

SOMMAIRE

LISTE DES ILLUSTRATIONS	3
LISTE DES ABREVIATIONS	5
PREFACE	6
RESUME EXECUTIF	7
<u>I. SITUATION NATIONALE</u>	17
<u>I.1</u> <u>Situation Géographique</u>	18
<u>I.2</u> <u>Relief</u>	18
<u>I.3</u> <u>Climat</u>	18
<u>I.3.1</u> <u>Circulation générale</u>	18
<u>I.3.2</u> <u>Régions climatiques</u>	19
<u>I.3.3</u> <u>Les cyclones tropicaux</u>	20
<u>I.4</u> <u>Hydrographie et Ressources en eau</u>	22
<u>I.5</u> <u>Végétation et foresterie</u>	22
<u>I.5.1</u> <u>Les formations forestières</u>	23
<u>I.5.2</u> <u>Les forêts denses humides :</u>	23
<u>I.5.3</u> <u>Les forêts saisonnières</u>	23
<u>I.5.4</u> <u>Les forêts sèches du sud</u>	23
<u>I.5.5</u> <u>Les plantations forestières</u>	24
<u>I.5.6</u> <u>Les autres formations</u>	24
<u>I.6</u> <u>Affectation des terres</u>	24
<u>I.7</u> <u>Situation socio-économique</u>	24
<u>I.7.1</u> <u>Contexte Social</u>	24
<u>I.7.2</u> <u>Secteur primaire</u>	25
<u>I.7.3</u> <u>Secteur secondaire</u>	26
<u>I.7.4</u> <u>Secteur tertiaire</u>	27
<u>I.8</u> <u>Energie</u>	28
<u>I.9</u> <u>Politique environnementale</u>	29
<u>II. INVENTAIRE NATIONAL DES GAZ A EFFET DE SERRE</u>	31
<u>II.1</u> <u>Changements climatiques</u>	32
<u>II.1.1</u> <u>Origine du réchauffement du globe</u>	32
<u>II.1.2</u> <u>Principaux gaz à effet de serre</u>	32
<u>II.2</u> <u>Etapas franchies</u>	32
<u>II.3</u> <u>Inventaire national des émissions de gaz à effet de serre</u>	33
<u>II.3.1</u> <u>Méthodologie générale</u>	33
<u>II.3.2</u> <u>Résultat</u>	34
<u>III. PROJECTIONS DES EMISSIONS DES GAZ A EFFET DE SERRE ET MESURES D'ATTENUATION</u>	40
<u>III.1</u> <u>Bases socio-économiques des projections</u>	41
<u>III.1.1</u> <u>Croissance progressive du secteur tertiaire au cours des prochaines décennies.</u>	41
<u>III.1.2</u> <u>Découplage entre développement et consommation d'énergie fossile.</u>	41
<u>III.1.3</u> <u>Développement rapide et durable</u>	42
<u>III.2</u> <u>Emissions relatives à l'énergie et à la transformation énergétique à l'horizon 2030</u>	42
<u>III.2.1</u> <u>Transport</u>	42
<u>III.2.2</u> <u>Industries manufacturières.</u>	44
<u>III.2.3</u> <u>Ménages</u>	45
<u>III.2.4</u> <u>Commerce et services publiques</u>	47
<u>III.2.5</u> <u>Agriculture, pêche et sylviculture</u>	47
<u>III.2.6</u> <u>Industries énergétiques</u>	48
<u>III.3</u> <u>Emissions relatives à l'agriculture à l'horizon 2030</u>	49
<u>III.3.1</u> <u>Riziculture</u>	49
<u>III.3.2</u> <u>Elevage</u>	50
<u>III.4</u> <u>Fixation de gaz carboniques par les changements d'affectation des terres et la foresterie</u>	51
<u>III.4.1</u> <u>Projection</u>	51
<u>III.4.2</u> <u>Renforcement de la capacité de sequestration de carbone</u>	51

<u>III.5</u>	<u>Emissions relatives aux déchets à l'horizon 2030</u>	52
<u>III.5.1</u>	<u>Projection</u>	52
<u>III.5.2</u>	<u>Mesures d'atténuation</u>	52
<u>IV. VULNERABILITE ET ADAPTATIONS</u>		54
<u>IV.1</u>	<u>Scénarios des changements climatiques à Madagascar</u>	55
<u>IV.1.1</u>	<u>Tendances de paramètres climatiques actuels</u>	55
<u>IV.1.2</u>	<u>Scénarios des changements climatiques</u>	55
<u>IV.2</u>	<u>Agriculture et élevage</u>	59
<u>IV.2.1</u>	<u>Riziculture</u>	59
<u>IV.2.2</u>	<u>Élevage : cas de l'élevage bovin de Marovoay</u>	59
<u>IV.3</u>	<u>Santé publique</u>	60
<u>IV.3.1</u>	<u>Vulnérabilité</u>	60
<u>IV.3.2</u>	<u>adaptation</u>	61
<u>IV.4</u>	<u>Ressources en eau</u>	61
<u>IV.4.1</u>	<u>Vulnérabilité</u>	62
<u>IV.4.2</u>	<u>Adaptations</u>	65
<u>IV.5</u>	<u>Zones côtières: cas de Morondava</u>	65
<u>IV.5.1</u>	<u>Incidences potentielles</u>	65
<u>IV.5.2</u>	<u>Vulnérabilité</u>	66
<u>IV.5.3</u>	<u>Adaptations</u>	67
<u>IV.6</u>	<u>Foresterie: cas de Tampoketsa et d'Ambovombe Androy</u>	67
<u>IV.6.1</u>	<u>Contexte actuel sans changements climatiques</u>	67
<u>IV.6.2</u>	<u>Incidences potentielles des changements climatiques</u>	68
<u>IV.6.3</u>	<u>Adaptation</u>	68
<u>V. PLAN D'ACTION NATIONAL SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES</u>		69
<u>V.1</u>	<u>Contexte</u>	70
<u>V.2</u>	<u>Les principales orientations du Plan d'action national</u>	70
<u>V.2.1</u>	<u>Les orientations communes</u>	71
<u>V.2.2</u>	<u>Les orientations propres des provinces</u>	72
<u>VI. FICHES DE PROJET</u>		80
<u>VII. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</u>		86
<u>VIII COMITE DE REDACTION</u>		87

LISTE DES ILLUSTRATIONS

CARTES	PAGE
Carte 1 : Les régions climatiques de Madagascar	19
Carte 2 : Les températures maximales minimales et précipitations moyennes annuelles	21
Carte 3 : Les températures minimales	21
Carte 4 : Les précipitations moyennes annuelles	22
Carte 5 : Les rivières de Madagascar	23
Carte 6 Répartition des différents types de forêts à Madagascar	25
Carte 7 Evolution moyenne du niveau de l'inondation à Morondava	65

