'abaisser les coûts de production des cartes et des plans. Dans de nombreuses mairies, les cartes et plans sont établis à la main, avec des délais et des coûts de correction, de mise à jour, de dessin, etc. Le SIG permet de les établir plus rapidement et à moindre frais,
- ✂ Un SIG permet aussi d'établir des cartes et des plans que l'on ne pouvaient pas réaliser à la main. Grâce à l'informatique, il est possible de réaliser des produits nouveaux qu'il était impossible de réaliser à la main,
- ✂ Il évite d'avoir à refaire plusieurs fois les mêmes levés. Il évite que des services différents procèdent à des levés topographiques sur la même zone et évite les pertes d'information avec le temps en accumulant l'information recueillie sur le terrain,
- ✂ Lorsque le SIG est en place, installer une nouvelle application nécessite un investissement modeste et le retour sur investissement est rapide,
- ✂ Il facilite la réalisation d'étude pour tous les projets ayant une composante géographique. Il permet de multiplier les représentations visuelles et facilite ainsi la prise de décision tout en diminuant les risques d'erreurs,
- ✂ Il améliore le service rendu à l'utilisateur en permettant de lui fournir avec rapidité et fiabilité une information de qualité dont il a besoin. Par exemple, tous les renseignements délivrés par le service urbanisme seront, en principe, à jour et complets,
- ✂ Il permet des calculs utiles à la prise de décision. Cela va du calcul simple, la superposition cartographique, au calcul complexe d'analyse spatiale intégrant un grand nombre de paramètres.

Troisième partie

ANALYSE SPATIALE ET
MODELISATION



Analyses du système

1.1 *Présentations des activités économiques pour chaque District*

La Région Haute Matsiatra fait partie des greniers de la grande île en matière d'agriculture. La plupart de sa population s'intéresse à ce dernier et à l'élevage. Dans cette partie, on s'intéresse surtout sur la répartition des activités économiques dans le secteur primaire pour chaque District puisqu'on s'intéresse particulièrement sur les Districts ruraux et d'ailleurs le but du FOFIFA est d'appliquer la recherche au développement rural.

Le graphique 1.1 représente le pourcentage d'agriculteurs, d'éleveurs et de pêcheurs sur les Districts ruraux de la Région c'est-à-dire les Districts d'Ambohimahaso, d'Am-balavao, d'Ikalamavony, d'Isandra, de Lalangina et de Vohibato

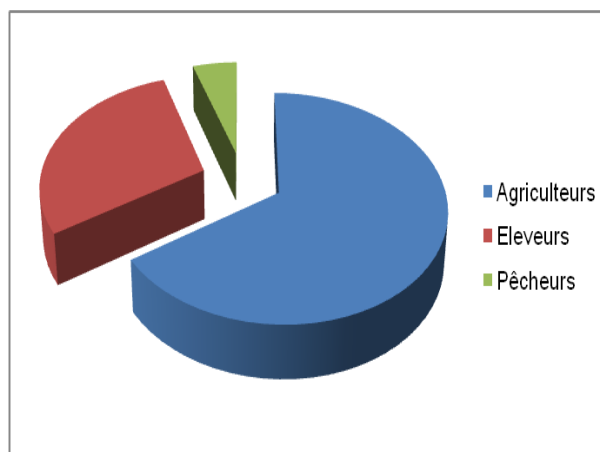


FIGURE 1.1 – Représentation graphique des activités économiques

Données issues de la DRDR de Haute Matsiatra sur la Monographie (Recensement National de l'Agriculture 2004-2005)

Nous pouvons voir de ce graphe que le nombre d'agriculteurs dépasse largement le nombre d'éleveurs et de pêcheurs. Plusieurs personnes mélangent ces trois activités. D'ailleurs on trouve cette situation dans tous les Districts ruraux et ce graphe reste invariant pour chaque District (Voir l'annexe C).

1.2 *Présentations pédoclimatique et démographique pour chaque District*

1.2.1 Climat :

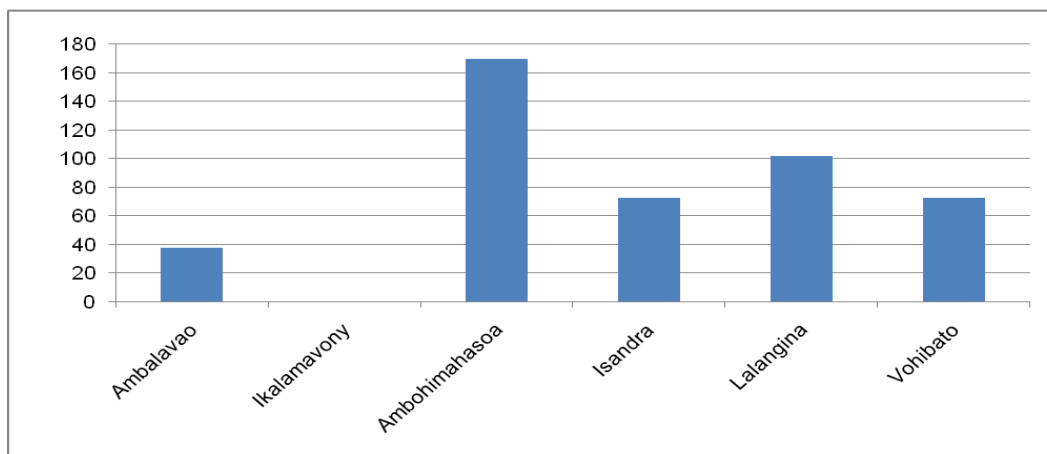
Faute d'insuffisances de données, on va se contenter des données établies par la DRDR de la région Haute Matsiatra lors de la monographie régionale en 2003 et du CSA. Tout d'abord, le district d'Ambalavao, la précipitation annuelle varie entre 900 à 1200 mm. Le climat se distingue en deux suivant la région : à l'Est, climat tropical d'altitude (tempéré et humide) et à l'Ouest, climat tropical sec (chaud et sec). La température varie entre 6° C à 35° C. Il a deux saisons : période de pluie (3 à 4 mois, de Novembre à mars) chaud et pluvieux ; période sèche (7 à 8 mois, d'Avril à Octobre) fraîche et humide. Ensuite, le district d'Ambohimahaso, la pluviométrie annuelle se situe entre 1000 à 1500 mm. Le climat est de type tropical d'altitude. La saison de pluie est comprise entre le mois de Novembre et Avril et la saison sèche du mois d'Avril jusqu'en Octobre et la température varie entre 6° C à 28° C. Pour le district d'Isandra, la pluviométrie annuelle varie entre 1200 à 1600 mm. Le climat est de type tempéré qui est sec et frais d'Avril à Août et humide et chaud d'octobre à mars. La température minimale est de 5 °C tandis que le maximal est de 30°C. Ensuite, le District de Lalangina a un climat tropical d'altitude dont la température varie de 6°C (Saison fraîche) et 30°C (saison chaude à pluvieuse). La température moyenne annuelle est de 18°C. Il a deux saisons : une saison de pluie de Novembre - Avril, et une saison sèche et fraîche du mois d'Avril au mois d'Octobre. Sa pluviométrie est comprise entre 1 000 et 1 500 mm par an. Le nombre de jours humides dans l'année est de 75 à 110. Pour le district de Vohibato, le climat et la pluviométrie annuelle sont voisins de celle de Lalangina mais la température moyenne annuelle est de 8°C. Enfin, pour le district d'Ikalavony, le climat est de type tropical sec, avec une pluviométrie entre 800 et 1.200 mm par an, une saison de pluie de 3 à 4 mois (Novembre-Février) et une saison sèche de 8 à 9 mois (Février-Octobre).

1.2.2 Pédologie :

Les unités pédologiques se diversifient pour chaque District. Particulièrement les sols Complexes lithosols et peu évolués qui se trouvent partout les Districts. En outre, chaque District a une unité pédologique qui lui permet de se différencier des autres Districts. Tout d'abord, pour le District d'Ambohimahaso, nous pouvons rencontrer l'association sols ferralitiques rouge+jaune/rouge puis du ferralitique rouge et les sols ferralitiques jaunes/ rouges. Ensuite, le District d'Ambalavao, on peut trouver aussi les sols ferralitiques rouges, puis les sols faiblement ferralitiques et ferrisols et le complexe sols ferrugineux tropicaux et peu évolués. Pour le District d'Ikalavony, on peut trouver encore du ferralitique rouge, de sols faiblement ferralitique et ferrisols, du complexe sols ferrugineux tropicaux et peu évolué et de sols peu évolué et ranker et aussi sol ferrugineux tropicaux. Pour le District de Lalangina, on trouve encore l'association sols ferralitiques rouge+jaune/rouge, les sols faiblement ferralitiques et ferrisols et les sols peu évolués et ranker. Ensuite, pour le District de Vohibato, on rencontre les sols ferralitiques rouges et les sols peu évolués et ranker. Et enfin, pour le District d'Isandra, on peut croiser les sols ferralitiques rouges et le ferralitique jaune/rouge.

1.2.3 Présentation démographique

Représentation graphique de la densité de la population



Source : DRDR de la Région Haute Matsiatra

FIGURE 1.2 – densité de la population

Relevons que le District le plus peuplé de la Région est celle d'Ambohimahaso. Cette concentration peut être due au fait que ce District a beaucoup d'avantages naturels tels que pédologique et climatique. De ce fait, ce District a une bonne qualité sur la production agricole et aussi sur l'élevage. Il est suivi par le district de Lalangina qui est aussi très productif en matière d'agriculture et possède une condition climatique favorable à cette agriculture. Ensuite, les Districts d'Isandra et de Vohibato qui ont une densité démographique presque égale. Et puis le District d'Ambalavao qui est l'un des Districts les moins peuplé de la Région alors que la condition climatique est assez favorable à l'agriculture et élevage. Cela peut être dû donc à l'insuffisance des surfaces aménageables dans ce domaine à cause de la présence de réserves naturelles dans cette zone. Enfin le moins peuplé de la Région est celui d'Ikalamavony qui est une région défavorable en agriculture en raison de la pluviométrie qui est assez faible malgré la fertilité du type de sol de ce District. Nous allons voir plus loin cette analyse.

1.3 Analyse de la répartition agricole et élevage

Dans cette partie nous allons analyser les productions qui intéressent les Districts en vue d'ensemble et aussi les types d'élevages intéressants chaque District.

1.3.1 Agriculture

Matrice des corrélations

Le tableau 1.1 représente la matrice des corrélations. Elle donne les coefficients de corrélation linéaire des variables prises deux à deux. C'est une succession d'analyses bivariées, constituant un premier pas vers l'analyse multivariée.

	Surf Riz	Prod Riz	Surf Mais	Prod Mais	Sur Manioc	Prod Manioc	Surf Haricot	Prod Haricot	Surf Arachide	Prod Arachide
Surf Riz	1	0,99	0,70	0,77	0,59	0,54	0,72	0,72	0,93	0,90
Prod Riz	0,99	1	0,74	0,81	0,61	0,55	0,70	0,74	0,89	0,86
Surf Mais	0,7	0,74	1	0,99	0,62	0,63	0,69	0,85	0,60	0,65
Prod Mais	0,77	0,81	0,99	1	0,64	0,63	0,75	0,89	0,68	0,71
Surf Manioc	0,59	0,61	0,62	0,64	1	0,98	0,64	0,75	0,62	0,65
Prod Manioc	0,54	0,55	0,63	0,63	0,98	1	0,58	0,70	0,58	0,64
Surf Haricot	0,72	0,7	0,69	0,75	0,64	0,58	1	0,95	0,87	0,84
Prod Haricot	0,72	0,74	0,85	0,89	0,75	0,7	0,95	1	0,79	0,77
Surf Arachide	0,93	0,89	0,6	0,68	0,62	0,58	0,87	0,79	1	0,97
Prod Arachide	0,9	0,86	0,65	0,71	0,65	0,64	0,84	0,77	0,97	1

TABLE 1.1 – Matrice des corrélations

Note :

La source de ce tableau sera disponible à l'annexe F.

Remarquons que toutes les corrélations linéaires sont positives (ce qui signifie que toutes les variables varient, en moyenne, dans le même sens), certaines étant très fortes (0.99, 0.95, ...) et d'autres moyennes (0.62, 0.54, ...). De plus les corrélations fortes sont surtout remarquables entre ces 3 groupes de variables

- ✕ 1^{ère} groupe de variables : Surface Manioc, production Manioc qui est 0,99
- ✕ 2^{ème} groupe de variables : Surface Haricot, Production Haricot, Production Mais, Surface Mais
- ✕ 3^{ème} groupe de variables : Surface Riz, Production Riz, Surface Arachide, Production Arachide

Représentation graphique :

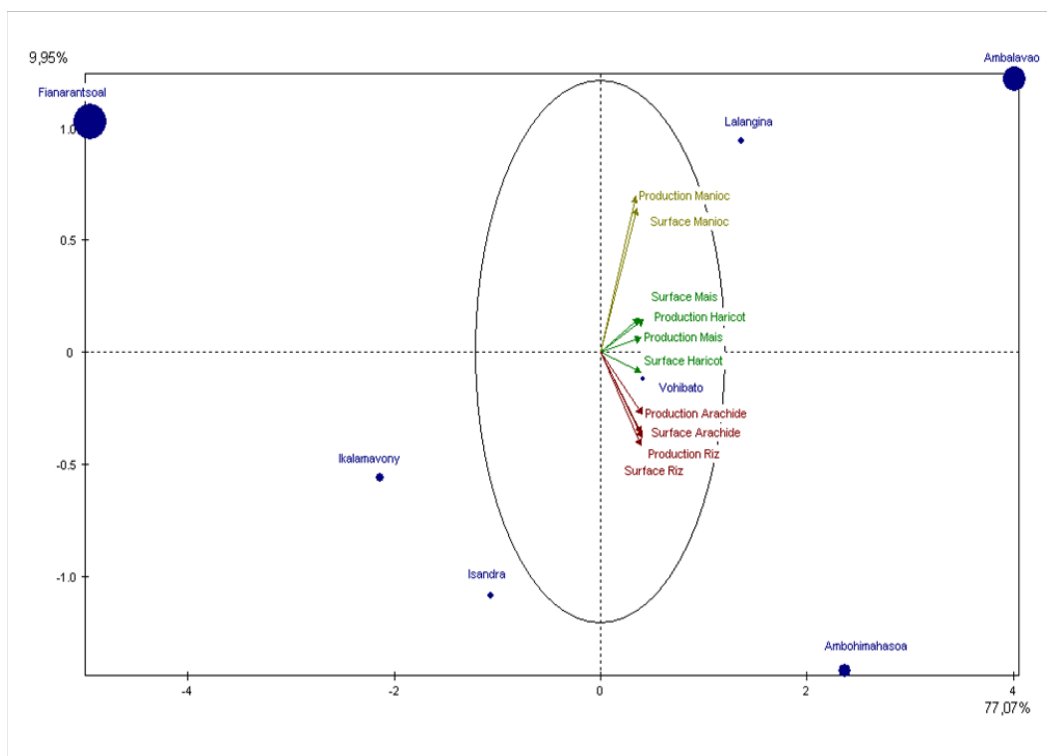


FIGURE 1.3 – ACP de la production

Interprétation

Les deux premiers axes factoriels représentent plus de 80% de l'inertie totale. Suivant le premier axe qui représente 77,07% de cet inertie, on remarque la forte opposition entre les districts de Fianarantsoa I et d'Ambalavao. On voit que le premier facteur est corrélé positivement, et assez fortement, avec chacune des variables initiales. Plus la production est bonne pour un District, plus la corrélation entre les variable-facteurs augmente (Voir annexe B) réciproquement plus la récolte est mauvaise, plus cette corrélation est faible. En ce qui concerne l'axe 2, il oppose d'une part, le manioc et le maïs (corrélation positive) et d'autre part le riz, l'haricot et l'arachide (corrélation négative).

Le cercle de corrélation est un cercle de rayon un. Plus les variables s'approchent de ce cercle plus elles sont bien représentées. On observe cela dans ce présent cas, et d'ailleurs, il se présente presque sur toutes les variables et principalement sur les variables manioc et riz. Le rapprochement entre les variables à l'intérieur de ce cercle indique la correspondance ou autrement dit, la corrélation entre elles. Cette correspondance est soulignée par la matrice des corrélations.

De ce fait nous pouvons réduire les 10 variables précédentes au nombre de 6 seulement en considérant les corrélations entre elles et en sommant les variables fortement corrélées. Cela revient à sommer les variables de chaque groupe formé précédemment telles que :

En premier groupe " Surface Riz ", " Surface Arachide ", " Production Riz " et " Production Arachide ". Ces variables deviennent donc " Surf Riz Arachide " et " Prod Riz Arachide "

En deuxième groupe " Surface Maïs ", " Surface Haricot ", " Production Maïs " et " Production Haricot " qui deviennent " Surf Maïs Haricot " et " Prod Maïs Haricot "

Le troisième n'aura pas de changement donc " Surface Manioc " et " Production Manioc "

L'idée de cette réduction est de travailler sur une petite quantité de variable et en outre, plus le nombre des variables est faible, plus la qualité de la représentation s'améliore. Dorénavant on utilise cette donnée réduite.

L'ACP précédente met donc en exergue la corrélation qui existe entre les variables mais la répartition des cultures au sein de chaque District reste inaperçue. Une autre analyse est alors nécessaire : l'AFC ou Analyse Factorielle des correspondances afin de savoir la ventilation des types de cultures sur les Districts.

Remarque

- ⇒ La notion d'inertie généralise celle de variance en dimension quelconque, la variance étant toujours relative à une seule variable.
- ⇒ Les dimensions des points des individus sont dépendantes de leur contribution afin d'éviter la lecture fastidieuse du tableau de corrélation entre les individus et les axes.

Avant de faire une AFC, nous allons d'abord réaliser un test d'indépendance pour que l'AFC soit valable. Pour cela nous allons utiliser le test d'indépendance de Khi-deux.

Soient X la variable aléatoire associée à la variable statistique " District " et Y la variable aléatoire associée à la variable statistique " Agriculture "

Le tableau 1.2 représente la répartition agricole de tous les Districts existant au sein de la Région Haute Matsiatra

	SurfRiAra	ProdRizAra	SurfMaHa	ProdMaHa	SurfManioc	ProdManioc
FianarantsoaI	613	1808	800,8	550	95	950
Isandra	10215	32130,94	1210	1360	1100	19188
Vohibato	11964	37563,14	2600	3160	4000	45000
Lalangina	10770	33767,3	3300	3531	5800	59280
Ambalavao	14680	46360,08	3356,122	5376	6885	93800
Ambohimahasoa	14561	45713,93	4050	5960	1750	12250
Ikalamavony	10178	32729,16	1350	1615	1000	10100

TABLE 1.2 – Tableau de la répartition agricole sur tous les Districts

Source : DRDR Haute Matsiatra

En appliquant cette formule à ce tableau nous avons la valeur de χ^2 empirique égale à 76817,8717

On prend $\alpha=0,05$ donc χ^2_{30} est égale à 43,77

En comparant ces deux valeurs on trouve que celle du χ^2 empirique est largement supérieure à celle du χ^2 théorique donc on rejette H_0 et on accepte H_1 c'est-à-dire que le test est significatif. Alors la répartition des 6 modalités des cultures varie d'un district à l'autre.

L'objectif de l'AFC est de décrire cette liaison en étudiant la structure de χ^2 . C'est pourquoi on dit souvent que l'AFC suit une métrique du Khi-deux du fait de la relation étroite entre Khi-deux et lien.

Représentation graphique

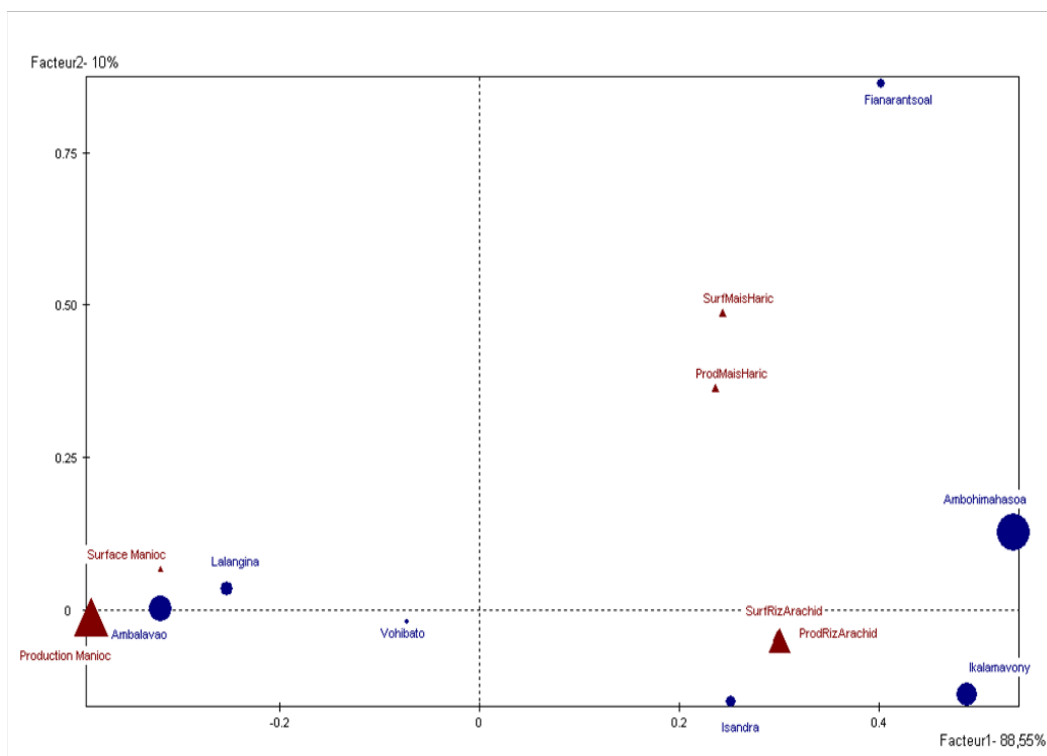


FIGURE 1.4 – AFC de la répartition agricole

Interprétation

Les deux premiers axes factoriels représentent plus de 90% de l'inertie totale dont 88,55% le premier tandis que 10 % seulement pour le deuxième. Les profils ayant les plus fortes contributions sur un axe, permettront de donner un sens à cet axe. La notion de contribution des variables et individus tient une grande place sur l'interprétation de l'analyse factorielle. Dans le présent cas, il s'agit des variables et/ou individus qui se sont présentés en grandes tailles comme Ambohimahaso, Ambalavao, Ikalamavony, Lalangina, Production Manioc, la variable Riz Arachide. De plus, ces points sont bien représentés. De même, les points qui s'éloignent du centre d'inertie sont aussi bien représentés.

Suivant le premier axe factoriel remarquons une forte opposition entre les modalités " Surface riz et arachide " et " Production riz et arachide " et ceux de " Surface manioc " et " Production manioc ". En outre, les Districts se répartissent en 3 groupes distincts suivant les 3 modalités de la variable agriculture. En excluant le District de Vohibato qui s'approche du centre d'inertie et on l'appelle point moyen. Ce dernier a le même comportement sur chaque modalité des variables, autrement dit, ce District produit presque la même quantité de produit sur chaque culture. D'ailleurs, ces trois groupes sont ceux dont on a déjà mentionné dans l'analyse précédente mais la répartition des Districts suivant les différents types de productions est plus claire. Elle se présente comme suit : d'abord, les Districts de Lalangina et d'Ambalavao se concentrent particulièrement sur la production du manioc et moins sur le riz et l'arachide. C'est exactement le contraire pour les Districts d'Isandra et d'Ikalamavony qui produisent principalement du riz et de l'arachide. Enfin, les modalités " Surface maïs et haricot " et " Production maïs et haricot " s'éloignent du centre d'inertie et rejoignent Fianarantsoa I. Cela nous confirme que ce dernier produit surtout du maïs et du haricot. La répartition de ce District dans ce groupe de variable est normale car il possède des valeurs assez petites par rapport aux autres Districts. De ce fait, il part dans la même direction que les variables " Surface maïs Haricot " et " Production maïs Haricot " car la proportion de ces valeurs par rapport aux autres individus (District)

de ces variables est plus grande que celle sur d'autres variables. Particulièrement, le District d'Ambohimahaso se trouve entre les modalités " Surface mais et haricot " et " Production mais et haricot " et ceux de " Surface riz et arachide " et " Production riz et arachide ". Cela donc signifie que ce district se focalise sur les productions de maïs et d'haricot et aussi sur les productions de riz et d'arachide.

Nous savons maintenant les productions principales pour chaque District mais pour compléter le zonage on aura à faire la même analyse sur l'élevage. Pour cela nous allons suivre le même procédé mais on se penche sur l'analyse de répartition de différents types d'élevages suivant les 6 Districts. Dorénavant, le District de Fianarantsoa I ne fait plus partie de notre analyse du fait qu'il appartient à la zone urbaine.

1.3.2 Elevage :

Tout d'abord, nous allons étudier la liaison entre la variable élevage et celui de district. Le détail du calcul ne serait plus cité comme précédemment mais on passe directement sur le résultat. En utilisant le test d'indépendance de khi-deux et prenant comme

hypothèse nulle H_0 : " Il y a une indépendance entre le type d'élevage et les districts "

Et comme hypothèse alternative H_1 : " Il y une dépendance entre le type d'élevage et les districts "

	Bovin	Porcin	Caprin/Ovin	Aviculture	Apiculture
Ambalavao	49014	9500	1100	219000	330
Ambohimahaso	43622	28500	550	365000	2310
Ikalamavomy	119512	19000	2200	146000	0
Isandra	19085	9500	550	219000	1320
Lalangina	14554	9500	825	219000	1980
Vohibato	22553	14250	275	219000	660

TABLE 1.3 – Tableau de la répartition d'élevage

Source : Rapport trimestriel en 2008 de la DRDR

Remarque

Les données concernant le cheptel bovin englobe l'élevage de vaches laitières car la séparation des deux entraîne la pertinence sur la représentation graphique. Ce graphe qui sépare ces deux élevages sera représenté en annexe F F.3.

Après avoir procédé aux différentes calculs, on trouve la valeur empirique $\chi^2 = 219608,406$

En comparant cette valeur avec celle du χ^2 théorique à 20 degré de liberté au risque de 5 % de se tromper qui est égale à 31,41, alors, cette valeur empirique dépasse largement la valeur théorique donc on rejette H_0 . Le test est donc significatif. Nous pouvons donc affirmer la liaison entre l'élevage et les districts.

De ce fait, on peut étudier la répartition de tous les types d'élevage considérés et savoir l'élevage prioritaire pour chaque district. Pour cela nous allons faire une AFC.

L'AFC réalisée sur le rapport du DRDR Haute Matsiatra en 2008 nous donne la représentation graphique suivante :

Représentation graphique

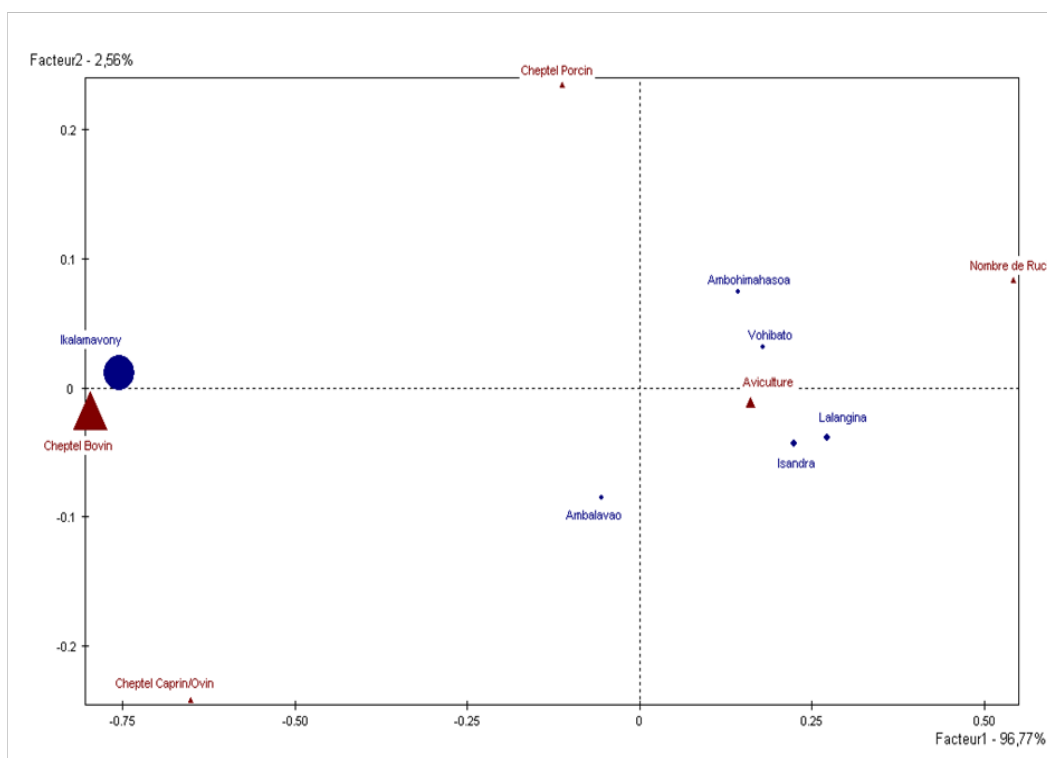


FIGURE 1.5 – AFC de la répartition d'élevage

Interprétation

Les deux premiers axes factoriels représentent presque toute la totalité de l'inertie du nuage. La majorité est emportée par le premier axe, soit 96,77%. L'opposition entre les modalités " Cheptel Bovin " et celle du " Nombre de ruches " qui désigne l'apiculture marque cet axe. De plus, cette modalité " Cheptel Bovin " a une forte contribution pour la formation de cet axe. On observe particulièrement de ce graphe que le district d'Ikalamavony s'éloigne du centre et rejoint les modalités " Cheptel Bovin " et "Cheptel Caprin/Ovin". Cela nous confirme l'existence des élevages massifs et la priorisation des filières bovin, caprin et ovin dans ce district et moins d'apiculture. D'autre part, l'élevage porcin est assez fréquent dans ce district. De même pour Ambalavao qui va dans le même sens que les modalités Bovin et Caprin/ Ovin. Cela affirme la priorisation dans ce district de ces élevages. En outre, les autres districts tels qu'Ambohimahaso, Vohibato, Lalangina, Isandra et Ambalavao se concentrent sur le centre d'inertie et joignent la modalité " aviculture ". Ce dernier est un point moyen et a le même comportement sur toutes les classes de variable district. Autrement dit, la priorisation avicole est presque la même dans tous les Districts. On peut dire alors que cette filière tient une place importante pour l'élevage de la région haute Matsiatra. Ensuite, la modalité " Cheptel porcin " s'éloigne du centre d'inertie et va dans la même direction qu'Ambohimahaso et Vohibato. Cela nous montre que ces districts priorisent l'élevage porcin et moins l'élevage caprin et ovin. L'apiculture fait aussi partie de l'activité prioritaire de ces deux districts.

On sait maintenant les filières prioritaires pour chaque District.

La connaissance du zonage de la région Haute Matsiatra nous permet de connaître la spécificité de chaque district. Mais pour comprendre réellement les situations agricoles et d'élevage pour chaque District, nous réaliserons d'autres analyses pour effectuer le micro-zonage pour la région de Haute Matsiatra

Proposition de micro zonage

L'analyse des filières prioritaires pour chaque District n'est pas suffisante pour développer le monde rural on aura besoin de connaître dans quelle partie de ce district une telle culture est favorable et aussi la tendance existant sur l'élevage. Pour appréhender cette analyse, nous allons considérer les analyses établies par le CSA. Par ailleurs, on suit le même procédé que précédemment pour les données non analysées et on considère les données issues de la DRDR et du CSA. Alors, en faisant l'AFC sur les données issues de ces organismes et en associant les résultats avec les analyses réalisées par le CSA sur les documents intitulés " Etat des lieux CSA " pour chaque district, on obtient les résultats dans les tableaux ci-dessous.

Remarque :

- ✎ Les extraits de ces AFC et de ces analyses faites par le CSA seront disponibles en annexe D et E de cet ouvrage
- ✎ Pour l'identification de la vocation agricole, on suppose que chaque zone adopte la même technique agricole et on prend le concept suivant pour la suite de l'analyse :
 - ↔ Meilleur désigne pour l'agriculture que le rendement est meilleur et/ou la superficie cultivée est considérable dans un type de culture. Ce mot signifie en élevage la présence excessive d'un type d'élevage
 - ↔ Bonne désigne pour l'agriculture que le rendement est bonne et/ou la superficie cultivée est assez considérable dans un type de culture. Ce mot signifie en élevage la présence massive d'un type d'élevage
 - ↔ Moyenne désigne pour l'agriculture que le rendement est moyen et/ou la superficie cultivée est moyenne dans un type de culture. Ce mot signifie en élevage la présence moyenne d'un type d'élevage
 - ↔ Faible désigne pour l'agriculture que le rendement est mauvais et/ou la superficie cultivée est faible dans un type de culture. Ce mot signifie en élevage la mauvaise quantité d'un type d'élevage
 - ↔ Très faible désigne pour l'agriculture que le rendement est très mauvais et/ou la superficie cultivée est très faible dans un type de culture. Ce mot signifie en élevage l'existence très faible d'un type d'élevage
 - ↔ NR pour les données non disponibles ou manquantes

Pour élucider et approfondir notre analyse nous allons découper chaque district selon ses potentialités agricoles, d'élevages, et des facteurs naturels comme la pluviométrie et la pédologie.

2.1 Pour le District d'Isandra

Nous avons trois parties. D'abord, au Nord, les communes de Fanjakana et d'Anjoma Itsara et une partie au nord d'Isorana (02 Fokontany). Ensuite, dans le Centre et à l'Ouest du District

2.2. POUR LE DISTRICT DE VOHIBATO

les communes d'Ambondrona, d'Isorana (08 Fokontany), d'Ambalamidera II, de Soatanàna, une partie de Mahazoarivo (04 Fokontany) et une partie d'Andoharanomaitso (04 Fokontany). Enfin, dans le Sud Est du District, nous avons les communes d'Iavinomby Vohibola, de Nasandratrony, d'Ankarinarivo Manirisoa, d'Andoharanomaitso (19 Fokontany) et une partie de Mahazoarivo (03 Fokontany)

Zone	Pedologie	Pluvio	Agriculture					Elevage				
			<i>vivriere</i>	<i>seche et/ou rente</i>	<i>Industrielle</i>	<i>Maraichere</i>	<i>Agrume</i>	<i>Bovin</i>	<i>Porcin</i>	<i>Pisciculture</i>	<i>Apiculture</i>	<i>Aviculture</i>
Nord	Ferralitique rouge	1000 à 1200	<i>Bonne</i>	<i>Bonne</i>	<i>Bonne</i>	<i>Meilleur</i>	<i>Faible</i>	<i>Meilleur</i>	<i>Bonne</i>	<i>Bonne</i>	<i>Faible</i>	<i>Meilleur</i>
Centre et Ouest	Complexe lithosol et sol peu évolué	900 à 1600	<i>Meilleur</i>	<i>Meilleur</i>	<i>Meilleur</i>	<i>Meilleur</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Meilleur</i>	<i>Bonne</i>	<i>Bonne</i>	<i>Bonne</i>	<i>Meilleur</i>
Sud Est	Association ferrallitique rouge jaune/rouge	900 à 1000	<i>Bonne</i>	<i>Bonne</i>	<i>Meilleur</i>	<i>Meilleur</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Meilleur</i>	<i>Bonne</i>	<i>Bonne</i>	<i>Meilleur</i>

TABLE 2.1 – Tableau des qualifications agricole et élevage pour Isandra

2.2 Pour le District de Vohibato

Ce District se repartit en six parties formées au Sud-ouest par les communes de Vohimarina Lamosina et d'Andranovorivato. Ensuite, au Nord par les communes de Soaindrana, de Talata Ampano, et de Maneva. A l'Est par les communes d'Ihazoara et d'Andranomiditra. Au Centre par les communes de Vohibato Ouest et d'Alakamisy Itenina ; et au Sud-est par les communes de Vohitrafeno et de Vinanintelo. Enfin, au Sud par les communes d'Ankarimalaza Mifanasoa et de Mahaditra

Zone	Pedologie	Pluvio	Agriculture					Elevage				
			<i>vivriere</i>	<i>seche et/ou rente</i>	<i>Industrielle</i>	<i>Maraichere</i>	<i>Agrume</i>	<i>Bovin</i>	<i>Porcin</i>	<i>Pisciculture</i>	<i>Apiculture</i>	<i>Aviculture</i>
Sud Ouest	Ferralitique rouge	900 à 1000	<i>Meilleure</i>	<i>Moyenne</i>	<i>NR</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Meilleure</i>	<i>Bonne</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Faible</i>	<i>Bonne</i>
Nord	Complexe lithosol et sol peu évolué	1200 à 1400	<i>Moyenne</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Bonne</i>	<i>Meilleur</i>	<i>NR</i>	<i>Faible</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Faible</i>	<i>Bonne</i>
Est	Complexe lithosol et sol peu évolué	sup à 1600	<i>Moyenne</i>	<i>Moyenne</i>	<i>NR</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Meilleur</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Faible</i>	<i>Bonne</i>
Centre	Complexe lithosol et sol peu évolué	1000 à 1600	<i>Moyenne</i>	<i>Moyenne</i>	<i>NR</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Moyenne</i>
Sud Est	Complexe lithosol et sol peu évolué	sup à 1600	<i>Meilleure</i>	<i>Bonne</i>	<i>NR</i>	<i>Moyenne</i>	<i>NR</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Meilleure</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Faible</i>	<i>Faible</i>
Sud	Complexe lithosol et sol peu évolué	900 à 1200	<i>Meilleure</i>	<i>Meilleure</i>	<i>NR</i>	<i>Faible</i>	<i>NR</i>	<i>Meilleure</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Faible</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Bonne</i>

TABLE 2.2 – Tableau des qualifications agricole et élevage pour Vohibato

2.3 Pour le District de Lalangina

Nous allons repartir ce District en quatre parties. Tout d'abord, à l'Est, les communes d'Androy et d'Alatsinainy ialamarina. Ensuite, à le Nord Ouest, les communes d'Alakamisy Ambohimaha, d'Ambalamahasoia, d'Ambalakely, d'Ivoamba et d'Ialanindro. Et au Centre, les communes de Taindambo, d'Andrainjato Centre et d'Andrainjato Est. Enfin, le Sud-ouest du district, les communes de Sahambavy, de Mahatsinjony et de Fandrandava

Zone	Pedologie	Pluvio	Agriculture					Elevage				
			<i>vivriere</i>	<i>seche et/ou rente</i>	<i>Industrielle</i>	<i>Maraichere</i>	<i>Agrume</i>	<i>Bovin</i>	<i>Porcin</i>	<i>Pisciculture</i>	<i>Apiculture</i>	<i>Aviculture</i>
Est	Peu évolué et ranker	1600 à 1800	<i>Faible</i>	<i>Faible</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Faible</i>	<i>Meilleur</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Moyenne</i>
Nord Ouest	Ferralitique jaune/rouge	1000 à 1200	<i>Faible</i>	<i>Très faible</i>	<i>faible</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Très faible</i>	<i>Bonne</i>	<i>Bonne</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Bonne</i>
Centre	Complexe lithosol et sol peu évolué	1000 à 1200	<i>Faible</i>	<i>Très faible</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Très faible</i>	<i>Faible</i>	<i>Meilleur</i>	<i>Bonne</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Moyenne</i>
Sud Ouest	Complexe lithosol et sol peu évolué	1200 à 1400	<i>Moyenne</i>	<i>Bonne</i>	<i>Faible</i>	<i>Bonne</i>	<i>Bonne</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Faible</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Bonne</i>	<i>Meilleure</i>