FIGURES	
Figure 1: Les émissions de GES dans le secteur de l'énergie	11
Figure 2: Nombre de passages de perturbations tropicales par grille de 2,5 x 2,5	21
Figure 3: Répartition des formations forestières à Madagascar	22
Figure 4: Répartition des sources d'énergie des ménages	29
Figure 5: Illustration du processus de réchauffement global	32
Figure 6: Répartition sectorielle de la consommation d'énergie	34
Figure 7: Composition des déchets en%	38
Figure 8: Projection de l'émission de CH ₄ des déchets et liquides en ECO ₂	52
Figure 9: Graphique d'atténuation des émissions de CH ₄ par les déchets liquides	53
Figure 10: Estimation du recul des côtes en 2100	66

TABLEAUX	
Tableau 1: Récapitulatif des résultats de l'inventaire de GES	11
Tableau 2: Classification des perturbations tropicales	20
Tableau 3: Affectation des terres	24
Tableau 4: Taux de scolarisation brute par niveau	25
Tableau 5: Proportion des ménages ayant accès à l'eau potable et à l'électricité à domicile	25
Tableau 6: Evolution du taux de croissance du secteur primaire à Madagascar	26
Tableau 7: Répartition des types d'entreprise malgaches en 1994	26
Tableau 8: Evolution du nombre de visiteurs non résidents et recettes en devises	27
Tableau 9: Récapitulatif de la situation nationale	28
Tableau 10: Bilan énergétique	28
Tableau 11: Bilan du Secteur Energie en matière d'émission de GES	35
Tableau 12: Emission de GES dans les secteurs agriculture/élevage	36
Tableau 13: Bilan général des émissions/séquestrations des GES dans les secteur LULUCF	39
Tableau 14: Récapitulation des résultats de l'inventaire national des GES	41
Tableau 15: Taux de croissance annuel	42
Tableau 16: Demande de services de transport	43
Tableau 17: Projection des émissions de GES relatives au transport	44
Tableau 18: Evolution des émissions de GES des différentes branches industrielles	45
Tableau 19: Projection des émissions de CO de CO ₂ ,CH ₄ ,NO ₂ /industries non énergétiques	45
Tableau 20: Projection de répartition des ménages par type de combustible	45

Tableau 21: Projection des émissions de GES par les ménages	46
Tableau 22: Résultats attendus afférents au scénario d'atténuation	46
Tableau 23: Cumuls des émissions de GES évitées	46
Tableau 24: Projection des consommations énergétiques	47
Tableau 25: Projection des émissions de GES sous le scénario de référence	48
Tableau 26: Evolution de la demande des industries sous le scénario de référence	48
Tableau 27: Projection des émissions de CH de CH4/ scénario de référence et d'atténuation	51
Tableau 28: Les MCG transitoires	56
Tableau 29: Les trois scénarios d'émission de CO2 /niveaux de réchauffement 2100	56
Tableau 30: Ecoulement et déficit d'écoulement en 2025, 2050 et 2100	62
Tableau 31: Evolution de besoin en eau de la population	64
Tableau 32: Evolution de la couverture forestière	68

LISTE DES ABREVIATIONS

ANAE	Association Nationale pour les Actions Environnementales
ANGAP	Association Nationale de Gestion des Aires Protégées
CCSP	Coefficient de Corrélation Spatiale des précipitations
CDB	Convention sur la Diversité Biologique
CH ₄	Méthane
CITES	Convention for international trade of endangered species
CLD	Convention de lutte contre la désertification
CNRE,	Centre National des Recherches sur l'Environnement
CNRIT	Centre National des Recherches Industriels et Technologiques
CNRO	Centre National des Recherches Océanographiques
CNS	Comité National de Secours
CO	Monoxyde de carbone
CO ₂	Dioxyde de carbone
COVNM	Composés organiques volatils non-Méthanoïques
DGEF	Direction Générale des Eaux et Forêts
DIANA	Sous région d'Antsiranana incluant Diego Suarez, Ambanja, Nossy Be et Ambilobe
DJF	Décembre –Janvier – Février
DSRP	Document Stratégique de la Réduction de la Pauvreté
E-CO ₂	Equivalent gaz carbonique
FEM	Fond pour l'Environnement Mondiale
FMG	Franc Malagasy
FOFIFA	Fiobem-pikarohana momba ny Fiompiana sy ny Fambolena (Centre de recherches agricoles)
GES	Gaz à effet de Serre
GELOSE	Gestion Local Sécurisé
Gg	Giga gramme
GIEC	Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'évolution du Climat
HFCs	Hydrofluorocarbure
IDH	Indice de Développement Humain
INSTAT	Institut national des statistiques
IPCC	Intergouvernemental Panel on Climate Change
JIRAMA	Jiro sy rano malagasy (Société nationale de l'électricité de Madagascar)
KTEP	Kilo Tonnes Equivalent Pétrole
LAE	Lutte Anti-Erosive
LBC	Lampe à basse consommation
MAGICC	Modèle Intégré de simulation des Changements Climatiques
NO ₂	Dioxyde d'azote
OMM	Organisation Mondiale de la Météorologie
ONE	Office Nationale de l'Environnement
ONG	Organisation Non Gouvernementale
PANCC	Pan d'action national sur les changements climatiques
PIB	Produit Intérieur Brut
PMA	Pays les Moins Avancés
PNUD	Programmes des Nations Unies pour le Développement
PPIM	Projet Pilote Intégré de Mahajanga
RAMSAR	Convention sur les zones humides d'importance internationale
RNCFM	Réseau National des Chemins de Fer de Madagascar
SAGE	Système d'appui à la gestion de l'environnement
SAP	Système d'Alerte Précoce

SAVA	Sous région d'Antsiranana incluant Sambava, Andapa, Vohemar, Antalaha.
SCENGEN	Générateur de Scénario
SECREN	Société Nationale d'exploitation du Chantier Naval d'Antsiranana
SIRAMA	Siramamy Malagasy (Industrie sucrière de Madagascar)
SO ₂	Dioxyde de soufre
T/ha	Tonne par hectare
USD	Dollar des Etats-Unis

PREFACE

Madagascar a mis parmi ses priorités la recherche de solutions aux questions environnementales qui préoccupent les autres nations du monde. C'est ainsi qu'il est Partie à la plupart des conventions internationales y afférentes et en particulier, la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques qu'il a ratifiée en décembre 1998. Le projet MAG/99/G31 portant sur l'Habilitation de Madagascar à formuler sa première Communication Nationale marque son engagement vis à vis de ladite convention.

Ce document fait état de la situation des émissions des gaz à effet de serre à Madagascar. Il montre aussi combien Madagascar est vulnérable du point de vue ressources naturelles, agriculture et santé publique. Il comporte également les politiques et mesures que le Gouvernement souhaite mettre en oeuvre afin de promouvoir un développement durable, tout en contribuant à la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

La préparation de ce document fut une occasion de renforcer les capacités nationales en matière d'inventaire des gaz à effet de serre, d'analyse d'atténuation des émissions, d'évaluation de la vulnérabilité et des possibilités d'adaptation aux changements climatiques. Cependant, il serait encore nécessaire de renforcer davantage ces capacités pour que Madagascar puisse améliorer et mettre à jour systématiquement les données relatives aux changements climatiques.