TABLE 2.3 – Tableau des qualifications agricole et élevage pour Lalangina

2.4 Pour le District d'Ambohimahaso

Ce District se repartit en trois parties. D'abord au Nord les communes de Fiadanana, de Camp Robin, de Sahatona, de Vohiposa et d'Ambatosoa. Ensuite, l'Est inclut les communes suivantes : Ambalakindresy, Manandroy, Morafeno, Ankafina Tsarafidy. Et au Centre se compose des communes suivantes : Ambohimahaso, Ampitàna, Ankerana, Sahave. Enfin, à l'Ouest, est formé par les communes suivantes : Befeta, Kalalao, Vohitsarivo, Ambohinamboarina, Isaka

Zone	Pedologie	Pluvio	Agriculture					Elevage				
			<i>vivriere</i>	<i>seche et/ou rente</i>	<i>Industrielle</i>	<i>Maraichere</i>	<i>Agrume</i>	<i>Bovin</i>	<i>Porcin</i>	<i>Pisciculture</i>	<i>Apiculture</i>	<i>Aviculture</i>
Nord	Complexe lithosol et sol peu évolué	1200 � 1400	<i>Meilleure</i>	<i>Bonne</i>	<i>Moyenne</i>	<i>NR</i>	<i>Bonne</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Bonne</i>	<i>Bonne</i>	<i>Faible</i>	<i>Bonne</i>
Est	Association sols fer-ralitique rouge+jaune/rouge	1400 et plus rouge	<i>Meilleur</i>	<i>Bonne</i>	<i>Bonne</i>	<i>NR</i>	<i>NR</i>	<i>Meilleur</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Tr�s faible</i>	<i>Bonne</i>
Centre	ferralitique jaune/rouge	1200 � 1400	<i>Meilleure</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Faible</i>	<i>NR</i>	<i>NR</i>	<i>Faible</i>	<i>Meilleur</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Faible</i>	<i>Bonne</i>
Ouest	ferralitique jaune/rouge	1200 � 1400	<i>Bonne</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Faible</i>	<i>NR</i>	<i>NR</i>	<i>Très faible</i>	<i>Bonne</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Bonne</i>	<i>Meilleure</i>

TABLE 2.4 – Tableau des qualifications agricole et élevage pour Ambohimahasoa

2.5 Pour le District d'Ambalavao

Ce District se découpe en quatre parties dont au Nord-est les communes d'Ambinanindovoka, d'Andrainjato Anjoma, de Kirano. Ensuite, le Corridor Forestier Est composé des communes d'Ambohimahasina, de Mahazony, de Miarinarivo, et de Sendrisoa. Le centre est formé par les communes d'Ambalavao, d'Ambohimandroso, de Besoa, d'Iarinstena et de Manamisoa et le Sud-ouest par les communes d'Ambinaniroa, d'Ankaramena, de Fenoarivo et de Vohitsaoka

Zone	Pedologie	Pluvio	Agriculture					Elevage				
			<i>vivriere</i>	<i>seche et/ou rente</i>	<i>Industrielle</i>	<i>Maraichere</i>	<i>Agrume</i>	<i>Bovin</i>	<i>Porcin</i>	<i>Pisciculture</i>	<i>Apiculture</i>	<i>Aviculture</i>
Nord Est	Ferralitique rouge	1200 à 1400	<i>Faible</i>	<i>Bonne</i>	<i>Moyenne</i>	<i>NR</i>	<i>NR</i>	<i>Bonne</i>	<i>Meilleure</i>	<i>Bonne</i>	<i>Faible</i>	<i>Bonne</i>
Corridor Fo- res- tier Est	Ferralitique rouge	1800 à 2000	<i>Tres faible</i>	<i>faible</i>	<i>Moyenne</i>	<i>NR</i>	<i>NR</i>	<i>Bonne</i>	<i>Meilleure</i>	<i>Faible</i>	<i>Bonne</i>	<i>Meilleur</i>
Centre	Complexe sol fer- rugineux tropicaux et peu évolué	1000 à 1200	<i>Bonne</i>	<i>Bonne</i>	<i>Faible</i>	<i>NR</i>	<i>NR</i>	<i>Meilleure</i>	<i>Faible</i>	<i>Bonne</i>	<i>Faible</i>	<i>MOyenne</i>
Sud Ouest	Ferrugineux tropicaux	800 à 1000	<i>Meilleure</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Moyenne</i>	<i>NR</i>	<i>NR</i>	<i>Meilleure</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Faible</i>	<i>Faible</i>	<i>MOyenne</i>

TABLE 2.5 – Tableau des qualifications agricole et élevage pour Ambalavao

2.6 Pour le District d'Ikalamavony

Ce District est divisé en trois zones. Tout d'abord, le Nord inclut les communes de Fitampito et d'Ambatomainty. Ensuite, l'Est les communes d'Ikalamavony et de Mangidy. A l'Ouest les communes de Tsotondroina, de Tanamarina Bekisopa. Et enfin, au Sud les communes de Solila et de Tanamarina Sakay

Zone	Pedologie	Pluvio	Agriculture					Elevage				
			<i>vivriere</i>	<i>seche et/ou rente</i>	<i>Industrielle</i>	<i>Maraichere</i>	<i>Agrume</i>	<i>Bovin</i>	<i>Porcin</i>	<i>Pisciculture</i>	<i>Apiculture</i>	<i>Aviculture</i>
Nord	Ferralitique rouge	900 à 1000	Bonne	Bonne	NR	Faible	NR	Meilleure	Moyenne	Faible	Très faible	Bonne
Est	Faiblement ferralitique et ferrisol	900 à 1600	Bonne	Bonne	NR	Moyenne	NR	Meilleur	Moyenne	Très Faibles	Très Faibles	Bonne
Ouest	Peu évolué et Ranker	800 à 1000	Bonne	Bonne	NR	Très Faibles	NR	Meilleure	Moyenne	Faible	Très Faibles	Moyenne
Sud	Complexe sol fer-rugineux tropicaux et peu évolué	800 à 1000	Bonne	Bonne	NR	Moyenne	NR	Meilleure	Moyenne	Moyenne	Très Faibles	Bonne

TABLE 2.6 – Tableau des qualifications agricole et élevage pour Ikalamavony

Ensuite, nous allons étudier séparément la correspondance entre les variables pédologie, pluviométrie et culture puis entre pédologie, pluviométrie et élevage. Remarquons qu'on ne possède que des variables qualitatives ou nominales. En outre, Une variable qualitative ou variable nominale ou facteur (factor) est une mesure qui prend ses valeurs dans un ensemble d'items ou modalités ou valeurs ou niveaux (levels). Pour cela, on adoptera d'autres analyses plus adéquates et fiables pour notre problème. Cette méthode s'appelle AFCM ou Analyse Factorielle des Correspondances Multiples.

Remarque :

Les variables sont représentées en fonction de leurs contributions dans tous les graphes de l'AFCM présents pour donner un sens à l'interprétation

2.7 Analyse des facteurs naturels sur chaque zone

⇒ Analyse de la répartition démographique sur chaque zone

Avant d'entamer l'analyse proprement dite, nous allons d'abord analyser la répartition de la population sur chaque zone pour comprendre véritablement la réalité dans chaque zone. Pour cela, nous allons faire une AFCM mais on ne représente que les individus caractérisés par le nom de chaque zone et les modalités de la variable Densité. On a donc la représentation de la figure 2.1 :

2.7.1 Représentation graphique de la répartition démographique

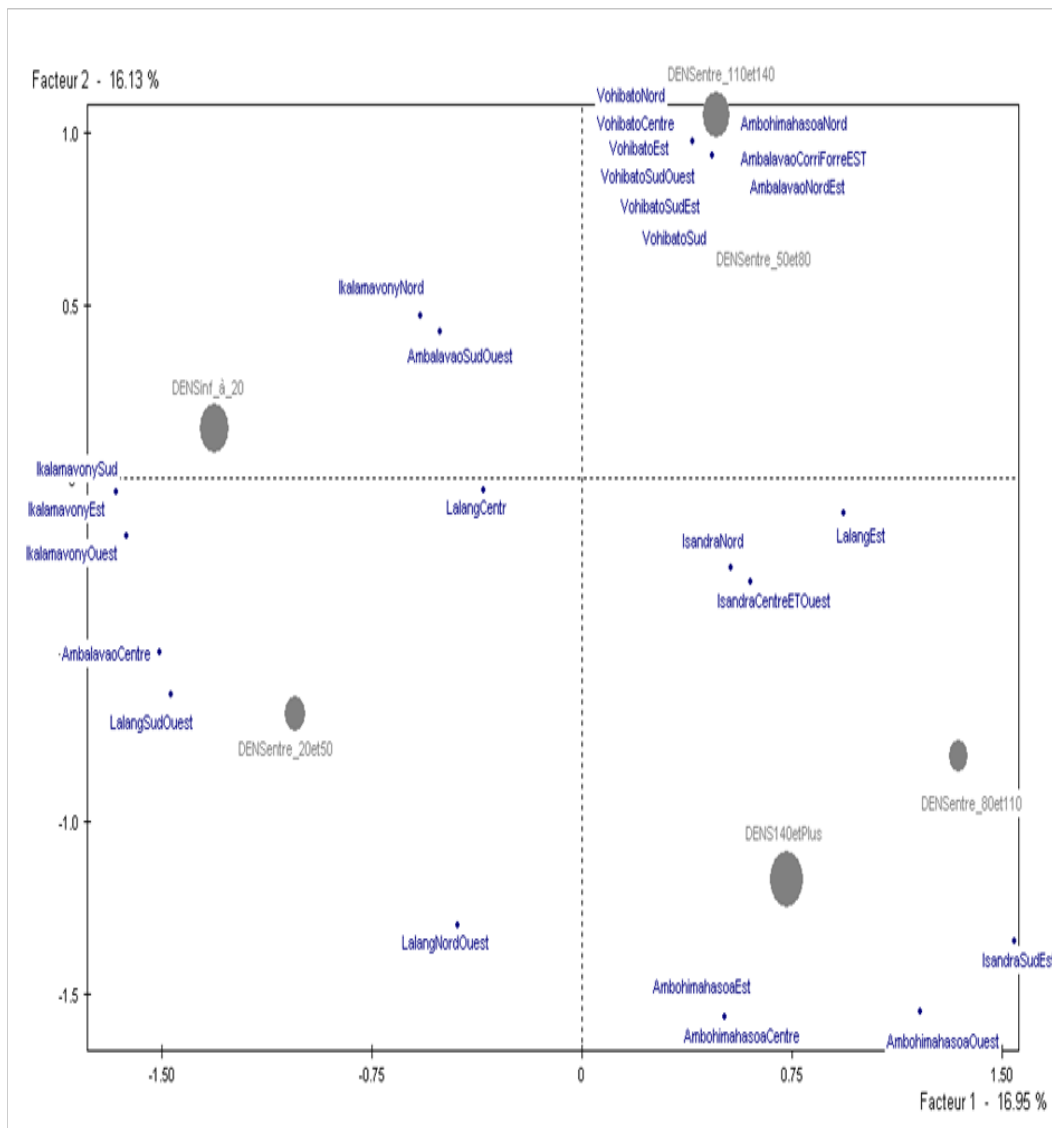


FIGURE 2.1 – Répartition démographique de chaque zone

2.7.2 Interprétation

Nous constatons que les zones les moins peuplées se trouvent dans la partie gauche du graphe tandis que les plus peuplées se trouvent à droite. En outre, cela nous permet de préciser l'analyse réalisée précédemment sur la répartition démographique qu'Ikalamavony est le moins peuplé. Ce graphe nous montre que la plupart de ces zones ont une densité inférieure à 20 habitants/Km². Pour Ambalavao, c'est surtout sa partie centrale qui est la moins peuplée car sa densité est inférieure à 50 habitants/Km² et de même pour le Sud-ouest de Lalangina. Par contre, le Sud-est de ce dernier est une zone ayant une densité assez forte comprise entre 80 à 110 habitants/Km². Par ailleurs, la plupart des zones du district d'Ambohimahasoa ont une densité supérieure à 140 habitants/Km² c'est pourquoi il reste le district ayant une densité de population la plus élevée de la région Haute Matsiatra. Pour le district de Vohibato, sa densité se situe tout autour de la moyenne (80 habitants/Km²) une autre zone comme le Sud-ouest a une densité comprise entre 110 à 140 habitants/Km². Pour le district d'Isandra c'est la partie Nord qui est la plus peuplée et sa densité est supérieure à 140 habitants/Km² ; le Centre et

2.7. ANALYSE DES FACTEURS NATURELS SUR CHAQUE ZONE

l'Ouest de ce district a une densité supérieure à 110 habitants/Km² alors que le Sud-est a une densité comprise entre 80 à 110 habitants/Km² .

Nous allons maintenant étudier la tendance qui existe entre les variables pédologie et pluviométrie

🐟 Analyse pédo-pluviométrique

2.7.3 Représentation graphique :

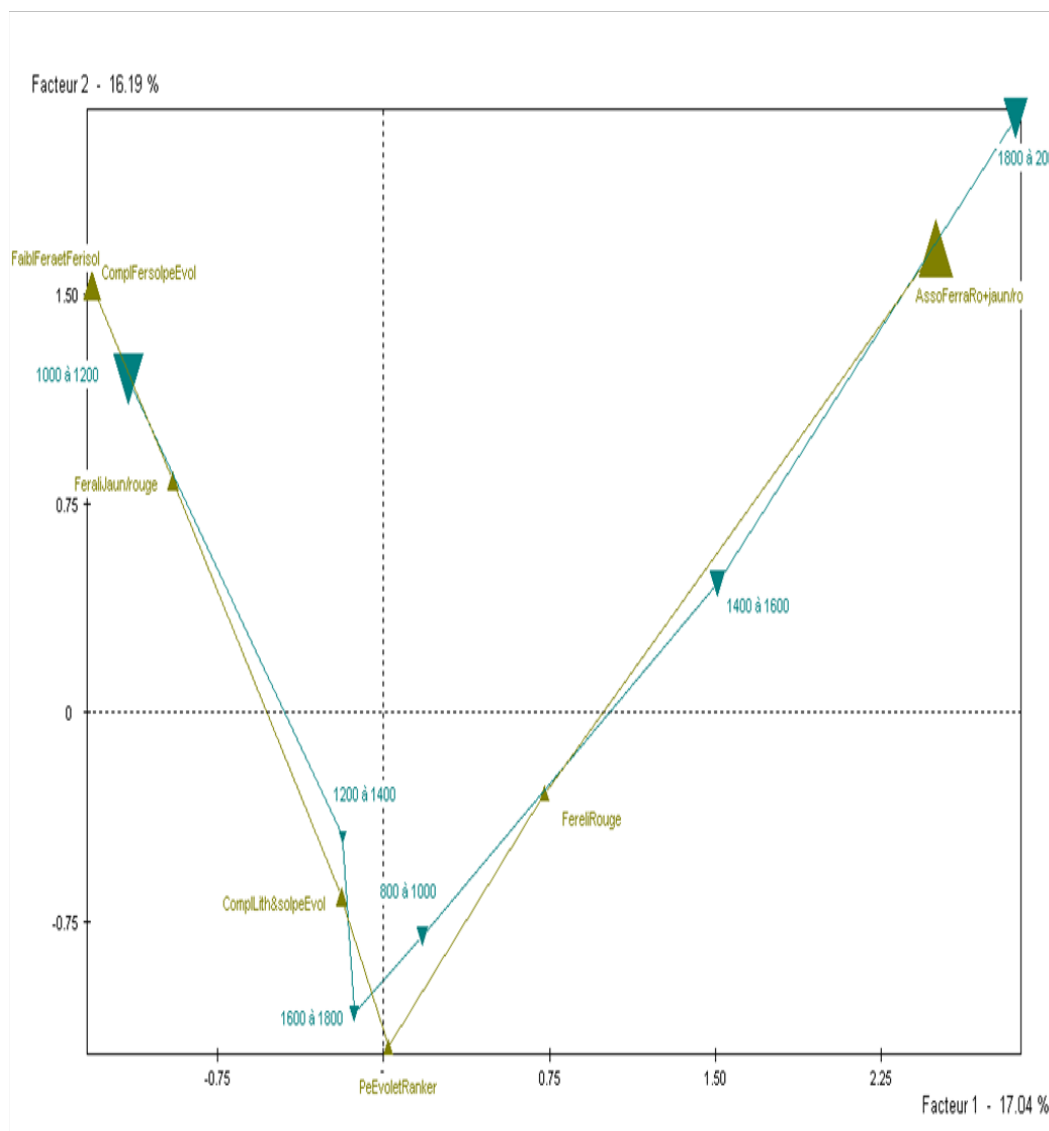


FIGURE 2.2 – Représentation graphique des pédologie et pluviométrie

2.7.4 Interprétation :

Les deux axes factoriels représentent 33,06% de l'inertie totale dont 17,03% le premier qui oppose la modalité à forte pluviométrie et celle de la modalité à faible pluviométrie et aussi les sols de types faiblement ferrallitique et ferrisol et le complexe sol ferrugineux et peu évolué et celui de sols de types associations ferrallitiques rouge+jaune/rouge. Le deuxième axe factoriel représente 16,19% de l'inertie. La présence de l'effet Guttman est assez remarquable dans cette représentation. De ce fait, la place des modalités " 800 à 1000 " et " 1600 à 1800 " semble anormale. Pour la modalité " 800 à 1000 " qui se situe entre deux modalités très différentes, la

raison est due à la présence de sols ferralitiques rouges qui sont très dominants sur la Région Haute Matsiatra et situés dans des zones qui ont une pluviométrie très différenciée. Il y a aussi le cas de sols peu évolués et ranker et dont les précipitations sont entre “ 1600 à 1800 ” et aussi entre “ 800 à 1000 ”. De même, pour la modalité “ 1600 à 1800 ” qui est influencée par les sols complexes lithosols et sols peu évolués qui se situent généralement dans la zone dont la pluviométrie se situe entre “ 1200 à 1400 ” et aussi entre “ 1600 à 1800 ”.

En outre, les sols faiblement ferralitiques et complexes ferrugineux et sols peu évolués se situent généralement dans la partie à faible pluviométrie (1000 à 1200 mm). Alors que le sol ferralitique jaune/rouge se situe dans la partie à précipitations moyennes (1000 à 1400 mm). Enfin, les sols association ferralitiques rouge+jaune/rouge se situent dans la région dont les précipitations sont entre “ 1400 à 1600 ” et aussi entre “ 1800 à 2000 ”.

En étudiant la corrélation entre les variables pédologie, pluviométrie et agriculture, on pourra savoir tant sur le milieu ambiant d’une telle culture en sachant la tendance des variables et aussi sur le zonage défini par le type de culture prioritaire. Cela nous conduit à l’analyse suivante dont on fusionne les modalités “ sols faiblement ferralitique ” et “ complexe ferrugineux et sol peu évolué ” car elles sont fortement corrélées et se superposent sur la figure ci-dessous et dorénavant, on utilise la base contenant ces modalités fusionnées.

Remarque

En raison de la pluralité des variables et individus, on va représenter séparément par la suite, les variables et les individus pour éviter la lecture fastidieuse de la représentation graphique dans les deux parties telles que l’agriculture et l’élevage.

2.8 Analyse des zones agricoles favorables

Dans cette partie, on va écarter de notre analyse la variable Maraîchère qui semble une variable pertinente en raison de la pluralité des données manquantes. De plus le but de cette analyse est de conclure la vocation agricole pour chaque pédologie.

2.8.1 Analyse préalable :

La présence d’un effet Guttman aide à l’interprétation surtout en AFCM. Il est présent presque dans toutes les variables sur le graphe en annexe D (figure D.3) qui représente la tendance des variables agricoles. Mais cet effet Guttman semble anormal pour les cas de la culture Vivrière, de la culture de rente et de l’agrumes. Cela est surtout remarquable sur l’alternance entre la qualification “ Moyenne ” et “ Bonne ”. Cette alternance peut être due aux erreurs causées par la nuance entre les mots “ Bonne ” et “ Moyenne ” et dont le sens dépend de l’analyste qui a analysé et traité le document du CSA. Pour éviter cela, nous allons fusionner les modalités qui sont qualifiées “ Bonne ” et celles qui sont qualifiées “ Moyenne ” en une seule modalité qualifiée “ Bonne ” tout simplement. La conséquence de cela donne la représentation graphique 2.3 :

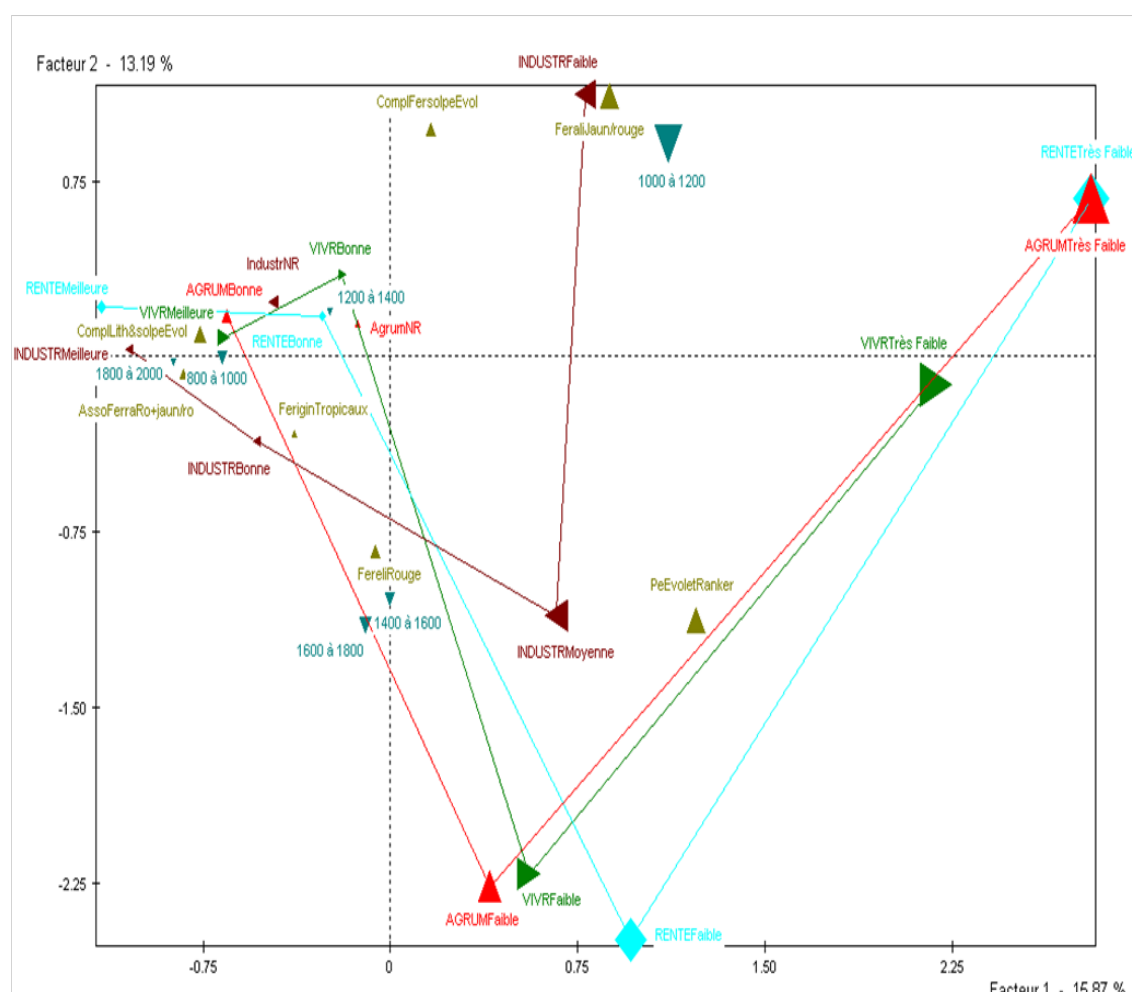


FIGURE 2.3 – Représentation graphique des tendances des variables après la fusion des modalités

2.8.2 Interprétation :

Les deux premiers axes factoriels représentent les 29,06% de l'inertie totale du nuage dont le premier axe factoriel représente les 15,87% qui oppose généralement les variables qui ont des modalités qualifiées " Meilleur " et ceux dont les modalités sont qualifiées " Très Faible ". Par contre, le deuxième axe factoriel représente les 13,19% de l'inertie oppose les variables dont les modalités sont présentées comme " Bonne " et ceux dont ces modalités sont désignées " Faible ". Par ailleurs, les sols de type " Complexe lithosol et sol peu évolué " et " Complexe sol ferrugineux tropicaux et peu évolué " se concentrent particulièrement dans les parties où les précipitations sont moyennes (entre 1000 à 1400 mm/an) et dont les cultures sont généralement " Bonne " ou parfois " Meilleure ". De plus, pour les sols de types " Ferralitique rouge " et " Association Ferralitique rouge+jaune/rouge " qui se localisent notamment dans les zones à précipitations fortes (entre 1800 à 2000 mm/an) et dont l'agriculture est généralement " Meilleure " ou parfois " Bonne ". Cela nous permet donc d'affirmer la fertilité de ces trois types de sols. Cette situation s'oppose particulièrement à celle du sol de type " Ferralitique jaune/rouge " qui se trouve généralement sur la partie où les précipitations sont faibles (entre 1000 à 1200 mm/an). L'agriculture est surtout " Très Faible " dans cette zone. . Ce dernier est donc un sol presque stérile pour l'agriculture. En outre, le type du sol " peu évolué et ranker " se trouve notamment dans la zone où la pluviométrie est assez forte (entre 1400 à 1600 mm/an) mais l'agriculture est généralement " Faible " sauf pour la culture industrielle et de même pour le type du sol " ferralitique rouge " qui a une pluviométrie forte mais la vocation agricole reste en générale

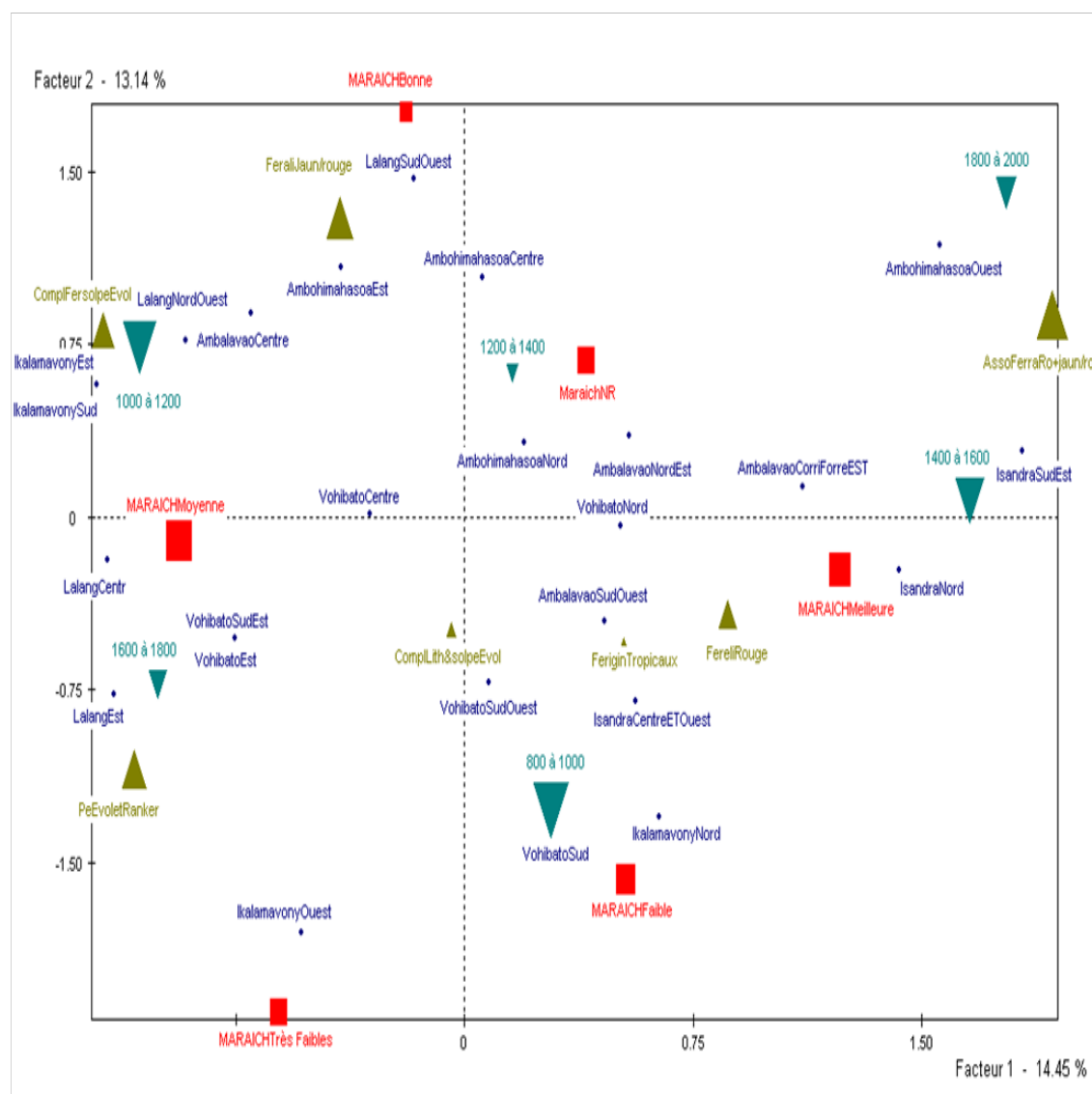


FIGURE 2.5 – Représentation graphique de tendances des variables Maraichère

2.8.5 Interprétation :

Les deux axes factoriels représentent 27,59% de l'inertie totale. Le premier axe est marqué par l'opposition entre les modalités pluviométriques " 1800 à 2000 " et celui de " 1000 à 1200 ". En outre, l'opposition entre les modalités Complexe sol ferrugineux tropicaux et peu évolué et celle d'association ferralitique rouge+jaune/rouge. Concernant la tendance, la culture maraîchère est surtout meilleure dans les sols de types association ferralitique rouge+jaune/rouge et dont la pluviométrie est très élevée (de 1400 à 2000mm) et on la trouve notamment au Nord et aussi dans le Sud Est d'Isandra, à l'Ouest d'Ambohimahasoa et dans le Corridor forestier Est d'Ambalavao. Ensuite, elle est bonne dans le sol de types ferralitique jaune/rouge et complexe ferrugineux tropicaux et peu évolué et dont la pluviométrie est autour de la moyenne (1000 à 1400 mm). Il s'agit du Nord et le Centre du district d'Ambohimahasoa ; le Nord, le Centre et Sud-ouest du district de Vohibato. Ensuite, le Nord-est et le Sud-ouest du district d'Ambalavao et enfin, à l'Est du district de Lalangina. Généralement, les sols ferralitiques jaune/rouge et l'association ferralitique rouge+jaune/rouge sont médiocres. Ces résultats sont donc dus à l'emploi des techniques agricoles efficaces et/ou des engrais massifs. Par ailleurs, cette culture est moyenne dans la zone où les précipitations sont autour de la moyenne (supérieure à 1000 mm) et dont les sols sont de type complexe ferrugineux tropicaux et peu évolué et aussi le sol

peu évolué et ranker. Cela concerne surtout l'Est du district d'Ambohimahaso, le Centre du district d'Ambalavao, ensuite, l'Ouest et le Centre du district de Lalangina, le Sud et l'Est du district d'Ikalamavony. Et enfin, l'Est du district de Vohibato. Par contre, elle est faible voire même très faible dans la partie où les précipitations sont faibles (de 800 à 1000 mm) et dont la pédologie est la ferrallitique rouge. Cette partie s'agit particulièrement du Nord et l'Ouest d'Ikalamavony et le Sud du Vohibato. De même, pour la pluviométrie "1200 à 1400" et le sol complexe lithosol et sol peu évolué qui s'approchent du centre d'inertie.

Nous allons ensuite analyser la répartition de chaque type d'élevage suivant les parties découpées au sein de chaque district. Cette analyse a pour but d'étudier la corrélation qui existe entre chaque filière. Pour cela nous allons faire le même procédé que précédemment.

2.9 Analyse des zones favorables à l'élevage

Dans cette partie nous allons étudier la répartition de l'élevage et la tendance qui existe entre chaque type considéré dans toutes les zones.

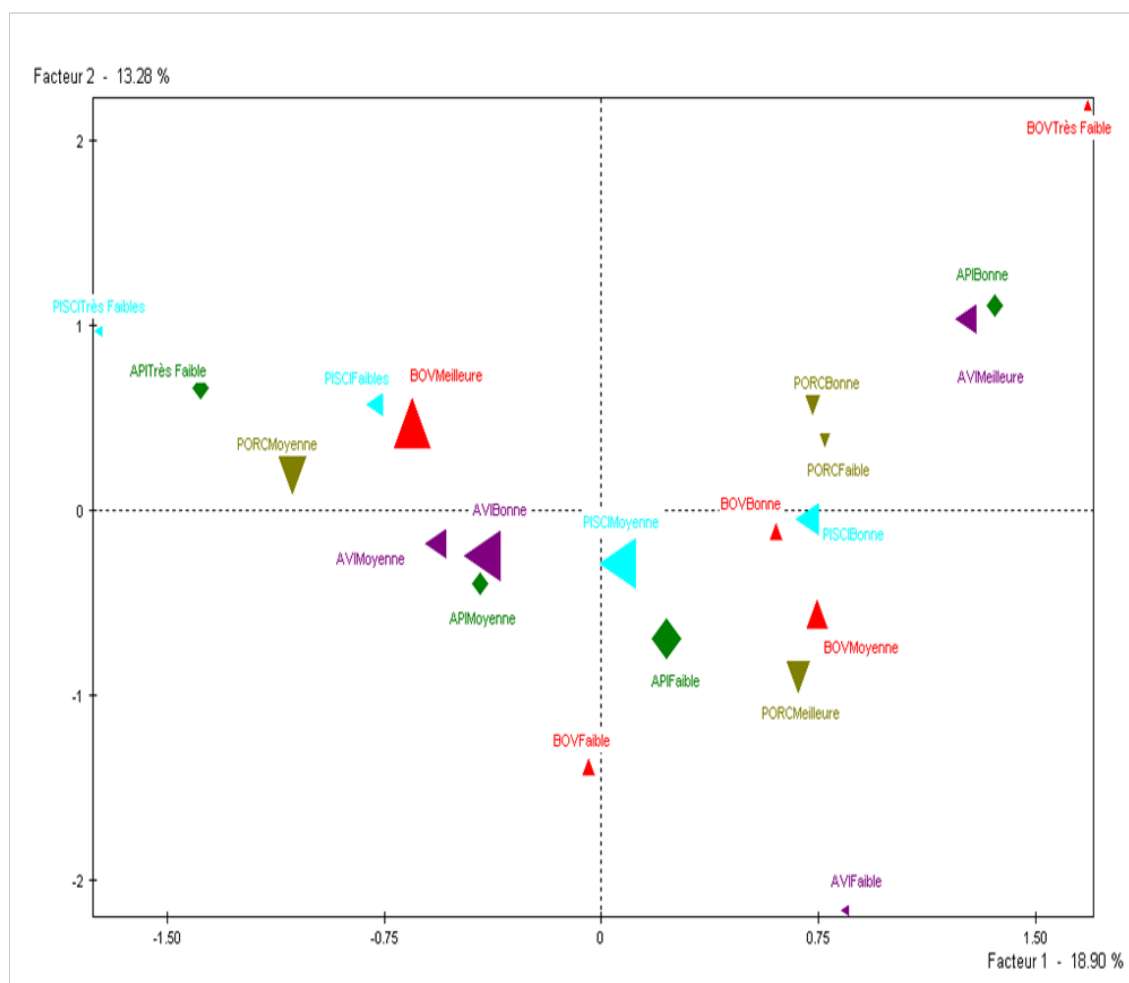


FIGURE 2.6 – Représentation graphique des tendances des variables élevages

2.9.1 Interprétation

Les deux axes factoriels représentent 33,02% de l'inertie totale dont 19,32% pour le premier et 13,70% pour le deuxième. Remarquons ensuite le rapprochement entre la modalité " Porc Bonne " et celle de la modalité " Porc Faible " alors que cela semble impossible dans la réalité. Cela est donc dû à la pertinence provoquée par la représentation simultanée entre l'élevage

hors sol c'est-à-dire l'élevage qui vit indépendamment du sol comme l'apiculture, la pisciculture et celle de l'aviculture et celle de l'élevage dont la possession de plusieurs bêtes marque une richesse pour le malagasy et particulièrement la population rurale de la Région Haute Matsiatra. Cela concerne notamment les élevages bovin et porcin. Il sera donc intéressant de séparer ces deux types d'élevages plus loin pour connaître la tendance réelle des variables qui existe entre l'élevage.

Nous allons maintenant analyser la tendance entre l'élevage bovin et celui de l'élevage porcin. Pour cela, nous allons fusionner la modalité " Bovin faible " et " Bovin moyenne " pour enlever la pertinence provoquée par la mauvaise interprétation entre ces deux mots qui entraîne la représentation anormale des variables. La preuve graphique qui conduit cette fusion sera disponible à l'annexe D D.4.

2.9.2 L'élevage bovin et porcin

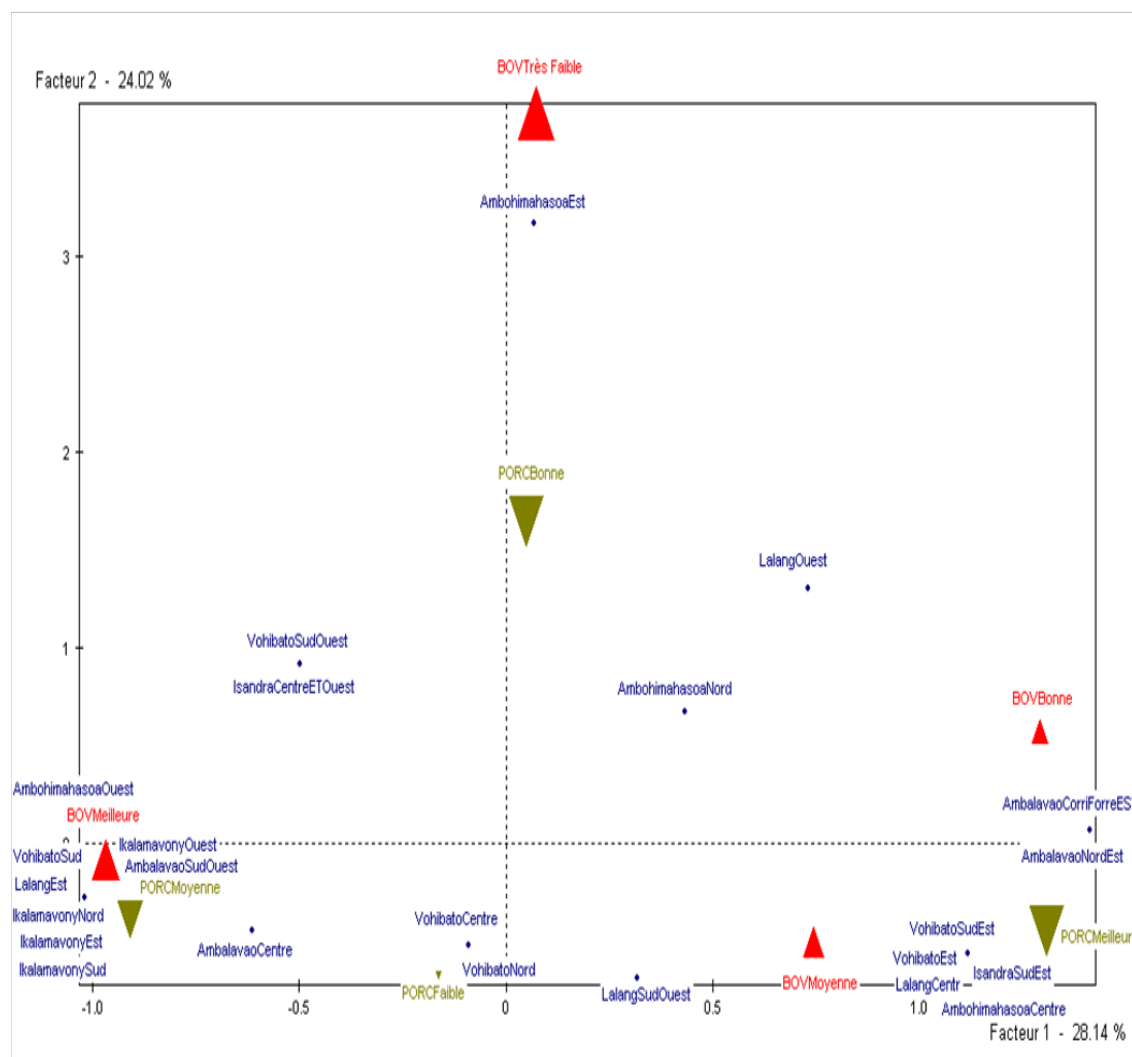


FIGURE 2.7 – Représentation graphique de la tendance des variables porcines et bovines

Interprétation de la tendance des variables

Les deux axes factoriels représentent les 44,07% de l'inertie totale dont 24% pour le premier et 20,07% pour le deuxième. Remarquons que les modalités s'éparpillent anormalement malgré la fusion effectuée et notamment sur les modalités de la variable bovin. Cela est donc dû à l'existence de l'élevage massif de bovins dans la Région Haute Matsiatra et aussi sur le fait que

les variables qualitatives dépendent particulièrement de l'avis de l'analyste qui effectue l'analyse. De ce fait, la qualification de l'élevage bovin comme meilleur ou bonne peut être erronée d'où la pertinence sur la représentation.