Enfin, cette Première Communication Nationale sur les Changements climatiques est le fruit d'une excellente collaboration entre le Ministère de l'Environnement et le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD) avec l'appui financier du Fond Mondial pour l'environnement (FEM), ainsi que les différentes entités nationales ayant participé à la réalisation de diverses études et expertises touchant le domaine des changements climatiques.

Nous espérons ainsi que ces efforts contribueront à la sauvegarde de notre planète.

Le Ministre de l'Environnement, des Eaux et des Forêts

RABOTOARISON Charles Sylvain

RESUME EXECUTIF

RESUME EXECUTIF

INTRODUCTION

Madagascar a ratifié en décembre 1998 la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC). Etant devenu Partie à ladite convention, le pays s'est engagé à remplir les obligations y afférentes, en particulier " celle de contribuer à la stabilisation des émissions des gaz à effet de serres (GES) dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique ".

Grâce à l'appui du PNUD / FEM, le gouvernement malgache a pu entamer en août 2000 la mise en œuvre du projet MAG/99/G31 portant sur la préparation de la Communication nationale initiale au titre de la CCNUCC afin d'honorer son engagement auprès de la Conférence des Parties. La préparation de cette communication nationale initiale comporte un certain nombre d'étapes à savoir :

- l'entreprise d'un inventaire national des gaz à effet de serre,
- l'entreprise d'une étude de vulnérabilité et d'adaptation aux méfaits des changements climatiques,
- l'analyse des possibilités d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre, sur la base de la méthodologie du Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat (GIEC),
- l'élaboration d'un plan d'action national cohérent avec les priorités de l'Etat et tenant compte de l'objectif ultime de la CCNUCC et de la grande vulnérabilité du pays face aux méfaits des changements climatiques,
- la formulation de la Communication initiale de Madagascar sur la base des résultats des études préalablement entreprises.

SITUATION NATIONALE

SITUATION GEOGRAPHIQUE

L'île de Madagascar se trouve au Sud-Ouest de l'Océan indien entre 11°57'-25°35'S et 43°14'-50°27'E. Elle est séparée du continent Africain par le Canal de Mozambique. Avec une longueur de 1600 km du nord au sud, 580 km de largeur maximale et une superficie de 587 041 km² avec 5 603 km de côtes, Madagascar est par sa dimension, la quatrième île du monde, après le Groenland, la Nouvelle Guinée et le Bornéo.

RELIEF ET CLIMAT

Le relief est très varié et souvent accidenté bien qu'aucun sommet ne dépasse 3000 m. L'axe principal de l'île s'étend dans la direction Nord-Nord Est — Sud-Sud Ouest et le relief suit cette direction malgré le fait qu'il y ait une forte asymétrie dans la région du Centre.

Le climat est varié avec une prédominance tropicale. La température moyenne annuelle, varie entre 23°C à 27°C avec une amplitude thermique moyenne annuelle passant d'environ 3°C au Nord à 7,5°C dans les régions sèches du Sud-ouest. La précipitation varie selon les régions climatiques, de

400 à 3700 mm. A l'extrême Sud-ouest, le climat est de type Sahélien¹ tandis que dans la région de la Côte Est le climat est du type tropical humide.

Madagascar est doté de deux saisons principales séparées par des « inter-saisons » d'environ 1 mois. L'hiver commence au mois de mai pour se terminer en octobre tandis que l'été s'étale de novembre à avril. C'est pendant l'été que les dépressions et cyclones tropicaux sont fréquents. Chaque année, Madagascar subit en moyenne 11 passages de perturbation tropicale dont 3 peuvent atteindre le stade de cyclone tropical.

AFFECTATION DES TERRES ET FORESTERIE

Sur les 59 Millions d'hectares de terres dont Madagascar dispose, 8 % sont constitués de terre cultivable; 57 % aires de pâturage et 21 % constitués de formation forestière. Le reste est occupé par des terres incultes (12%), des zones humides, et des zones peuplées.

Les formations forestières couvrant environ 13 260 000 ha se répartissent en cinq catégories, à savoir : les forêts denses humides, les forêts denses sèches, les forêts sèches, les plantations forestières et les autres formations composées des mangroves, forêts rupicoles et/ou alluvionnaires.

POLITIQUE ENVIRONNEMENTALE.

Madagascar dispose d'une très grande potentialité de Biodiversité. Sa grande diversité faunistique et floristique ainsi que sa forte endémicité lui confèrent une valeur inestimable aux yeux du monde entier. Pourtant la situation de sa dégradation actuelle est devenue alarmante. Trois problèmes majeurs persistent à Madagascar : la dégradation et l'épuisement du sol, la dégradation des ressources naturelles et notamment forestières et la dégradation de l'environnement humain.

Conscient de l'importance environnementale des ses patrimoines, Madagascar a pris l'engagement de préserver ses ressources naturelles à travers la signature de nombreuses conventions internationales ayant trait à l'Environnement parmi lesquelles on peut citer :CITES, CDB, RAMSAR, CLD, CCNUCC, CPCNM.

ENERGIE

La consommation énergétique de Madagascar est dominée par la biomasse et, en particulier, par le bois énergie qui représente les 86.5% de la consommation totale. Les produits pétroliers tiennent le deuxième rang en terme de consommation (11%). Le pétrole brut, importé en totalité, est traité à la raffinerie de Toamasina (GALANA). En troisième place (5% de la consommation d'énergie) l'électricité est quasi-totalement fournie par les centrales hydrauliques et thermiques de la Société nationale d'électricité (JIRAMA). L'utilisation des énergies nouvelles et renouvelables reste encore minime.

SITUATION SOCIO-ECONOMIQUE

Aspect social

En 1994, Madagascar comptait environ 13,395 Millions d'habitants. Le taux de croissance démographique moyen oscille autour de 2,8% et le revenu par habitant se limite à US\$240 / an.

¹ Sahélien : Semi-désertique.

Actuellement, 75 % de la population de Madagascar est pauvre et la majorité (68%) de cette frange vit en milieu rural. L'accès des ménages à l'eau potable se limitait encore à 23,6% en 1999 tandis que celui à l'électricité 15,20%, avec toujours un grand retard du milieu rural.

Aspect économique

L'économie est essentiellement basée sur le secteur primaire ou plus particulièrement, sur l'agriculture, l'élevage et la pêche. Ce secteur fournit les 95% des apports alimentaires et plus de 80% des recettes en devises grâce à l'exportation du café, de la vanille, du girofle, du poivre, du pois du cap, du cacao et des produits halieutiques divers,... En 1996, l'agriculture représente 27% environ du PIB total (3 213 millions USD). Les superficies rizicultivées s'élèvent actuellement à 1 150 000 ha avec une production moyenne de 2,5 millions de paddy par an.