De plus, la tendance entre ces les modalités est apercevable. Tout d'abord, l'élevage bovin est meilleur surtout à l'Ouest et au Sud de la Région tandis que l'élevage porcin est moyen. Ensuite, cet élevage bovin est bon dans le Sud-est de la Région et dont l'élevage porcin est meilleur. Cet élevage reste meilleur dans le moyen Est de la Région mais l'élevage bovin est moyen. Enfin, cet élevage porcin est bon dans la partie Nord de la Région et particulièrement l'Est du district d'Ambohimahasoà et dont l'élevage bovin est très faible.

Nous allons ensuite, analyser l'élevage hors sol qui concerne notamment l'aviculture, l'apiculture et la pisciculture.

2.9.3 *Aviculture, pisciculture, apiculture*

Dans cette partie nous allons encore fusionner les modalités qualifiées moyennes et celles qui sont qualifiées faibles. L'idée de cela est d'améliorer la qualité de la représentation en fusionnant les mots qualificatifs qui ont un sens voisins mais nuancés. La qualification d'un tel type d'élevage dépend donc de la clarté du mot qualificatif.

La représentation graphique qui a provoqué cette fusion sera représentée en annexe D D.5.

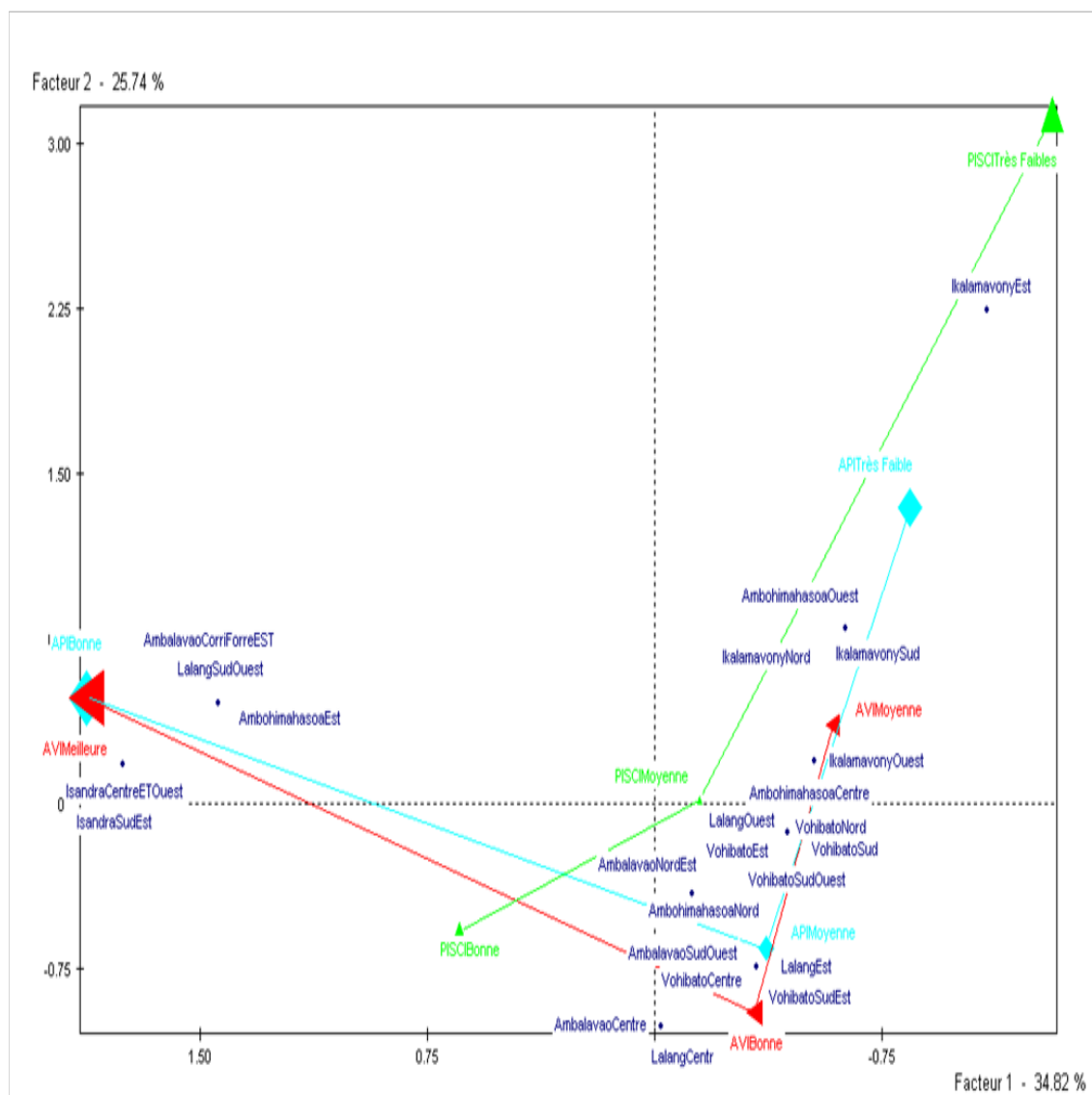


FIGURE 2.8 – Représentation graphique de la tendance des variables hors sols

Interprétation

Les deux axes factoriels représentent les 60,74% de l'inertie totale dont 34,82% pour le premier qui oppose les modalités bonnes ou meilleures et les modalités très faibles. Le deuxième axe factoriel représente les 25,74% de l'inertie. La qualité de représentation est donc bonne pour ce pourcentage d'inertie pour l'AFCM. L'effet Guttman est assez remarquable dans ce graphe. De ce fait, on peut apercevoir les tendances entre les modalités de chaque variable. Ces tendances sont aviculture meilleure, apiculture bonne et pisciculture bonne puis aviculture bonne, apiculture et pisciculture moyennes et enfin aviculture moyenne, apiculture et pisciculture très faibles. En plus, la modalité pisciculture moyenne se rapproche du centre d'inertie et sa contribution est faible. Elle est donc un point moyen et n'a pas d'effet sur notre analyse.

En outre, les élevages hors sol sont surtout meilleurs ou parfois bons dans le centre, le Sud-est et l'Ouest du District d'Isandra, dans le corridor forestier Est d'Ambalavao, dans le Sud-ouest de Lalangina et l'Est d'Ambohimahaso. Ensuite, il est généralement moyen ou bon (pour l'aviculture) presque dans toutes les zones sauf pour la plupart du District d'Ikalamavony (Nord, Est, Sud) et l'Ouest d'Ambohimahaso qui sont généralement très faibles et dont l'aviculture est moyenne.

2.10 Déduction de la vocation agricole

2.10.1 En utilisant l'AFCM

Nous allons résumer dans le tableau ci-dessous les résultats issus des analyses réalisées précédemment. Il ne s'agit donc pas de reproduire les tableaux ci-dessus mais plutôt de voir d'une autre manière la vocation agricole pour chaque type pédologique et pluviométrique autrement dit, une extrapolation des analyses établies par le CSA obtenus précédemment. On ne prend pas en compte la culture maraîchère pour le tableau ci-après en raison de la non correspondance données par les figures ci-dessus (figure 2.3 et figure 2.5). De plus on retient toujours l'hypothèse telle que la technique agricole utilisée est la même et on obtient donc le tableau 2.7

Micro-zone Climatique	Unité Pédologique	Vocation agricole
Pluviométrie de 800 à 1000 mm/an augmentant de l'Ouest à l'Est	Complexe lithosol et sols peu évolués	Les cultures Vivrière, Industrielle et de Rente sont meilleures et l'Agrume est bonne
	Sols ferrugineux tropicaux	Les cultures Vivrière et de Rente sont meilleures et l'Agrume et la culture Industrielle sont bons
Pluviométrie entre 1000 à 1200 mm par an augmentant de l'Ouest à l'Est	Ferralitiques jaunes/rouges	Les cultures vivrière, de rente et d'agrume sont très faibles et la culture industrielle est faible
	Sols peu évolués et ranker	Les cultures vivrière, de rentes et d'agrume sont faibles mais la culture industrielle est moyenne
Pluviométrie entre 1000 à 1400 mm/an augmentant de l'Ouest à l'Est	Complexe sols ferrugineux tropicaux et peu évolués	Les cultures vivrière, de rente et d'agrume sont bons et la culture industrielle est meilleure
	Sols faiblement ferralitiques	Les cultures vivrière, de rente et d'agrume sont bons et la culture industrielle est meilleure
Pluviométrie de 1200 à 1800 mm/an augmentant de l'Ouest à l'Est	Ferralitique rouge	Les cultures vivrière, de rente et d'agrume sont faibles mais la culture industrielle est moyenne
Pluviométrie de 1800 à 2000 mm/an augmentant de l'Ouest à l'Est	Association ferralitique rouge+jaune/rouge	Les cultures Vivrière, Industrielle et de Rente sont meilleures et l'Agrume est bonne

TABLE 2.7 – Tableau de vocation agricole

2.10.2 Application de la règle d'association

Dans cette partie, nous allons encore utiliser comme données sources les tableaux des six Districts ci-dessus mais on utilise la règle d'association afin de connaître la vocation agricole et de confirmer le résultat du tableau 2.7 tout en tenant compte de modifications réalisées sur les données comme la fusion de mots qui ont un sens voisin.

En outre, on définit un seuil de confiance qui est une valeur minimale dont la confiance doit y avoir pour que l'apparition simultanée des items considérés ne puisse pas être simplement due au hasard. Pour cela, on va fixer le support minimum à 4% et la confiance minimale à 75%

En d'autre part, le logiciel STATISTICA ajoute une condition additionnelle pour sélectionner et retenir les règles d'association qui sont fiables. Cela consiste à mesurer la corrélation entre les items et dont cette corrélation est basée sur le support.

Le formule mathématique de cela est présente comme suit :

Soit $\{X, Y\}$ un ensemble d'items fréquents

La corrélation entre ces deux items est de :

$$\text{Cor}(X, Y) = \frac{\text{sup}(X, Y)}{\text{sup}(X)\text{sup}(Y)}$$

De même nous allons définir aussi une corrélation minimale fixée à 50% pour qu'une règle soit retenue.

Une règle est donc retenue si et seulement si :

- ✿ la valeur de son support est supérieure à celle du support minimale qui est 4%,
- ✿ la valeur de sa confiance est supérieure au seuil minimum qui est 75%
- ✿ la valeur de sa corrélation est supérieure à la corrélation minimale 50%

On a donc le tableau 2.8 qui est un extrait du résultat donné par la règle d'association et dont le support, la confiance et la corrélation satisfaites les conditions précédentes.

Condition (Si)	Résultat (Alors)	Support (en%)	Confiance (en%)	Corrélation (en %)
Complexe Lithosol et peu évolué, 800 à 1000	Vivrière, Meilleure, Rente, Meilleure	8	100	100
Vivrière Meilleure, Rente Meilleure, Industrielle Meilleure, Agrume Bonne	Complexe Lithosol et peu évolué, 800 à 1000	4	100	70,7107
Ferrugineux Tropicaux, 800 à 1000	Rente Bonne, Vivrière Meilleure, Agrume NR, Industrielle Moyenne	4	100	100
Rente Bonne, Vivrière Meilleure, Agrume NR, Industrielle Moyenne	Ferrugineux Tropicaux, 800 à 1000	4	100	100
Ferralitique jaune/Rouge, 1000 à 1200	Industrielle Faible	8	100	63,2456
Vivrière Très Faible, Rente Très Faible, Industrielle Faible, Agrume Très Faible	Ferralitique jaune/Rouge, 1000 à 1200	4	100	70,7107
Sols Peu évolués et Ranker, 1000 à 1200	Industrielle Moyenne, Vivrière Très Faible, Rente Très Faible, Agrume Très Faible	4	100	100
Industrielle Moyenne, Vivrière très Faible, Rente Très Faible, Agrume Très Faible	Sols Peu évolués et Ranker, 1000 à 1200	4	100	100
Complexe sols ferrugineux tropicaux et peu évolué, 1000 à 1200	Vivrière Bonne, Rente Bonne, Industrielle NR, Agrume NR	4	100	50
Faiblement ferralitique, 1000 à 1200	Vivrière Bonne, Rente Bonne, Industrielle NR, Agrume NR	4	100	50
Ferralitique rouge, 800 à 1000	Rente Bonne, Industrielle NR	8	100	50
Ferralitique rouge, 1200 à 1400	Rente Bonne, Agrume NR, Vivrière Faible, Industrielle Moyenne	4	100	100
Rente Bonne, Vivrière Meilleure, Agrume Bonne, Industrielle NR	Ferralitique rouge, 800 à 1000	4	100	70,7107
Rente Bonne, Agrume NR, Vivrière Faible, Industrielle Moyenne	Ferralitique rouge, 1200 à 1400	4	100	100
Association Ferralitique Rouge+jaune/Rouge, 1800et+	Rente Bonne, Industrielle Bonne, Vivrière Meilleure, Agrume NR	4	100	100
Rente Bonne, Industrielle Bonne, Vivrière Meilleure, Agrume NR	Association Ferralitique Rouge+jaune/Rouge, 1800et+	4	100	100

TABLE 2.8 – Tableau de la vocation agricole par la règle d'association

Interprétation

Remarquons que le nombre d'items augmente au fur et à mesure que le support diminue. Cela est due à la fixation du support minimum (4% pour le présent cas) pour la fiabilité de la règle. On peut voir cela pour le cas des sols Complexes Lithosols et peu évolués avec une pluviométrie varie entre 800 à 1000 mm/an et aussi sur les sols Ferralitiques rouges avec des précipitations entre 1200 à 1400 mm/an. Ensuite, la permutation entre la condition et le résultat entraine parfois de changement sur la diminution du nombre d'items qui est aussi due à la fixation du support minimum et dans le cas où le support des ensembles est déjà minimum cette modification est moins apercevable. Remarquons aussi que la la plupart du support est égale à 4%. Cela signifie que la probabilité pour qu'un ensemble d'items soit présent simultanément est de 4%. Cette valeur est assez petite et donc la réalisation de l'événement est peu probable. Mais observons que les valeurs de confiance et corrélation sont assez élevées. Les règles d'association obtenues sont assez bonne.

D'autre part, les résultats obtenus par l'application de cette règle sont assez similaires aux resultats faites par l'AFCM. Cela nous affirme la fiabilité de ces résultats. Et de plus, certaines règles sont obtenues grâce à l'accomplissement de condition nécessaire et suffisante c'est-à-dire la condition si (condition1) alors (résultat1) et réciproquement si (résultat1) alors (condition1).

Modélisation du Système d'Information et réalisation

3.1 Introduction

Le Système d'Information est un terme prolixe et inséparable avec le SIG ou Système d'Information Géographique. La conception d'un système d'information n'est pas évidente car il faut réfléchir à l'ensemble de l'organisation que l'on doit mettre en place. La phase de conception nécessite des méthodes permettant de mettre en place un modèle sur lequel on peut s'appuyer. La modélisation consiste à créer une représentation virtuelle d'une réalité de façon à faire ressortir les points auxquels on s'intéresse. Ce type de méthode est appelé analyse. Il existe plusieurs méthodes d'analyse, la méthode la plus utilisée en France étant la méthode MERISE.

Le but de cette méthode est d'arriver à concevoir un système d'information. La méthode MERISE est basée sur la séparation des données et des traitements à effectuer en plusieurs modèles conceptuels et physiques. La séparation des données et des traitements assure une longévité au modèle. En effet, l'agencement des données n'a pas à être souvent remanié, tandis que les traitements le sont plus fréquemment.

Comme dans toutes les règles de la conception des données, certaines règles de la MERISE sont adaptées par le SIG pour concevoir les données géographiques afin d'avoir un thème (ce terme est utilisé par SIG pour désigner le thème en merise). Ces règles se présentent comme suit :

1. ***Première forme normale (1 FN) :***

Un Schéma conceptuel de données (SCD) est en 1FN si toutes les dépendances entre les propriétés sont fonctionnelles et si toutes les propriétés sont atomiques.

2. ***Deuxième forme normale (2 FN) :***

Un SCD est en 2 FN s'il est en 1 FN et si toutes les dépendances fonctionnelles entre les propriétés sont élémentaires

3. ***Troisième forme normale (3 FN) :***

Un SCD est en 3 FN s'il est en 2 FN et si les dépendances fonctionnelles entre toutes les propriétés sont élémentaires et directes

Remarque

La dépendance fonctionnelle est un outil qui permet de lier les propriétés entre elles à travers des valeurs qu'elles peuvent prendre

- ✚ On dit que C est en dépendance fonctionnelle élémentaire avec A et B si et seulement si C est en dépendance fonctionnelle avec A et B et s'il n'existe pas C est en dépendance fonctionnelle avec A unique et/ou C en dépendance fonctionnelle avec B unique
- ✚ On dit que C est en DF élémentaire et directe avec A si et seulement si C est en dépendance fonctionnelle élémentaire et directe avec A et s'il n'existe pas C en dépendance élémentaire avec B et B en dépendance fonctionnelle élémentaire avec A

En outre, nous allons utiliser une base de données relationnelle pour englober notre analyse afin de la représenter dans le SIG. Notre but est donc de mettre les propriétés de chaque thème dans une base des données. Autrement dit, nous allons mettre dans une base de données les résultats des analyses réalisées précédemment. Pour ce faire nous allons représenter distinctivement les bases de données concernant le microzonage et celle concernant le zonage.

3.2 Mise en place du MCD

Le MCD permet de représenter dans une base de données relationnelle les analyses faites précédemment. C'est une étape indéniable avant la mise en place du modèle logique de données (MLD). C'est ce dernier qu'on manipule dans la base de données du SIG. Le Schéma Conceptuel de Données (SCD) qui représente le MCD donne la possibilité d'apercevoir clairement la relation qui existe entre chaque thème considéré. Le MCD s'agit donc d'une représentation des données, facilement compréhensible. Cet aspect recouvre les mots qui décrivent le système ainsi que les liens existants entre ces mots. Le formalisme adopté par la méthode Merise pour réaliser cette description est basé sur les concepts "entité-association".

D'autre part, des étapes doivent être respectées pour l'établissement d'un MCD pour le SIG. Tout d'abord, la détermination du domaine d'étude comme nous avons cité dans la partie précédente. Ensuite, l'établissement du dictionnaire de propriétés. Il consiste à recenser toutes les propriétés utilisées pour l'élaboration du MCD. A cette étape, on devra éliminer les polysèmes, les synonymes puisqu'une base de données ne doit pas contenir des redondances. L'élaboration des dépendances fonctionnelles vient après cette étape. Enfin, on déduit de cette dépendance fonctionnelle le modèle conceptuel de données.

Dans cette partie nous allons seulement représenter le MCD du zonage et le MCD du micro zonage sera représenté en annexe.

Le SCD du zonage est représenté par la figure ci-dessous. Il consiste à représenter les analyses et présentations qui ont été fait sur le chapitre 1 de la troisième partie.

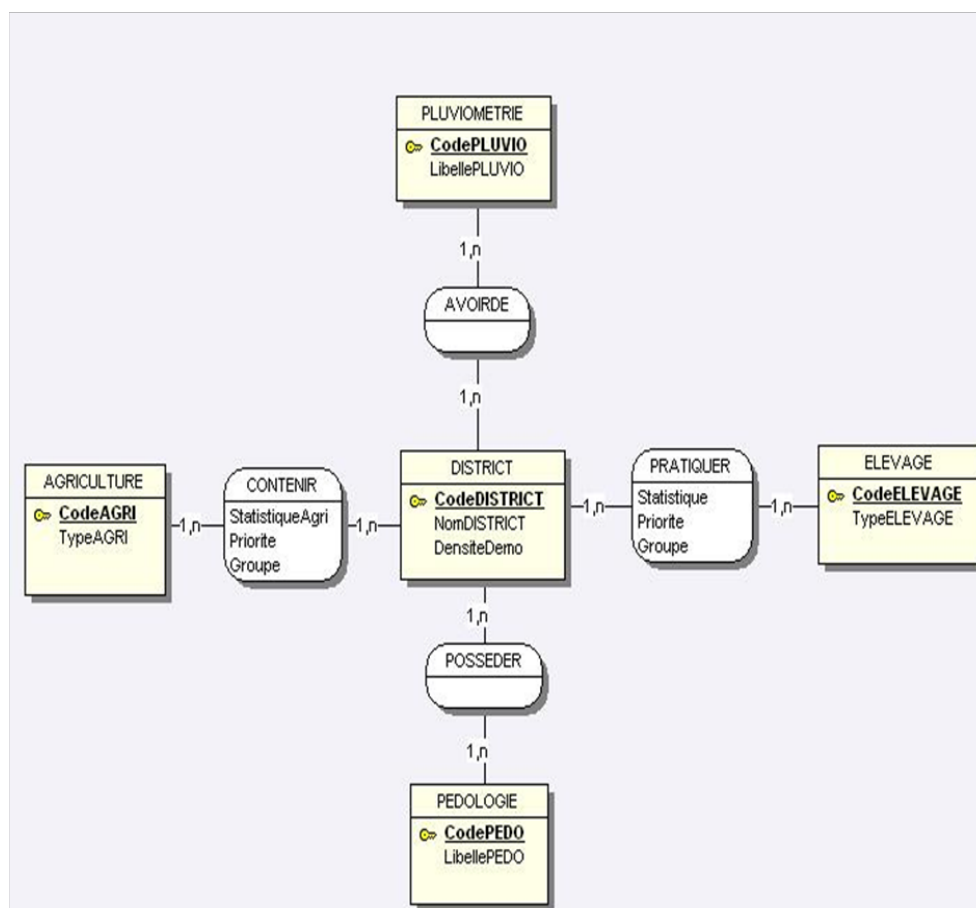


FIGURE 3.1 – Représentation graphique du MCD du zonage

Explication de la cardinalité

✧ Pour l'agriculture et District :

- (1, n) un district peut contenir un ou plusieurs types agricoles
- (1, n) un type d'agriculture peut se trouver dans un ou plusieurs districts

✧ Pour l'élevage et District :

- (1, n) un district peut pratiquer un ou plusieurs types d'élevage
- (1, n) un type d'élevage peut être localisé dans un ou plusieurs districts

✧ Pour la pluviométrie et District :

- (1, n) un district peut avoir une ou plusieurs précipitations (pluviométrie) dans une année
- (1, n) un volume pluviométrique peut se trouver dans un ou plusieurs districts

✧ Pour la pédologie et District :

- (1, n) un district peut posséder un ou plusieurs types de sols (pédologie)
- (1, n) un type de sol (pédologie) peut exister au moins dans un ou plusieurs districts

3.3 L'élaboration du MLD

La description conceptuelle a permis de représenter le plus fidèlement possible les réalités de l'univers à informatiser. Mais cette représentation ne peut pas être directement manipulée et acceptée par un système informatique. Il est donc nécessaire de passer du niveau conceptuel à un second niveau plus proche des capacités des systèmes informatiques. Ce niveau, appelé niveau logique, consiste à choisir l'un des trois modèles suivants :

- ★ modèle hiérarchique (années 80),
- ★ modèle réseau,
- ★ ou modèle relationnel

Chacun de ces modèles repose sur des techniques d'organisation des données particulières que des logiciels seront capables de gérer [13]. On utilise le modèle relationnel pour la mise en place du SIG. Le MLD est une description des données qui tient compte de leurs conditions d'utilisation par traitement. L'établissement de ce dernier doit prendre compte de la limite de logiciel qui le manipule. Le logiciel MapInfo par exemple est destiné pour une base de données de taille restreinte.

Le MLD du microzonage est représenté par la figure 3.2. Ce MLD englobe et modélise l'analyse faite en chapitre 2 de la troisième partie.

Note : le MLD du zonage est représenté à l'annexe de ce présent livre.

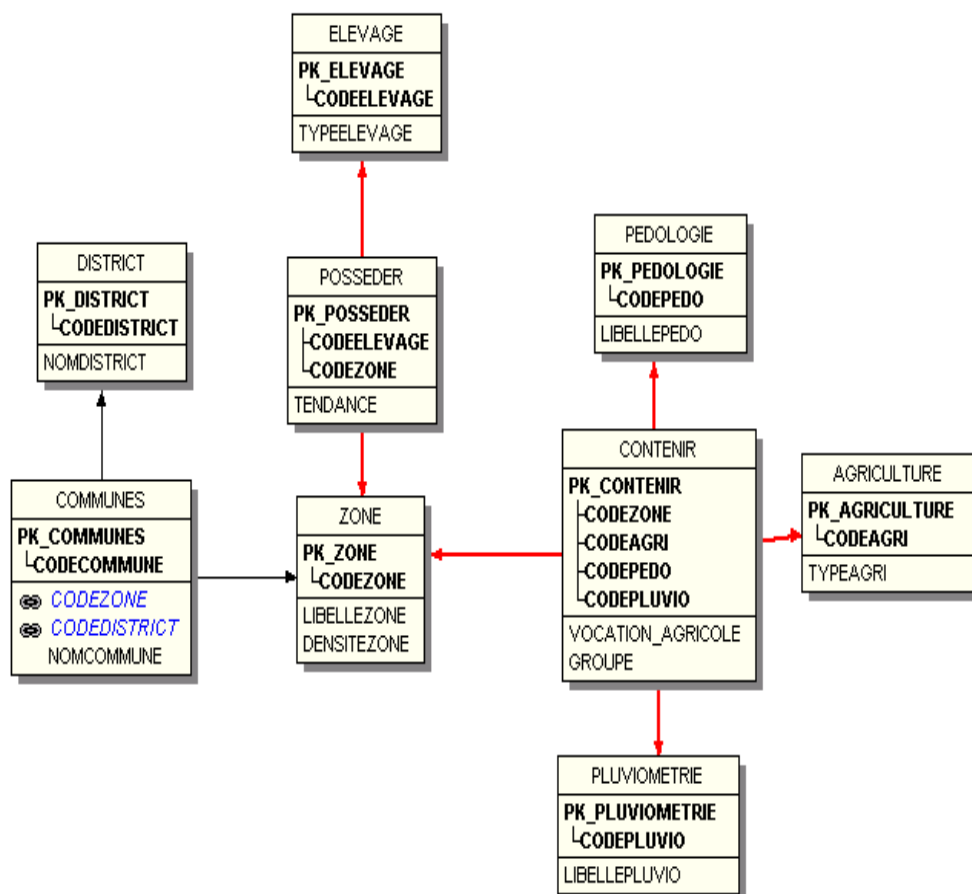


FIGURE 3.2 – Représentation graphique du MLD du microzonage

3.4 Application sur le logiciel SIG

Nous allons maintenant implémenter ce modèle logique de données sur un logiciel SIG. Pour cela, nous utiliserons le logiciel MapInfo qui est assez professionnel pour la manipulation des cartes et de plus, il est facile à manipuler.

Pour MapInfo, chaque carte est représentée sous forme de table et une table est constituée de plusieurs fichiers liés entre eux [14] :

- * .TAB : décrit la structure de la table MapInfo. C'est lui qui est appelé par le menu "ouverture table" et qui se charge de lister l'ensemble des fichiers nécessaires à son ouverture. C'est un répertoire d'adresses ;

- * .DAT : contient les données tabulaires/attributaires. Il peut être remplacé par importation : par des fichiers Excel (*.xls), Dbase (*.dbf), Access (*.mdb), ... ;
- * .MAP : C'est le fichier qui décrit les objets graphiques (nature, localisation ...)
- * .ID : C'est le fichier de références croisées entre les données tabulaires/attributaires et les objets cartographiques ;
- * .IND : C'est un fichier d'index qui permet d'accélérer les requêtes sur la table ;
- * .BMP, *.TIF, etc. : Les données tabulaires peuvent être remplacées par des images raster.
- * .WOR : C'est le fichier qui enregistre l'espace de travail c'est à dire toutes les tables et leurs fichiers ouverts ainsi que l'ensemble des couches temporaires (requêtes, dessins, étiquettes).

3.4.1 Application pour le Zonage

Cette partie consiste à représenter sur la carte de la Région Haute Matsiatra les analyses réalisées précédemment. Pour cela, on utilise le MLD du zonage. MapInfo offre la possibilité de voir simultanément une ou plusieurs cartes et la tqble contenant l'information de ces cartes.

La figure 3.3 représente l'association CONTENIR sur le MCD du zonage précédent. Elle est représentée sous forme d'un fichier .TAB car elle devient une table sur le MLD. La partie sélectionnée est colorée en rouge et l'information correspondante est la ligne cochée.

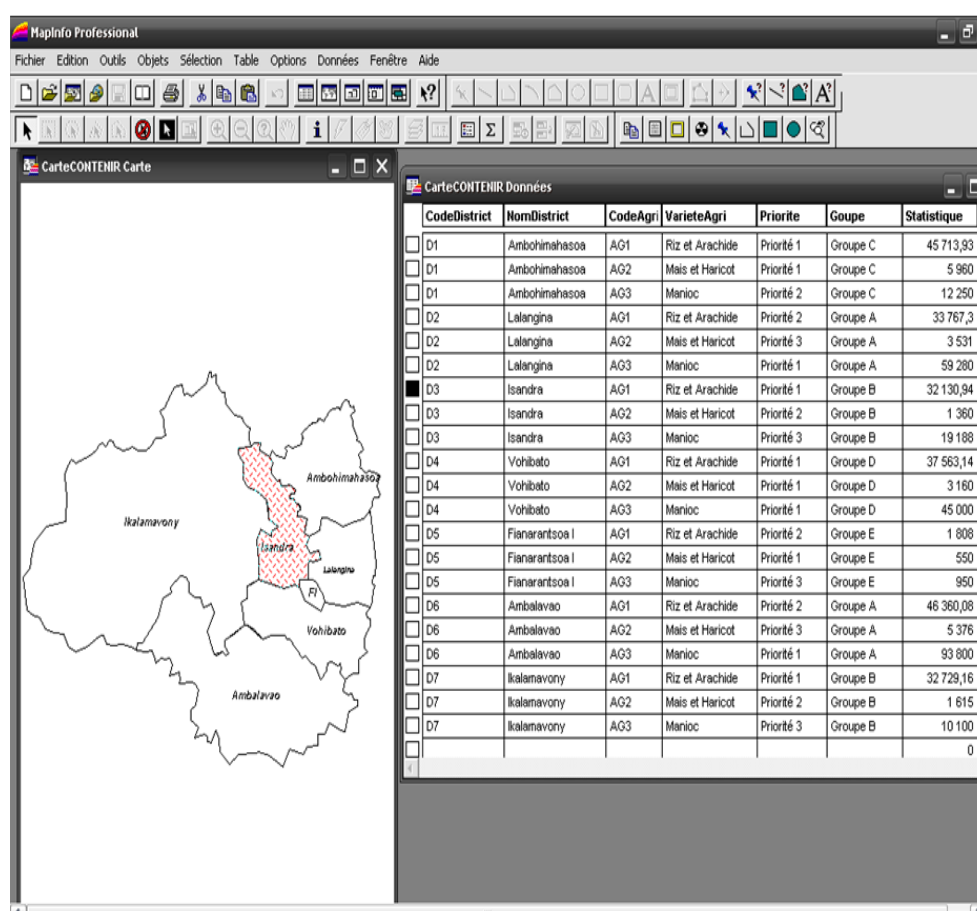


FIGURE 3.3 – Application pour le table CONTENIR du zonage

De même, on peut voir sur la carte chaque District et les variations pluviométriques existant dans ce District grâce à l'association AVOIR DE et se représente comme suit sur l'application.

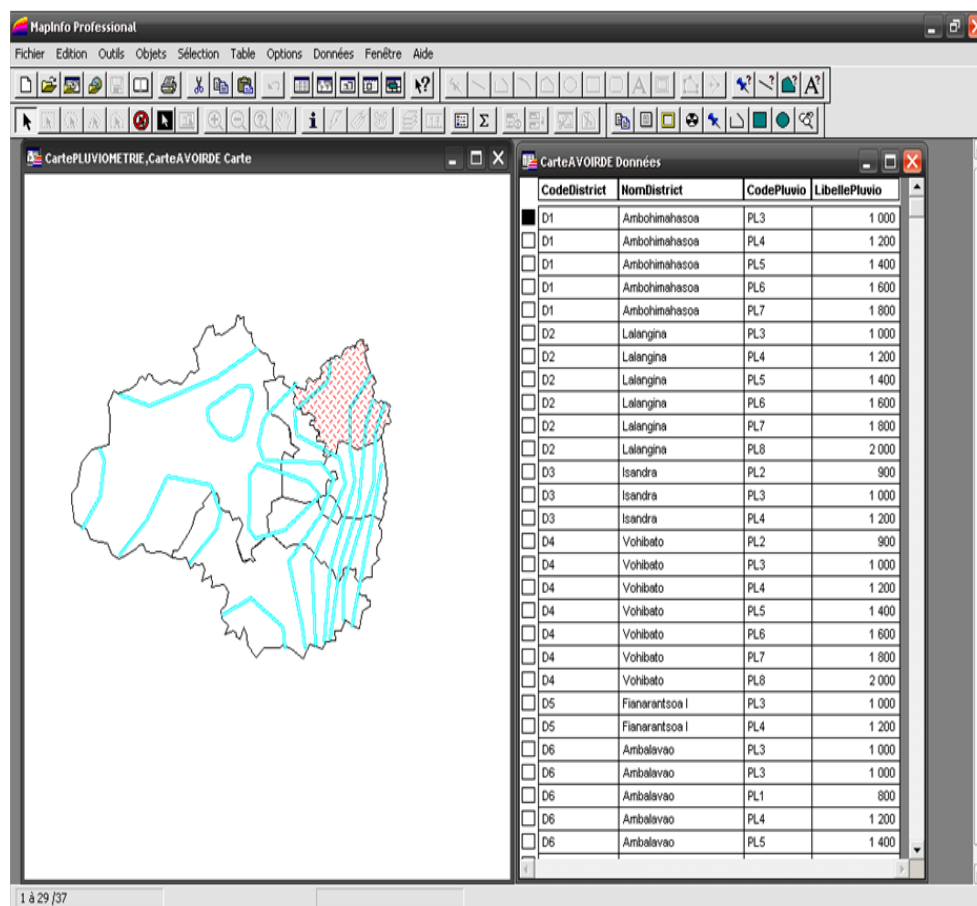


FIGURE 3.4 – Application sur la pluviometrie du zonage

3.4.2 Application sur le Microzonage

Cela consiste à représenter sur une carte les informations issues de l'analyse faite précédemment. On utilise donc le MLD représenté sur la figure précédente.

La représentation du type de sols pour chaque zone considérée se représente comme suit sur l'application

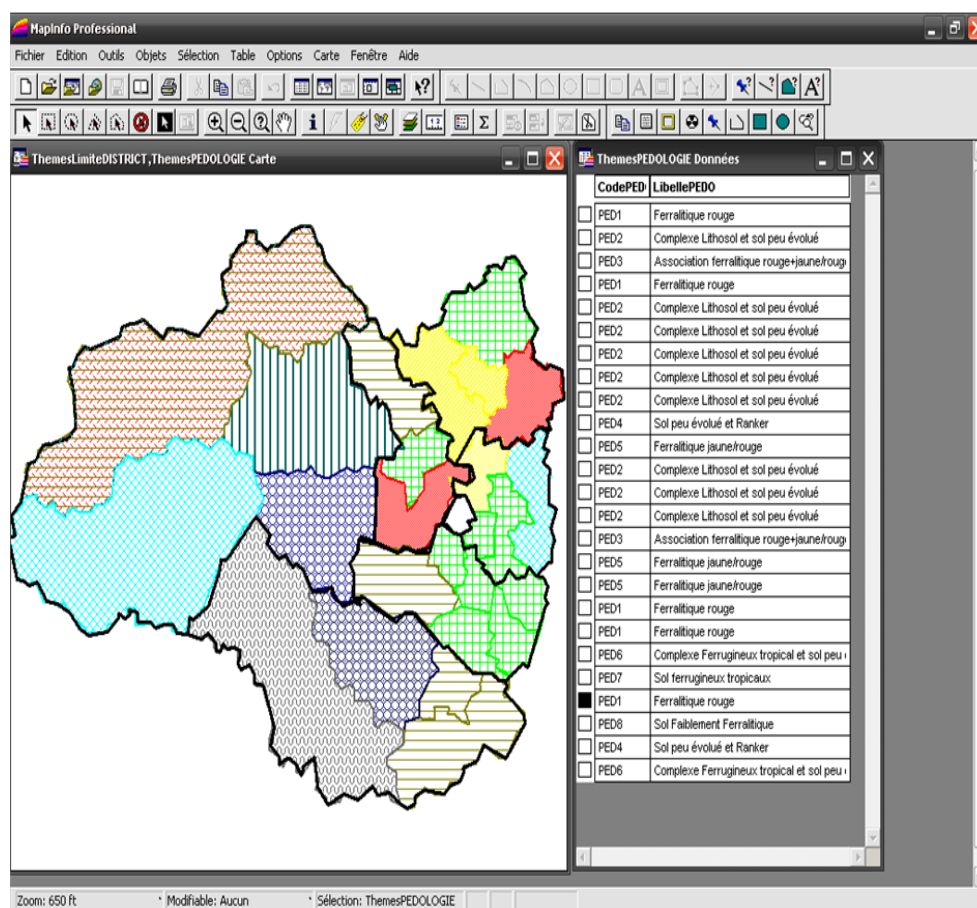


FIGURE 3.5 – Croisement entre la pédologie et le District du microzonage

Chacune des tables qu'on trouve sur chaque MLD se représente sur l'application sous forme de table (fichier de type *.tab) et il suffit de l'ouvrir sur MapInfo pour la consulter et ensuite, cliquer sur la commune ou sur le District concerné(e) pour obtenir les informations voulues.

3.5 Evaluation des résultats et limites

A l'issue de ce stage, on a pu implanter le SIG qui répond au besoin du FOFIFA dans la mesure où on a établi un moyen informatique qui permet de gérer et de manipuler les informations contenues dans une carte.

Grâce à des analyses faites sur des outils mathématiques, on a mis en évidence les types de cultures et d'élevages ainsi que la répartition démographique au sein de chaque District. En outre, on a pu souligner les vocations agricoles pour un tel type pédologique avec une telle pluviométrie en utilisant l'analyse statistique multi variée. Cette analyse est très utile pour le FOFIFA pour faciliter sa recherche agricole. De même, on a pu dégager la tendance existant entre le type d'élevage.

Par ailleurs, on peut connaître les types cultures et élevages qui sont favorables dans chaque commune d'un District.