Concernant l'élevage, 25% de la population malgache en dépend. Et plus de 60 % des ruraux y sont impliqués à des degrés différents. Il contribue à environ 9% du PIB national, soit 30% du PIB agricole.

La contribution du secteur industriel à l'économie connaît une croissance remarquable car elle est passée de 648 milliards de Francs Malagasy, soit 15% du PIB en 1991 à de 2245 milliards en 1997. Une nouvelle politique axée essentiellement sur la privatisation, la fiscalité, la santé, l'éducation, la sécurité ainsi que sur la réforme de la fonction publique, a été mise en place avec l'appui des bailleurs de fonds, pour accélérer cette croissance.

CHANGEMENTS CLIMATIQUES

TENDANCES DES PARAMÈTRES CLIMATIQUES ACTUELS

Des travaux d'études sur les tendances observées des paramètres climatiques sur la période 1961-1990 ont révélé que :

- les températures moyennes annuelles accusent une hausse moyenne de 0,5°C (en 30 ans) dans le Nord de l'île, à la côte Centre-Est, au Sud Est, au Centre Ouest, au Sud et dans les Hautes Terres centrales.
- l'augmentation moyenne des températures minimales est de 0,7°C et celle des températures maximales est de 0,3°C (en 30 ans).

Les tendances des précipitations annuelles ne sont pas significatives

INCERTITUDES SUR LES TENDANCES CLIMATIQUES SIMULÉES

Les résultats des simulations démontrent que le sens de variation du climat futur sous l'effet du réchauffement global est encore incertain à Madagascar. Pourtant à travers les trois modèles utilisés on aurait observé une augmentation notable de la température tout au long de l'année. Toutefois, les températures estimées aux horizons 2025, 2050 et 2100, ne dépasseraient pas les limites de valeurs compatibles à la vie végétale. Il se trouve aussi que la diminution de la précipitation serait de plus en plus remarquée pour les mois d'avril et mai.

INVENTAIRE NATIONAL DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE

L'inventaire national de GES a été réalisé en 2001 avec comme année de référence l'année 1994.

En terme de masse, le dioxyde de carbone (CO₂) constitue le principal GES émis par Madagascar. Avec 1146Gg, il représente les 42% de l'émission nationale (2747Gg),.

Tableau 1. Récapitulatif des résultats de l'inventaire de GES, en Gg (MAG/99/G31, 2001)

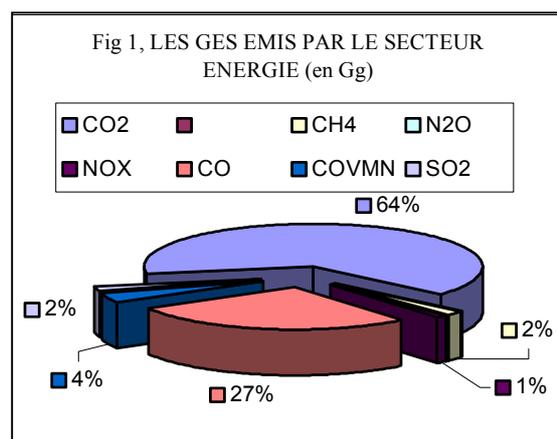
SOURCES DES GAZ A EFFET DE SERRE	CO ₂		CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COVMN	SO ₂
	Emission	Captage						
Emission totale nationale (Gg)	432429,17	671451	426,29	42,03	30,59	993,87	66,83	34,65
Emission nationale en équivalentCO ₂ (Gg)	432429,17	671451	10444,10	13449,66	1223,66	2981,61		
I SECTEUR ENERGIE	1141,17	0	32,55	0,31	16,44	489,21	65,83	34,65
II SECTEUR PROCEDES INDUSTRIELS	5		0	0	0	0	1	0
III SECTEUR AGRICULTURE	0		326,74	41,72	0,15	8,66	0	0
IV SECTEUR CHANGEMENT D'AFFECTATION	431283	671451	57	0	14	496	0	0
V SECTEUR GESTION DES DECHETS			10					
INFORMATIONS SUPPLEMENTAIRES								
A EMISSION DECO ₂ ISSUE DE BIOMASSES	10812,28Gg							
B BILAN de SEQUESTRATION	-239021,83Gg							

Le secteur énergétique constitue la principale source de GES à Madagascar. C'est l'utilisation des combustibles fossiles pour les véhicules de transport et les centrales thermiques qui en est le premier responsable. Le transport contribue à 50% de l'émission de CO₂ du secteur. L'accroissement du nombre de véhicules en grande partie vétustes mis en circulation explique cette dominance. Par contre, le besoin des industries énergétiques dans l'alimentation des centrales thermiques et de la raffinerie se limite à 14% de l'émission sectorielle de CO₂.

Compte tenu du faible niveau d'industrialisation du pays, les industries manufacturières et de construction consomment une faible proportion de produits pétroliers, et contribuent à environ 20% des émissions sectorielles.

Le bilan énergétique de 1994 a révélé une forte dominance de la consommation du bois énergie dans la consommation énergétique des ménages mais comme c'est une combustion de biomasse sa part dans l'émission nationale de GES est nulle (par convention). Il s'avère pourtant important de souligner que le bois énergie représente 86% de l'énergie primaire consommée durant l'année 1994 et 71% du bilan énergétique nationale, évalué à 6570,1KTEP, pour la même année.

La part du secteur « énergie et transport » dans l'émission nationale s'élève à 64%. Celle de la foresterie et des changements d'affectation des terres représente les 21% tandis que celle de l'agriculture se



limite à 14%. Celle des déchets et des procédés industriels est très minime.

L'émission nationale de GES, tous types de Gaz confondus correspond à 1 132 000Gg d'équivalent dioxyde de carbone (E-CO₂). Pourtant les formations forestières malgaches peuvent absorber plus de 671 451 Gg de CO₂. L'inventaire a ainsi permis de conclure que Madagascar est un « pays puits » doté d'une capacité de séquestration de l'ordre de 240 164Gg.

VULNERABILITE ET ADAPTATIONS AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Riziculture

Le réchauffement globale entraîne un bouleversement de l'agroclimat et nécessiterait un changement du calendrier agricole, voire les vocations économiques des régions.

Le taux de croissance de la production du riz est de 0,3% par an, taux largement inférieur à celui de la croissance démographique (2,8% entre 1992 et 1999). Face aux effets des variabilités climatiques, à la dégradation de l'environnement physique et compte tenu du contexte socio-économique, la riziculture connaît une vulnérabilité assez préoccupante dans la région d'Alaotra, premier grenier national.

L'adaptation de la filière riz face aux effets des changements climatiques peut se faire à deux niveaux :

- Adaptation par l'augmentation du rendement ou de la production de la culture de riz, impliquant l'intensification et la modernisation de la production ainsi que la réhabilitation / extension des réseaux d'irrigation,
- Adaptation par l'amélioration de l'environnement socio professionnel des agriculteurs. La formation et assistance technique, la diversification culturelle et l'accès aux marchés figurent parmi les principales priorités de ce volet..