Du fait que la plupart des données collectées pour le microzonage est qualitatif, la qualité de l'analyse dépend donc de l'exactitude de la variable qualitative et l'erreur sur la qualification entraîne l'erreur sur l'analyse et sur l'interprétation. De même, l'existence des données manquantes surtout en microzonage a un effet sur la qualité de l'analyse. En bref, la fiabilité des données recueillies pour le microzonage reste une question délicate et le résultat de l'analyse peut en subir les conséquences.

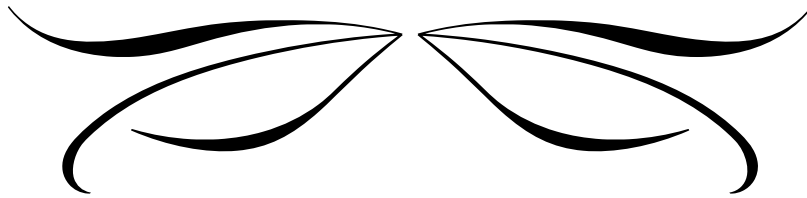
3.6 Suggestions et Perspectives

Dans la mise en œuvre d'un SIG, il est nécessaire de créer une application informatique qui sera capable de gérer et manipuler les enregistrements contenant dans la base de données d'un SIG. Cela a pour but d'éviter la modification ou l'élimination inattendue de certaines informations dans un enregistrement en raison d'une fausse manipulation. Cela améliore également les requêtes pour la manipulation d'une base de données considérable.

En outre, nous proposons l'implantation d'un logiciel spécifique pour le FOFIFA afin de faciliter l'accomplissement de son travail et notamment pour stocker et mettre à jour ses données sur l'élevage, l'agriculture, et sur d'autres facteurs naturels comme la pluviométrie, ...etc. Afin d'automatiser et d'améliorer son système d'information et de plus, pour éviter la manipulation des données non fiables et de faciliter la collecte des données. La mise en place de ce logiciel sera donc un atout pour la progression de la recherche au sein du centre.

En terme de perspective, la tendance et l'orientation actuelle du Système d'information Géographique est la mise en réseau de la base de données relationnelle pour que chaque centre puisse échanger et exploiter les informations issues du SIG en même temps et dans un endroit différent.

Conclusion générale



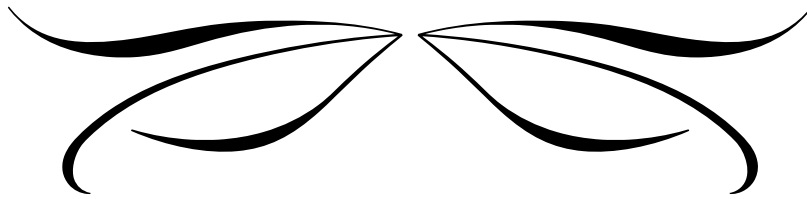
En guise de conclusion, cette étude nous permet de dire que la mise en place du Système d'Information Géographique apporte des informations complémentaires qui seront utiles pour la recherche d'applications au développement rural. En effet, nous avons mis en exergue les activités agricoles et d'élevages ainsi que les différents facteurs naturels qui constituent les facteurs principaux pour l'amélioration de la vie rurale.

L'utilisation des outils statistiques a permis de donner un sens à l'analyse et d'établir la base de données relationnelle qui est l'objet de la mise en place du SIG.

L'emploi de la méthode Merise permet de réaliser et de mettre en œuvre cette base de données relationnelle.

On a pu implanter le SIG qui représente à la fois l'information classique issue d'une carte comme le type de sols existant dans un District et aussi une information supplémentaire qui décrit l'état agronomique de la zone en question. Ce SIG sera donc utile pour la prise de décision dans le cadre de la recherche pour l'amélioration du domaine du secteur primaire et aussi sur le cadre de l'aménagement du territoire

ANNEXES





Démarche de l'analyse factorielle

A.1 Historique

L'analyse factorielle est une méthode statistique centenaire qui a été créée en 1904 par le psychologue anglais Charles Spearman (inventeur également du coefficient de corrélation de rang), dans le but de mesurer l'intelligence. Elle est aujourd'hui surtout utilisée pour dépouiller une enquête. La représentation graphique est nécessaire et permet de voir les rapprochements et les oppositions entre les caractéristiques des individus.

Selon les types d'analyse factorielle :

- ⇒ les entrées sont : l'espace, les points, les masses affectées aux points, la métrique.
- ⇒ les sorties sont : les axes d'inertie, les coordonnées sur ces axes, diverses indications d'aide à l'interprétation.

Remarque

Selon la méthode utilisée on considère une Analyse Factorielle de Correspondance (AFC), une Analyse en Composantes Principales (ACP) ou une Analyse Factorielle Discriminante (AFD) seules les entrées varient.

Toutes sortes d'analyse factorielle nécessitent les étapes suivantes :

Soit un espace vectoriel \mathbb{R}^k où se situe un nuage de N points muni chacun d'une masse. On doit donc

- ✍ définir une métrique,
- ✍ calculer l'inertie totale de ce nuage de points,
- ✍ déterminer ses axes d'inertie,
- ✍ repérer les points dans la base formée par les axes d'inertie

A.2 Recherche de la matrice d'inertie d'un nuage des points

A.2.1 Définition

Etant donné un espace vectoriel \mathbb{R}^k où se trouvent les N points X^i munis d'une masse m_i et repérés par ces coordonnées $(x_{ij}, i=1, \dots, N \text{ et } j=1, \dots, K)$. Ces points sont donc appelés nuages des points et on les note $N(I)$.

Soit un espace muni de la métrique euclidienne canonique ou normée.

✚ On appelle inertie de $N(I)$ par rapport au point P l'expression :

$$I = \sum_{i=1}^N m_i \|X^i - P\|^2$$

Où P est de coordonnées (0,0) en pratique c'est-à-dire dans l'origine ou sur le centre de gravité du nuage N(I). Chaque direction de \mathbb{R}^k peut être repérée par un vecteur unitaire U de coordonnées u_j .

- ✦ On définit l'inertie par rapport au point P expliquée par la direction U l'inertie des points Z^i projection orthogonale des X^i sous le vecteur U passant par P, si l'on associe à chaque Z^i la masse m_i par : $I_n(U) = \sum_i ||Z^i - P||^2$

Si P est à l'origine c'est-à-dire P (0,..., 0) on a :

$$I_n(U) = \sum_{i=1}^N m_i ||Z^i||^2$$

Avec $||Z^i||^2 = [(X^i)'U]^2$ et comme $X^i'U = \sum_{ij} x_{ij}'u_j$,

Alors $||Z^i||^2 = \sum_{ij} x_{ij}'u_j u_j$,

Soit XX' la matrice carrée (K, K) de terme générale $\sum_{ij} x_{ij}x_{ij}'$, on peut donc écrire :

$$(X^i'U)^2 = U'X'UX = U'(\sum_i X^i X^i')U = U'VU = I_n$$

où V est une matrice carrée (K, K) de terme $u_{ij}' = \sum_j x_{ij}x_{ij}'$,

Si on pose B la matrice N lignes et K colonnes de terme $b_{ij} = x_{ij}\sqrt{m_i}$, on obtient $V = BB'$ donc V est une matrice symétrique. En effet elle est diagonalisable et ayant une valeur propre réelle.

Soit λ_i ($i=1, \dots, K$) les valeurs propres de V. En Classant ces valeurs propres par ordre décroissant on a $\lambda_1 > \lambda_2 > \dots > \lambda_K$ donc toutes les valeurs propres de la matrice d'inertie est positive ou nulle. En effet

$\text{In}(U_\alpha) = U_\alpha' V U_\alpha = \lambda_\alpha U_\alpha^2 = \lambda_\alpha$ et par construction, la valeur propre de la matrice d'inertie ne peut être négative. De ce fait l'inertie expliquée par le vecteur propre U_α est associée à la valeur propre λ_α .

A.3 Recherche du premier axe factoriel

Cet axe est le vecteur qui maximise l'expression $\text{In}(U) = U'VU$ sous la contrainte $U'U = 1$. Pour cela on utilise la méthode de Lagrange : $L = U'VU - \lambda(U'U - 1)$ qui est maximum si

$$\frac{dL}{dU} = 0 \text{ implique } 2(VU - \lambda U) = 0 \text{ et donc } VU = \lambda U$$

Le premier axe factoriel est donc le vecteur propre de V associé à la plus grande valeur propre et l'inertie expliquée par les axes est donnée par $\sum_i \lambda_i$

A.4 Recherche de sous espace expliquant la plus grande inertie

Etant donné p vecteurs U^1, U^2, \dots, U^p avec $p < K$. L'inertie expliquée par ces p vecteurs et

$$I_n(U^1, \dots, U^p) = \sum_{i=1}^N ||Z^i||^2 \text{ la projection de } X_i$$

$$||Z^i||^2 = \sum_{r=1}^p (X^i U^r)^2$$

$$\text{In}(U^1, \dots, U^p) = \sum_{i=1}^N m_i \sum_{r=1}^p (X_i U_r)^2 = \sum_{r=1}^p U^r' V U^r$$

Comme dans le cas de deux facteurs, le problème revient donc à chercher les vecteurs qui maximisent $\text{In}(U^1, \dots, U^p)$ sous la contrainte $U^r' U^r = 1$

Le Lagrangien s'écrit donc comme suit :

$$L = \sum_r U^r' V U^r - \lambda_r (U^r' V U^r - 1)$$

$$\frac{dL}{dU} = 2(VU^r - \lambda_r U^r) = 0 \Rightarrow VU^r = \lambda_r U^r$$

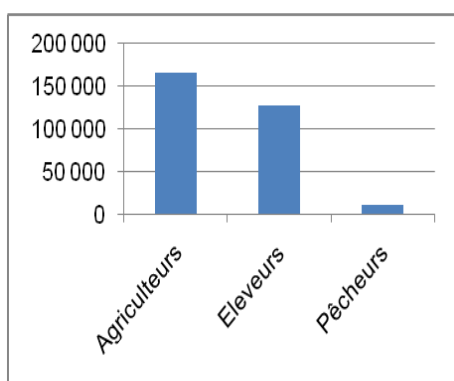
U^r est donc un vecteur propre de V

Corrélations des variables actives avec les facteurs

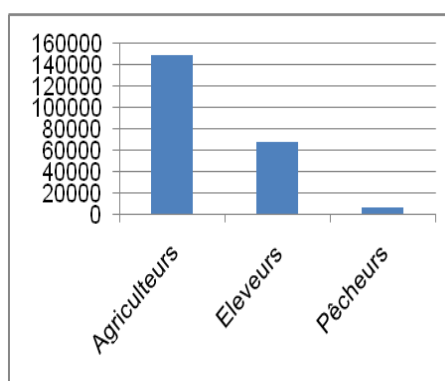
Libellé de la variable	Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4	Axe 5
Surface Riz	0,90	-0,34	0,09	0,24	0,07
Production Riz	0,90	-0,29	0,01	0,28	0,13
Surface Mais	0,85	0,12	-0,49	0,10	-0,10
Production Mais	0,90	0,05	-0,43	0,08	-0,03
Surface Manioc	0,80	0,53	0,26	0,08	0,10
Production Manioc	0,77	0,57	0,24	0,12	-0,08
Surface Haricot	0,89	-0,07	0,01	-0,46	0,04
Production Haricot	0,93	0,12	-0,17	-0,28	0,12
Surface Arachide	0,91	-0,31	0,27	-0,08	-0,02
Production Arachide	0,92	-0,23	0,24	-0,05	-0,23

TABLE B.1 – Tableau d'ACP sur la corrélation

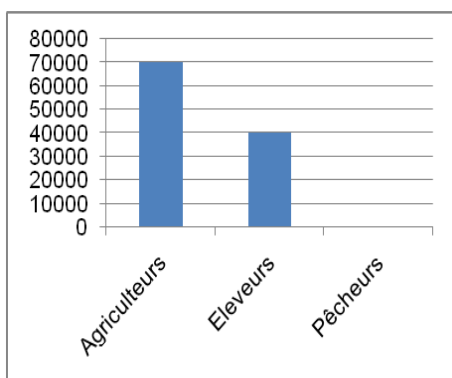
Graphe de l'activité économique pour les six Districts



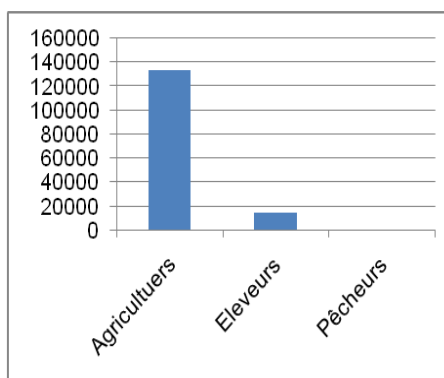
Ambalavao



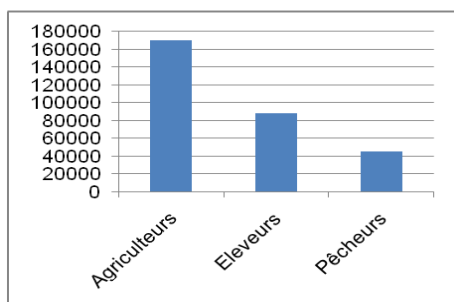
Ambohimahasoa



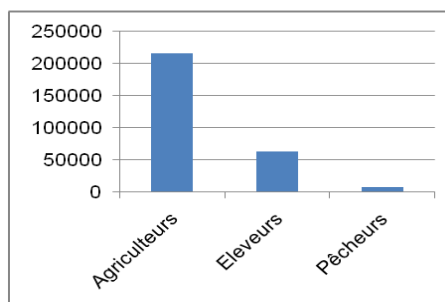
Ikalamavony



Isandra



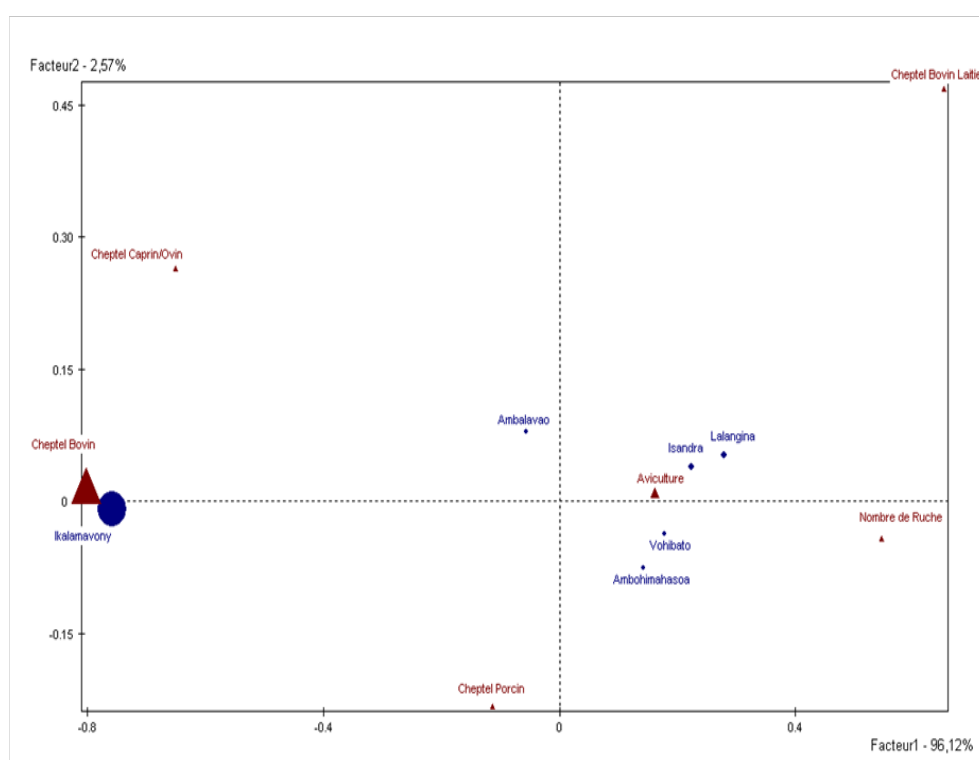
Lalangina



Vohibato

Source : DRDR de la Région Haute Matsiatra sur l'enquête nationale de l'agriculture en 2004-2005

Graphes sur les analyses factorielles



Source :Rapport d'activité trimestriel de la DRDR en 2008

FIGURE D.1 – Représentation graphique de la répartition de l'élevage pour chaque District qui sépare des élevages bovin et de la vache laitière

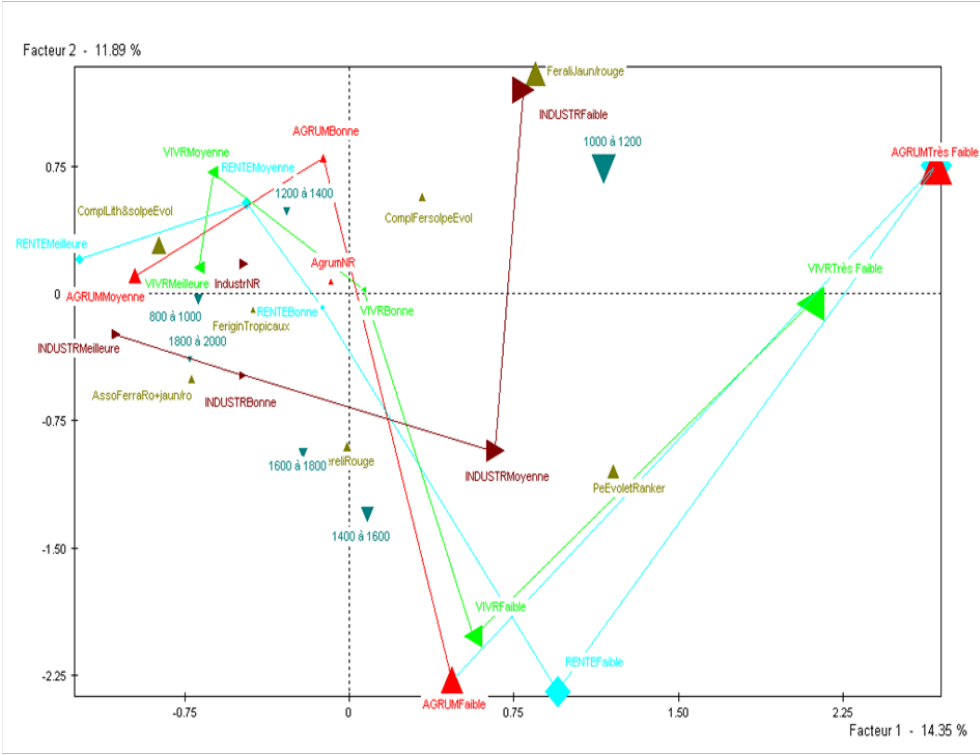
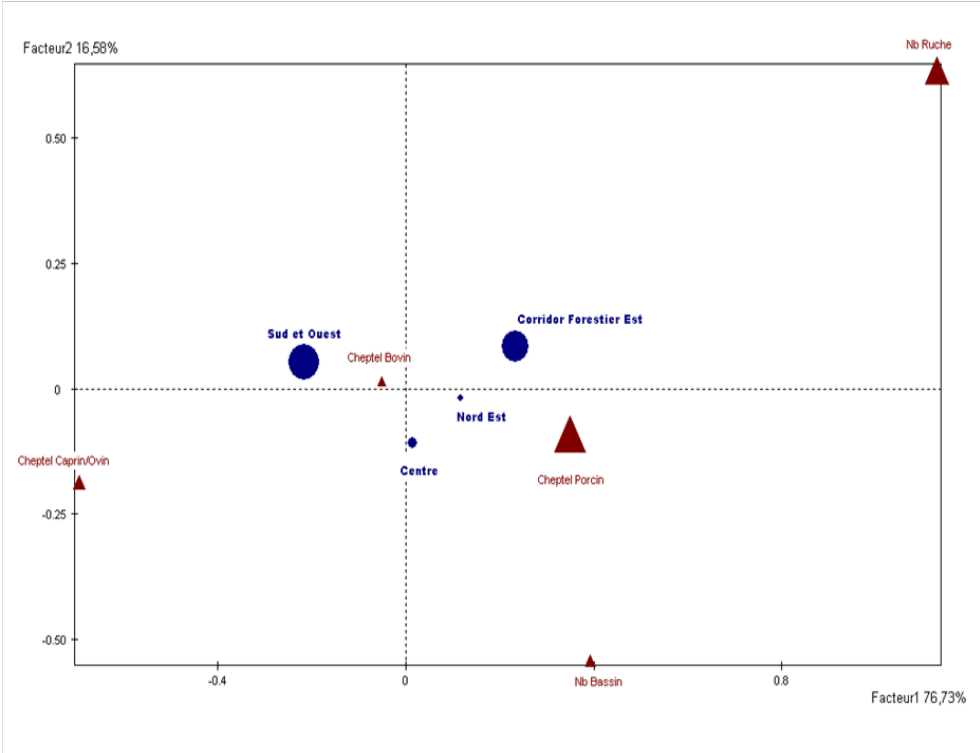


FIGURE D.3 – cas agriculture

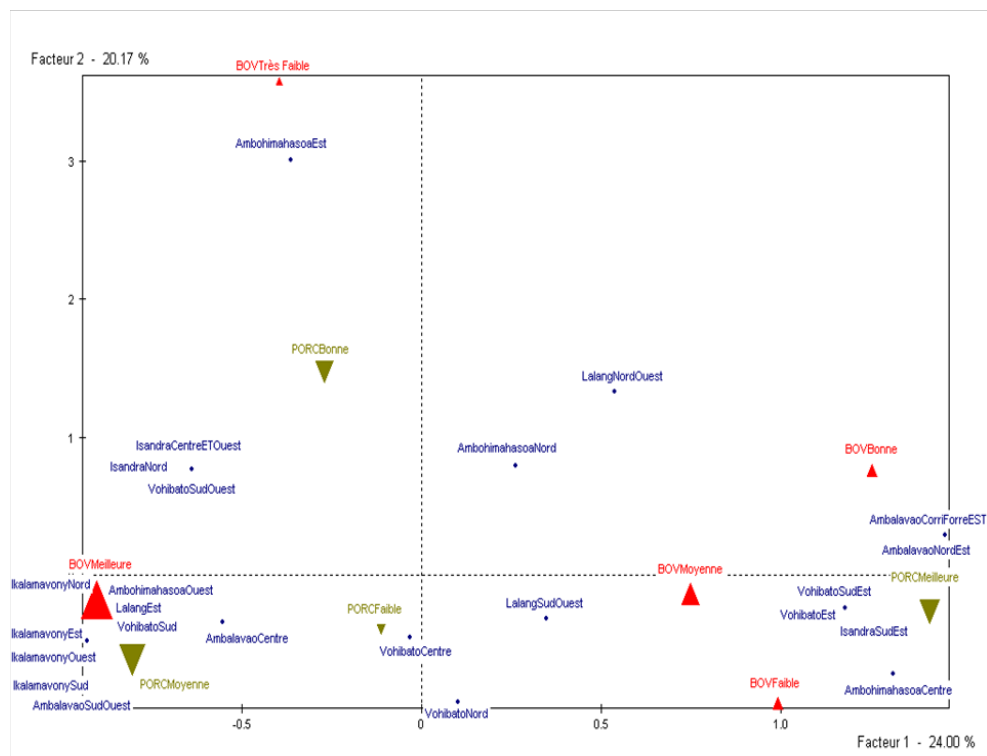


FIGURE D.4 – Cas de l'élevage bovin et porcin

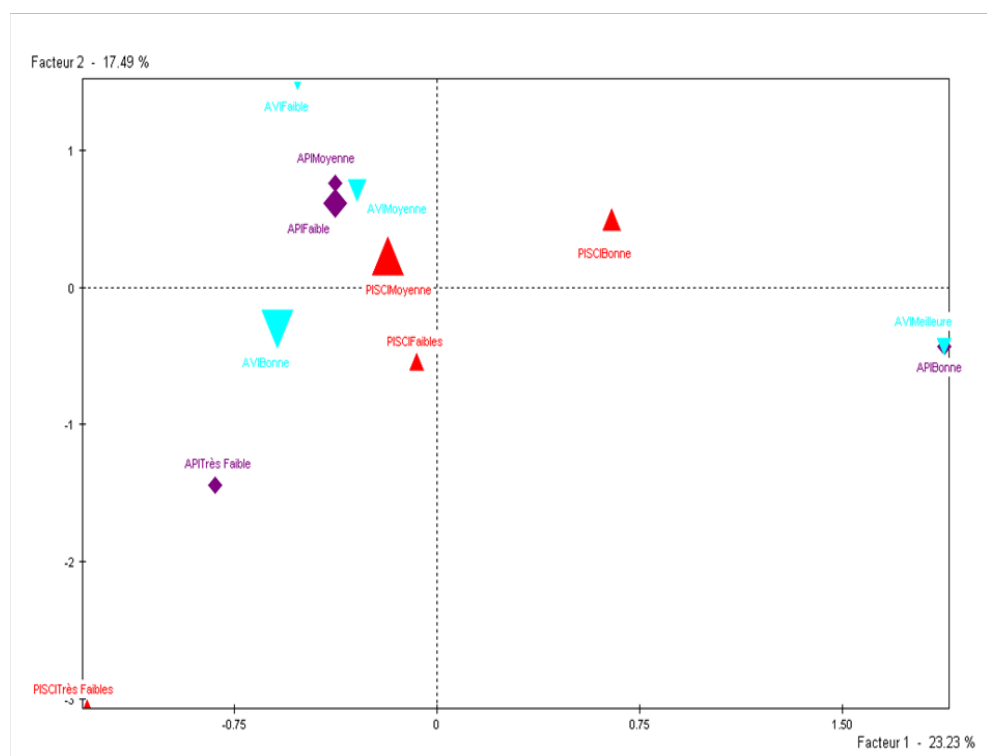


FIGURE D.5 – Cas de l'apiculture, la pisciculture et d'aviculture

Extrait de l'analyse du CSA

Extrait du tableau de l'analyse de l'agriculture Cas du District d'Isandra

	A	B	D	E	F
Critères	Importance (Superficie/ Production)	Historique Tradition Savoir-faire	Dynamique récente	Potentiel naturel	Importance Stratégie alimentaire/ commerciale (Soudure)
Zones					
Zone1	5 4 5 2 4	3 2 2 3 5	5 2 2 2 5	3 4 5 5 5	3 3 2 1 3
Zone2	5 5 5 3 5	3 2 2 4 5	5 3 2 3 5	3 4 5 5 5	3 3 2 1 3
Zone3	3 4 5 2 5	4 2 4 4 5	5 4 4 3 5	3 4 4 5 5	3 3 3 1

Riz	Culture Tanety	C Maraichère	H Essentielles	C de rente
-----	----------------	--------------	----------------	------------

Très faible	1	Faible	2	Moyenne	3	Bonne	4	Meilleure	5
-------------	---	--------	---	---------	---	-------	---	-----------	---

Extrait du tableau de l'analyse de l'élevage bovin cas du District de Vohibato

	Importance (Superficie/ Production)	Appro In- trants	Appro Ma- tériel	Foncier	Gestion de l'eau	Finances Sécurité
ZONE 1	5	3	2	2		3
Synthèse Zone 1	Le principal problème de cette filière est la difficulté de l'approvisionnement en intrants Faible adoption de la technique culturale Non maîtrise de l'information concernant la filière Culture traditionnelle Accès limité à l'information sur la filière					
ZONE 2	2	3		3		2
Synthèse Zone 2	Approvisionnements en Intrants, Semences et Matériel très modeste Faible adoption de la technique d'élevage Accès limité à l'information sur la filière Absence de transformation					
ZONE 3	4	3		3		2
Synthèse Zone 3	Approvisionnements en Intrants, Semences et Matériel très modeste Le principale problème sont d'ordre foncier, transformation et sur tout le problème de stockage Des transporteurs de fianarantsoa assurent le transport des Orange Accès limité à l'information sur la filière					
ZONE 4	3	3		3		
Synthèse Zone 4	Approvisionnements en Intrants, Semences et Matériel très modeste Faible adoption de la technique culturale améliorée Accès limité à l'information sur la filière					
ZONE 5	3	3		3		
Synthèse Zone 5	Approvisionnements en Intrants, Semences et Matériel très modeste Faible adoption de la technique d'élevage Accès limité à l'information sur la filière Absence de transformation Accès limité à l'information sur la filière					
ZONE 6	5	3		3		2
Synthèse Zone 6	Le principal problème de cette filière est la difficulté de l'approvisionnement en intrants Faible adoption de la technique d'élevage Non maîtrise de l'information concernant la filière Absence de transformation Accès limité à l'information sur la filière					

Tableau de la répartition agricole pour chaque District

F.1 Surface agricole (en ha)

	Riz	Mais	Manioc	Haricot	Arachide
FianarantsoaI	600	515	95	285,8	13
Isandra	9500	650	1100	560	715
Vohibato	11150	1100	4000	1500	814
Lalangina	10000	1400	5800	1900	770
Ambalavao	13800	1850	6885	1506,12245	880
Ambohimahasoa	13670	1800	1750	2250	891
Ikalamavony	9728	900	1000	450	450

F.2 Production agricole (en tonnes)

	Riz	Mais	Manioc	Haricot	Arachide
FianarantsoaI	1800	350	950	200	8
Isandra	31356,9394	660	19188	700	774
Vohibato	36803,1446	1400	45000	1760	760
Lalangina	33007,3046	1631	59280	1900	760
Ambalavao	45550,0804	3900	93800	1476	810
Ambohimahasoa	44889,9343	3400	12250	2560	824
Ikalamavony	32347,1585	1100	10100	515	382

F.3 tableau de la répartition d'élevage avec le vache laitier

	bovin	vache laitier	Porcin	caprin/ovin	Volailles
Fianarantsoa I	800	80	4 750	ND	73000
Lalangina	14 000	554	9 500	825	219000
Vohibato	22 500	53	14 250	275	219000
Isandra	19 000	85	9 500	550	219000
Ambohimahasoa	43 500	122	28 500	550	365000
Ambalavao	49 000	14	9 500	1100	219000
Ikalamavomy	119 500	12	19 000	2200	146000
TOTAL DRDR	268 300	920	95 000	5500	1460000

G.0.1 MLD du zonage

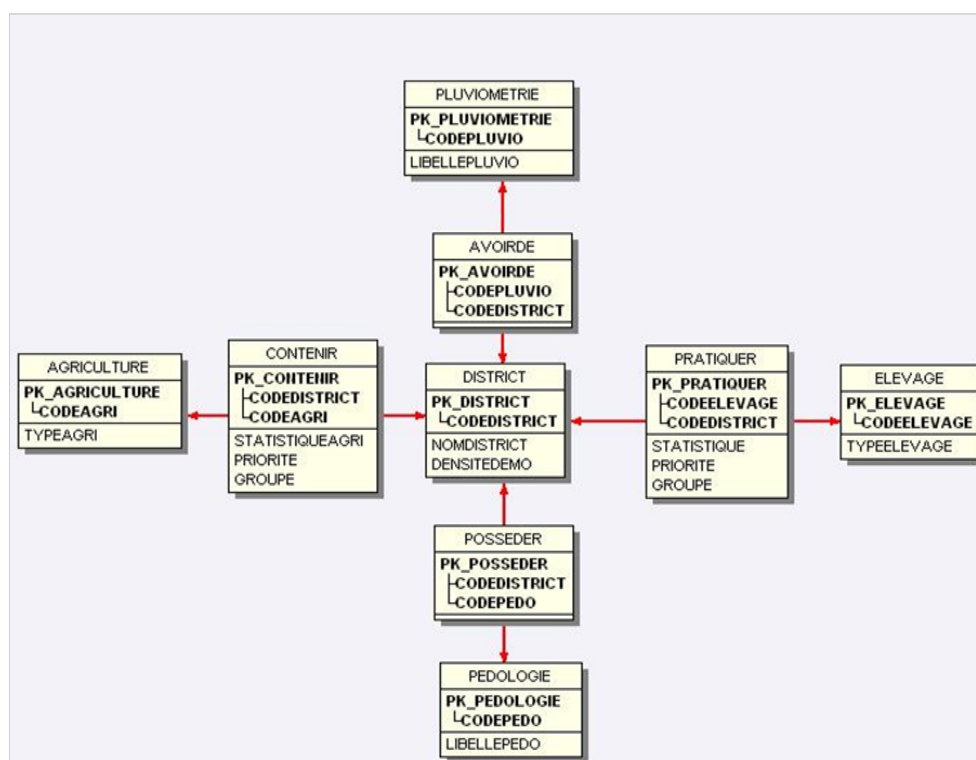


FIGURE G.1 – MLD du Zonage

G.0.2 MCD du microzonage

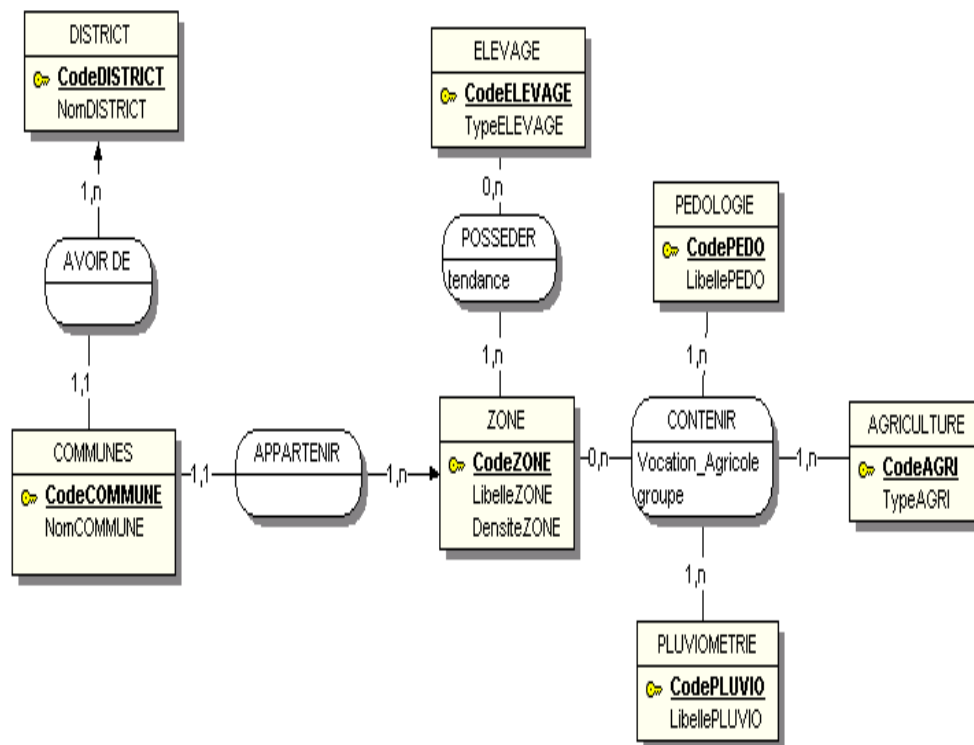


FIGURE G.2 – MCD du microzonage

- ✦ **Association** : appelée aussi parfois relation. C'est un lien sémantique entre plusieurs entités. Une classe de relation contient donc toutes les relations de même type (qui relient donc des entités appartenant à des mêmes classes d'entité).

Une classe de relation peut lier plus de deux classes d'entité. Voici les dénominations des classes de relation selon le nombre d'intervenants :

- ✦ récursive (ou réflexive) une classe de relation relie la même classe d'entité
- ✦ binaire une classe de relation relie deux classes d'entité
- ✦ ternaire une classe de relation relie trois classes d'entité

Une classe de relation n-aire relie n classes d'entité

- ✦ **Alphanumériques** : sont un sous ensemble dans un répertoire de symboles (table de caractères) comme ASCII ou Unicode et comprennent les caractères alphabétiques de A à Z représentant des lettres d'un alphabet, ainsi que les caractères numériques de 0 à 9 y compris les signes positif/négatif représentant des chiffres.

La donnée alphanumérique ou attributaire ou sémantique, est une information textuelle, qualitative ou quantitative. Elle décrit l'objet géométrique

Les caractères de ponctuation comme le point ou la virgule ne sont pas des caractères alphanumériques. Ils sont un autre sous-ensemble du répertoire de symboles.

- ✦ **Analyse spatiale** : est une étape préalable à la représentation cartographique. Avec la multiplication des sources, le traitement cartographique a changé. Les phénomènes à représenter sont de plus en plus complexes. Une cartographie thématique nécessite aujourd'hui d'intégrer des données multidimensionnelles, multi-échelles et souvent dynamiques. Il est plus que jamais nécessaire de maîtriser un certain nombre de méthodes de traitement de l'information géographique, tant géométrique que sémantique, intégrant la dimension spatiale des données. Avec les SIG, ces méthodes se sont développées grâce aux capacités de calculs, et aux nouvelles perspectives d'analyse qu'ils offrent

- ✦ **Apprentissage non-supervisé** : (parfois dénommé « clustering ») est une méthode d'apprentissage automatique. Il s'agit pour un logiciel de diviser un groupe hétérogène de données, en sous-groupes de manière à ce que les données considérées comme les plus similaires soient associées au sein d'un groupe homogène et qu'au contraire les données considérées comme différentes se retrouvent dans d'autres groupes distincts ; l'objectif étant de permettre une extraction de connaissance organisée à partir de ces données

- ✦ **Base de données** : ensemble des données et informations manipulées par un programme.

- ✦ **Data mining** : connue aussi sous l'expression de fouille de données, exploration de données (« forage de données »), ou encore extraction de connaissances à partir de données, « ECD » en français, « KDD » en anglais, a pour objet l'extraction d'un savoir ou d'une

connaissance à partir de grandes quantités de données, par des méthodes automatiques ou semi-automatiques.

L'utilisation industrielle ou opérationnelle de ce savoir dans le monde professionnel permet de résoudre des problèmes très divers, allant de la gestion de la relation client à la maintenance préventive, en passant par la détection de fraudes ou encore l'optimisation de sites web.

- ✦ **Filière** : ensemble des activités relatives à un produit.
- ✦ **Géoréférence** : lien qui existe entre une couche et sa position à la surface de la terre définie par un système de coordonnées de référence.
- ✦ **Item** : une liste limitée d'atomes dans un domaine donné. C'est aussi une paire (attribut, valeur).
- ✦ **Microzonage** : répartition des zones ou régions existantes en zones plus petites afin d'approfondir l'analyse.
- ✦ **Polysème** : rubriques caractérisées par une même écriture mais avec des significations différentes
- ✦ **Réseau de neurones artificiels** : c'est un modèle de calcul dont la conception est très schématiquement inspirée du fonctionnement des neurones
- ✦ **Système d'information** : ensemble organisé de ressources (matériels, logiciels, personnel, données et procédures) qui permet de regrouper, de classer, de traiter et de diffuser de l'information sur un environnement donné.

Bibliographie

- [1] FOFIFA Représentation du centre de recherche FOFIFA
- [2] Région Haute Matsiatra Annexe de la PRD de la Région Haute Matsiatra Août 2005
- [3] CSA, *Etat de lieux CSA*, Avril 2009
- [4] www.wikipedia.org. Regle d'association
- [5] Maria Malek EISTI
- [6] Philippe Preux, Université de Lille 3, *Fouille de données notes de cours*, 31 août 2009, page 190
- [7] Ricco RAKOTOMALALA *MARKET DATA ANALYSIS ou L'analyse du panier de la ménagère*, Laboratoire ERIC
- [8] Philippe Preux, Université de Lille 3, *Fouille de données notes de cours*, 31 août 2009, page 191
- [9] www.wikipedia.org. *Système d'Information Géographique*
- [10] territoires numériques, *Cahier méthodologie sur la mise en œuvre d'un SIG*, 2003
- [11] *Système d'Information Géographique (SIG), les enjeux de la société de l'information pour le développement des territoires*
- [12] *ABC du SIG-IGN*, janvier-février 2005
- [13] DI Gallo Frederic *Methodologie Merise*, 15/07/2001
- [14] Emmanuel BONNET, Maître de conférence en Géographie, Université des Sciences et technologies de Lille U.F.R. de Géographie et d'Aménagement, *Support de cours Mapinfo 7.5*, 15/07/2001