Elevage

Le changement de la répartition des végétaux perturbe la chaîne trophique de l'écosystème et impose de nouvelles tâches additionnelles dans le domaine de l'élevage.

Compte tenu de la croissance démographique et la pratique des feux de brousse, la faible capacité d'accueil des zones de pâturage serait encore de plus en plus aggravée par les effets des changements climatiques si aucune mesure ne serait prise dans le meilleur délai. Les éleveurs devraient s'orienter progressivement vers l'exploitation intensive laquelle nécessiterait l'utilisation rationnelle des fourrages verts pendant la saison de pluie et la pratique des techniques de conservation et stockage des fourrages (foin, ensilage) pendant la saison sèche.

La contribution actuelle du Gouvernement s'oriente principalement à la redéfinition des rôles et mise en synergie des différents intervenants dans le secteur élevage, ainsi qu'à l'approche filière et à la spécialisation régionale.

Santé publique

Un des grands risques relatifs aux changements climatiques réside dans le fait que l'augmentation des températures moyennes annuelles tend à rompre les barrières thermiques des maladies ou du moins de leurs vecteurs. Le cas du paludisme constituera, parmi tant d'autres, un problème majeur pour Madagascar. A l'horizon 2025, le traitement du paludisme constituerait les 5% du budget familial alors que la productivité *per capita* chuterait significativement

La stratégie de lutte antipaludéenne actuellement adoptée par le Gouvernement, devrait être renforcée par d'autres stratégies tenant compte des impacts possibles des changements climatiques sur l'évolution du paludisme. Il s'agit de :

- informer et sensibiliser la population sur les causes de la maladie et les mesures adéquates à entreprendre pendant la période propice à sa transmission,
- couper le contact vecteur-homme,
- renforcer la capacité des services de santé de base.

Ressources en eau

La perturbation de la pluviométrie, la violence des conditions climatiques extrêmes et l'augmentation potentielle de l'évapotranspiration risque de modifier le régime hydrologique des différents bassins.

Pour cette première communication nationale, les études de vulnérabilité et d'adaptation aux changements climatiques ont été menées uniquement :

- dans le bassin supérieur de l'Ikopa-Bevomanga, représentant le cas des Hautes terres centrales
- et dans le bassin de Mandrare-Amboasary sud, représentatif des zones côtières du Sud.

Cas des hautes terres centrales

Dans le contexte des changements climatiques, l'augmentation de la température engendrera la modification de bilan hydrique du bassin (plus grand déficit de l'écoulement) ainsi qu'une nouvelle répartition temporelle et spatiale des précipitations et de l'écoulement.

La précipitation deviendrait plus intense en période de pluies (Octobre-Mars) mais elle serait très faible en saison sèche (Juin-Septembre). Il en serait de même pour l'écoulement.

La plaine d'Antananarivo où la densité de la population serait la plus importante constituerait la zone la plus vulnérable à l'intérieur du bassin, faute de respect du plan de développement urbain. En effet, avec un taux de croissance moyen annuel de 2,96%, la population du bassin de l'Ikopa hébergerait 504 500 âmes en 2025. Une telle surpopulation conduirait au fait que les besoins en eau de la population aux horizons 2025, 2050 et 2100 risquent de ne plus être satisfaits par les ressources en eau du bassin à lui seul. La crise d'approvisionnement en eau qui sévit actuellement sera encore amplifiée et toucherait tous les secteurs productifs.

Ainsi, les changements climatiques pourraient, à moyen ou à long terme, avoir des impacts socio-économiques graves.

Cas des zones côtières

L'évolution des ressources en eau de la zone, dans le contexte des changements climatiques sera alors marquée par :

- une irrégularité saisonnière très accentuée : concentration de la quasi-totalité des écoulements à la période décembre à février et diminution notable pour les autres mois. Les cours d'eau pourraient même être à sec durant la période Juillet-Août et
- une légère augmentation des débits moyens annuels, en 2025 suivie d'une diminution relative pour les horizons 2050 et 2100.

La grande vulnérabilité des ressources en eau du bassin de Mandrara réside dans le fait que la crise de l'eau y est permanente. Cette crise s'intensifie d'année en année à cause de la poussée démographique, la rareté des points d'eau, l'extrême irrégularité du régime hydro-pluviométrique et l'aridité du climat.

Avec un taux de croissance démographique moyen de 2 à 3 %, la population du bassin aurait presque doublé en 2025, quadruplé en 2050 et compterait quatorze fois plus en 2100. Cette situation entraînerait des difficultés d'approvisionnement en eau, tant sur le plan quantité que qualité.

En effet, la consommation locale moyenne en eau est estimée actuellement à 37,5 litres par jour par personne. Aussi en aurait-on besoin, de 8 151 582 m³/an en 2025 ; de 15 599 121 m³/an en 2050 et de 57 123 731 m³/an en 2100.

Toutes les actions relatives à l'adaptation s'articuleraient alors sur deux axes, à savoir :

- l'introduction des mécanismes d'organisation et de gestion durable des infrastructures,
- l'amélioration de l'accès à l'eau potable.

Zones côtières

Un réchauffement global de 1°38C à 2°92C à l'horizon 2100 induirait une élévation moyenne du niveau de la mer de 19,3 cm à 86,3cm, selon la sensibilité climatique de la région, ce qui correspond à une tendance d'élévation annuelle de 7,4 mm.

En 1997, le recul de côte a été évalué entre 5,71 m et 6,54 m (figure 14) et ce phénomène risque d'engloutir environ 225 m en 2100. Ce qui laisse supposer qu'une bonne partie du littoral de Morondava disparaîtrait de la carte actuelle. Le port, les sites culturels, les sites historiques implantés en bordure de mer et les plages touristiques sont ainsi exposés à des risques élevés de dégradation.

Afin d'éviter une destruction du couvert végétal et une remise en mouvement de la plage, la partie de la côte sableuse ouverte au public nécessite l'adoption d'une politique cohérente de protection de la part des collectivités territoriales. Cette politique se résume à :

- l'acquisition foncière du domaine littoral par la collectivité territoriale,
- la remise en état des secteurs dégradés par la déflation,
- au re profilage du bourrelet littoral, pose de brise-vent par le reboisement des filaos.

Par ailleurs, les infrastructures telles que les digues, les épis,... devront être adaptées au fur et à mesure que le niveau de la mer s'élève.

Foresterie

Déjà le contexte actuel est très alarmant. En effet, l'érosion pluviale s'exerce constamment sur les 1,2 millions d'hectares de savane boisée des Tampoketsa et sur les 125 000 hectares de forêts humides intensivement défrichées de l'Est. Elle entraîne une perte de terre de l'écosystème de l'ordre de 7 à 57t/ha/an dans les parties boisées et de 14 à 114t/ha/an dans les parties brûlées de forêts naturelles contre 1,5 à 3t/ha/an uniquement dans les forêts naturelles.

Les effets des changements climatiques ne feront qu'empirer la situation car une simple augmentation de température atmosphérique mondiale de l'ordre 2,5°C (hypothèse optimiste) suffirait pour conduire à un ensablement total des vallées de Tampoketsa d'ici 95 ans (à partir de l'année 1990). Le même scénario augmentera de 212% les valeurs actuelles du taux d'ensablement des villages, des pâturages et du bush xérophytique du Sud d'ici 2100.

La stratégie d'adaptation repose essentiellement sur l'application proactive des mesures de lutte anti-érosive (LAE) dont la mise en œuvre pourra s'effectuer à travers des projets d'aménagement de terroir. Cette lutte anti-érosive sera axée sur l'augmentation de la couverture végétale pérenne, l'adoption de méthode de défense et restauration du sol ainsi que la stabilisation des dunes.

BESOIN D'AMÉLIORATION DE QUALITÉ DES DONNÉES

Dans le développement qui vient d'être fait, il a été systématiquement relevé les incertitudes qui affectent certaines des données utilisées et les résultats obtenus. Afin d'améliorer la qualité des prochaines communications nationales, il est nécessaire :

1. d'appuyer l'instauration d'un système de collecte de données et d'informations et son intégration dans une base de données nationale (Système d'Information Géographique).
2. d'apporter un appui technique et financier aux institutions nationales de recherche nationale (Université, CNRE, CNRIT,...) pour qu'elles puissent mener des études portant sur la détermination des facteurs locaux d'émissions de GES et sur les perspectives d'atténuation, ainsi que sur la réduction de la vulnérabilité aux changements climatiques.
3. d'appuyer la mise en place, au niveau national et sous-régional, d'un système permanent d'observations et de suivi de l'évolution du climat ainsi que des paramètres permettant d'évaluer ses impacts sur l'agriculture, les ressources en eau, l'énergie, l'affectation des terres et la foresterie.
4. de renforcer l'expertise nationale à travers la formation d'autres cadres nationaux, la participation à des séminaires et autres manifestations scientifiques sur les changements climatiques.

PLAN D'ACTION NATIONAL SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

L'article 3.1 de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, stipule le principe² de respect d'équité et de responsabilité commune mais différenciée des Parties. Comme Madagascar figure encore parmi les Pays les moins avancés (PMA / LDC), et comme le résultat de l'inventaire de GES d'origine anthropique le classifie de « Puits à carbone », la priorité nationale malgache consiste à instaurer un développement rapide et durable, conformément au Document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté (DSRP) lequel a été inspiré à partir de la réalité locale et « des Objectifs de la Déclaration du Millénaire » des Nations Unies.

Le plan d'action national sur les changements climatiques a été développé selon cinq principales orientations :

1. Donner à la population malgache la possibilité de se développer et de s'épanouir grâce à des activités économiques profitables, favorisant le maintien de l'état « Pays puits ».
2. Assurer une meilleure synergie par la coordination des actions des différentes parties prenantes aux émissions de GES.
3. Inverser les tendances de la dégradation des conditions de vie due au réchauffement global.
4. Prévenir les risques environnementaux dus aux changements climatiques.
5. Renforcer les outils juridiques, de communication et d'éducation normative, relative à la régulation des émissions de GES et à la réduction de la vulnérabilité.

CONCLUSION

Les problématiques des changements climatiques se résument à une tendance vers une vie plus difficile et plus coûteuse. Contrairement aux pays riches, principaux émetteurs de GES, Madagascar comme tant d'autres pays pauvres représentant généralement des puits à carbone, demeure la victime du réchauffement mondial.

Pour se préparer aux incidences potentielles des changements climatiques, les efforts devraient être orientés au renforcement de l'information du public et des parties prenantes sur l'origine et les impacts du problème de réchauffement du globe, la contribution dans la réduction de la quantité de GES accumulée dans l'atmosphère ainsi qu'à l'adaptation aux nouvelles conditions climatiques du futur.

Comme la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) accorde une attention particulière à la réduction de la vulnérabilité des pays les moins avancés elle doit être saisie comme une opportunité pour instaurer un développement durable.

². « qu'il incombe aux parties de préserver le système climatique dans l'intérêt des générations présentes et futures, sur la base de leur capacité respective. Il appartient, en conséquence, aux Pays développés Parties d'être l'avant-garde de la lutte contre les changements climatiques et leurs effets néfastes ».

Dans le cadre de la contribution de Madagascar à l'amélioration de la qualité des données ayant trait aux émissions de GES à l'échelle mondiale, un appui technique et financier dans la mise en place des réseaux d'information et dans la mise à jour de données s'avère indispensable.

Chapitre I

SITUATION NATIONALE

I. SITUATION NATIONALE

I.1 SITUATION GÉOGRAPHIQUE

L'île de Madagascar se trouve au sud-ouest de l'Océan indien entre 11°57'-25°35'S et 43°14'-50°27'E. Elle est séparée du continent Africain par le Canal de Mozambique. Avec une longueur de 1600km du Nord au sud, 580km de largeur maximale et une superficie de 587 041km² avec 5 603 km de côtes, Madagascar est par sa dimension, la quatrième île du monde, après le Groenland, la Nouvelle Guinée et Bornéo.

I.2 RELIEF

Le relief est très varié et souvent accidenté bien qu'aucun sommet ne dépasse 3000m. L'axe principal de l'île s'étend dans la direction Nord-Nord Est — Sud-Sud Ouest et le relief suit cette direction malgré le fait qu'il y ait une forte asymétrie dans la région du Centre

La falaise orientale succède au rivage oriental pour atteindre le plateau central d'une altitude comprise entre 800m et 1500m, parfois surplombé de nombreux massifs (cas des massifs de Tsaratanana, d'Ankaizina, d'Itasy,...).

Sur les versants ouest, la pente est plus douce. La région est dominée par des plaines et des plateaux où s'étendent des vastes zones deltaïques (cas de la Betsiboka...).

I.3 CLIMAT¹

Le climat, bien que très varié, est du type tropical.

La température moyenne annuelle, varie entre 23°C à 27°C avec une amplitude thermique moyenne annuelle passant d'environ 3°C au Nord à 7,5°C dans les régions sèches du Sud-ouest. L'altitude a un effet significatif sur les températures. Ce qui fait que sur le plateau central la moyenne annuelle des températures se situe entre 16°C à 19°C.

Concernant les précipitations, il se trouve que la quantité annuelle diminue d'Est en Ouest et du Nord au Sud, tandis que la saisonnalité augmente dans les mêmes directions. De l'Ouest vers le Sud, la saison sèche devient plus longue et plus marquée. Là où la saisonnalité est marquée, les saisons sèches et fraîches coïncident et elles se situent entre juin et octobre. Ainsi, à l'extrême Sud-Ouest, le climat est de type Sahélien² tandis que dans la région de la Côte Est, le climat est du type tropical humide.

¹ Le climat actuel de référence est le climat pendant la période « normale » de 30 ans telle que définie par l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM). La période normale utilisée actuellement par l'OMM et recommandée par l'IPCC (1994) est 1961-1990 (Smith, J. B et M. Hulme, 1998).

² Sahélien : semi désertique.

1.3.1 CIRCULATION GÉNÉRALE

Madagascar est doté de deux saisons principales séparées par des « inter-saisons » d'environ un mois. L'été s'étale de novembre à avril tandis que l'hiver commence au mois de mai pour se terminer en octobre.

Pendant l'été, saison chaude et humide, la circulation générale est caractérisée par l'affaiblissement relatif de l'Anticyclone subtropical du sud-est des Mascareignes et l'installation progressive des basses pressions équatoriales et la Zone de Convergence Intertropicale aux alentours de la latitude 10°S. Des fronts polaires défilent assez rapidement, deviennent actifs et provoquent des situations orageuses sur l'ensemble du pays. C'est au cours de cette saison que les dépressions et cyclones tropicaux peuvent se produire dans l'Océan indien et dans le Canal de Mozambique.

En hiver, saison fraîche et sèche, la ceinture anticyclonique subtropicale assure l'alternance des régimes d'Alizé fort, modéré et faible. Au cours de cette saison, le littoral Est jouit d'un climat « au vent », tandis que la partie Ouest subit la sécheresse d'un climat « sous le vent ».

1.3.2 RÉGIONS CLIMATIQUES

La grande diversité climatique de Madagascar a conduit à la définition de cinq régions climatiques: le Littoral Est, les Hautes-terres, l'Ouest, l'Extrême Sud et le Sambirano.

Littoral Est

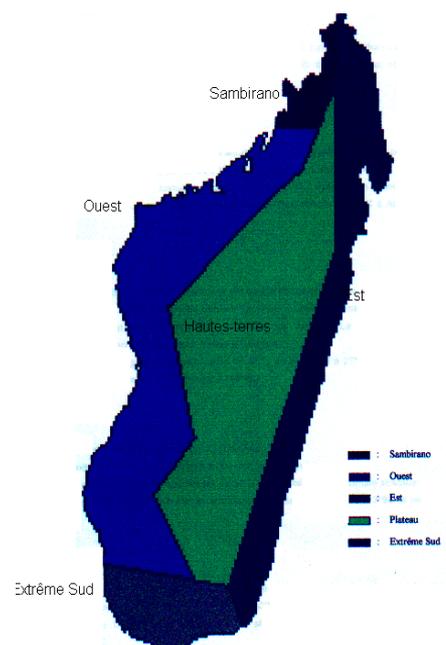
Cette région jouit d'un climat tropical chaud et humide. Exposée directement aux courants d'alizé, elle reçoit plus de 1.100 mm de pluie par an avec un maximum de 3700 mm à Sainte-Marie. La température moyenne annuelle y est de l'ordre de 24°C. Les températures maximales sont de 31°5C à Antsiranana et 30°C à Taolagnaro ; de 19°4C à Antsiranana et 16°2 C à Taolagnaro, pour les températures minimales.

Hautes-terres

Cette région jouit d'un climat tropical d'altitude, caractérisé principalement par un hiver frais. La hauteur de pluie annuelle passe de 900 mm (Ranohira) à 1.500 mm (Ivato) Tandis que la température moyenne annuelle oscille de 16°C à 22°C. Le maximum absolu de 37°9C a été observé à Ranohira au mois de novembre, le minimum absolu de -1°C à Antsirabe au mois de juillet.

Région Ouest

Le climat de cette région est caractérisé par un été chaud et humide car la température moyenne annuelle varie de 24°C dans le Sud à 27°C au Nord. Le maximum absolu est observé à



Carte 1. Régions climatiques de Madagascar. (Sce Météo. 2002)

Maevatanana (40°C). La pluviométrie normale annuelle diminue du Nord au Sud en passant de 1.650 mm à 400 mm. Le mois de janvier est le plus arrosé, enregistrant le maximum de précipitation. La saison sèche est particulièrement bien marquée et s'étend de mai à octobre.

Extrême-sud

Doté d'un climat du type semi-aride, cette région reçoit 500 mm à 700 mm de pluie par an. La température moyenne annuelle est de 24°C tandis que la température maximale absolue s'élève à 43,6 °C à Ejeda au mois de novembre et la minimale absolue à 3°C au mois de juillet à Ranohira.

Sambirano

Le climat de cette partie de l'île est analogue à celui de la côte Est, chaud et humide avec des pluies annuelles assez abondantes (2000 à 2300mm) réparties sur 180 jours. Les mois de décembre, janvier, février et mars sont les plus pluvieux. La température annuelle moyenne y est de 26°C.

Les figures 2, 3, 4, 5 montrent les distributions spatiales des précipitations normales (annuelles et saisonnières) et des températures normales (maximales et minimales) à Madagascar.

1.3.3 LES CYCLONES TROPICAUX

Comme Madagascar se trouve dans le bassin du Sud-Ouest de l'Océan Indien, une des grandes zones de formation de cyclone du monde, il subit en moyenne onze passages de perturbation tropicale dont trois peuvent atteindre le stade de cyclone tropical entraînant ainsi des crues de rivières et des inondations.

La saison cyclonique va du 1^{er} Novembre au 30 Avril. Toutes les régions de Madagascar sont intéressées par les perturbations tropicales. Les cyclones qui abordent Madagascar peuvent être d'une extrême violence. En pénétrant à l'intérieur des terres, ils perdent de leur virulence mais continuent à déverser des pluies assez fortes pendant plusieurs jours, provoquant souvent les crues des rivières et des inondations.

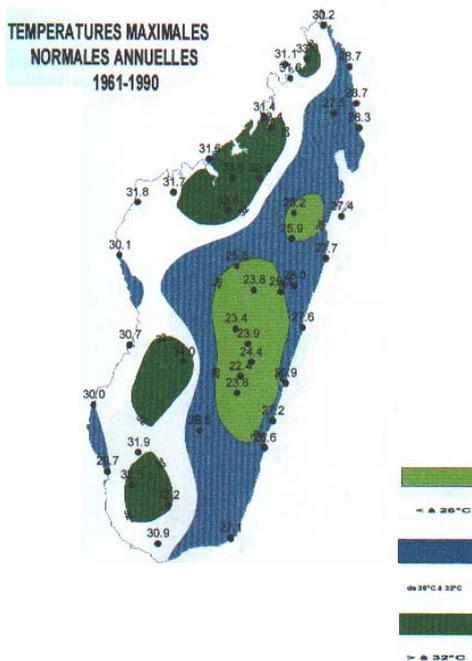
Tableau 2. Classification des perturbations tropicales (Sce Météo, 2002)

Classification	Vitesse du vent
Dépression tropicale	< 61 km/h
Tempête tropicale 62 à 88 km/h modérée	62 à 88 Km/h
Forte tempête tropicale	89 à 117 km/h
Cyclone tropical	118 à 165 km/h
Cyclone tropical intense	166 à 212 km/h
Cyclone tropical très intense	>212 km/h

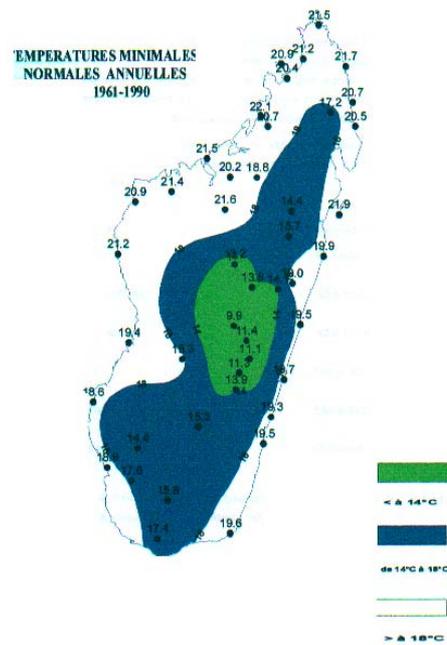
Le terme *perturbations tropicales* est utilisé ici pour désigner les dépressions, tempêtes et cyclones tropicaux. Ces perturbations sont classifiées suivant la vitesse moyenne du vent autour du centre.

Dans le cadre du système national d'avis et d'alerte sur les cyclones tropicaux, Madagascar diffuse trois types d'avis pour le public et les autorités :

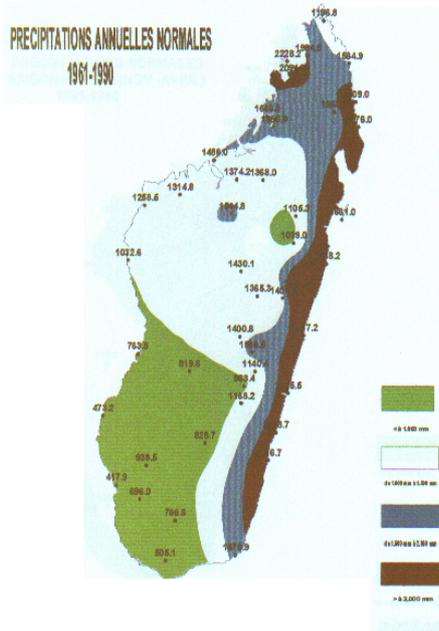
- AVIS D'AVERTISSEMENT quand la menace pour la localité est encore vague et imprécise. La station météorologique se met en état d'alerte et informe les autorités locales.
- AVIS DE MENACE quand le cyclone menace la localité, mais le danger n'est pas immédiat. A ce stade, les autorités locales prennent toutes les dispositions qu'elles jugent utiles.
- AVIS DE DANGER IMMINENT quand le cyclone menace à brève échéance la localité et ses effets constituent un danger pour la population.



Carte 1. Température maximales (Sce Météo, 2002)



Carte 3, Température minimales annuelles (Sce Météo. 2002)



Carte 1 Précipitation moyennes annuelles (Sce Météo, 2002)

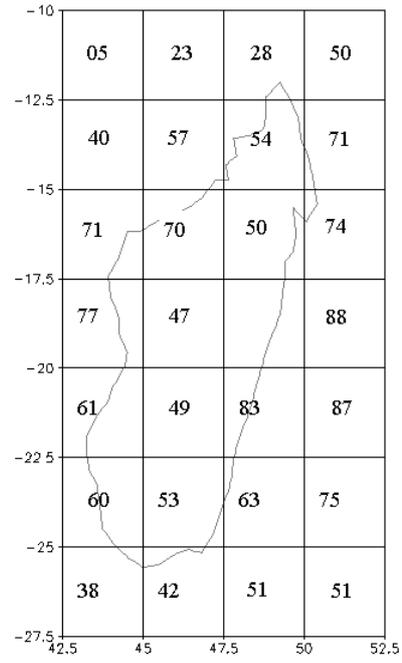


Figure 2. Nombre de passages de perturbations tropicales par grille de 2,5° x 2,5° de 1911 à 1999 (Sce Météo, 2002)

1.4 HYDROGRAPHIE ET RESSOURCES EN EAU

Madagascar est composé de cinq régions hydrographiques :

- Les versants de la montagne d'Ambre,
- Le versant du massif de Tsaratanana,
- Les versants orientaux qui descendent vers l'Océan Indien,
- Les versants occidentaux et du Nord-Ouest dont les eaux se jettent dans le canal de Mozambique,
- Les versants du Sud

A l'exception de certaines zones de la région Sud, Madagascar dispose de ressources en eau assez abondantes lesquelles restent encore peu exploitées pour le processus de développement socio-économique du pays.

L'usage non potable de l'eau est attribuable à l'agriculture, au transport et à l'hydroélectricité.

Concernant l'eau potable, la population malgache s'approvisionne à domicile grâce aux réseaux JIRAMA (Compagnie d'eau et d'électricité de Madagascar) dans les villes, ou auprès des bornes fontaines ou des sources aménagées dans les quartiers défavorisés et en milieu rural.

Une grande partie de la population rurale malgache puise encore de l'eau dans les rivières et les lacs.

1.5 VEGETATION ET FORESTERIE

Les forêts malgaches sont reconnues mondialement par leur biodiversité dont l'endémicité est estimée à 75 % pour la faune et à 80% pour la flore.

Les Forêts contribuent au bien être économique et social des populations en fournissant entre autres des produits forestiers ligneux (bois d'œuvres, bois de service, bois d'énergie, produits industriels,...) et des produits forestiers non ligneux (fibres, gommés, plantes

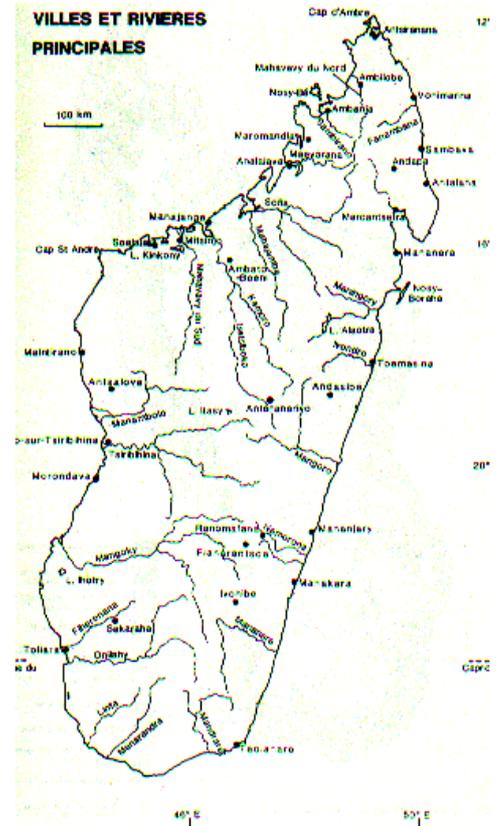


Figure 5. Les rivières de Madagascar, (FTM, 2000)

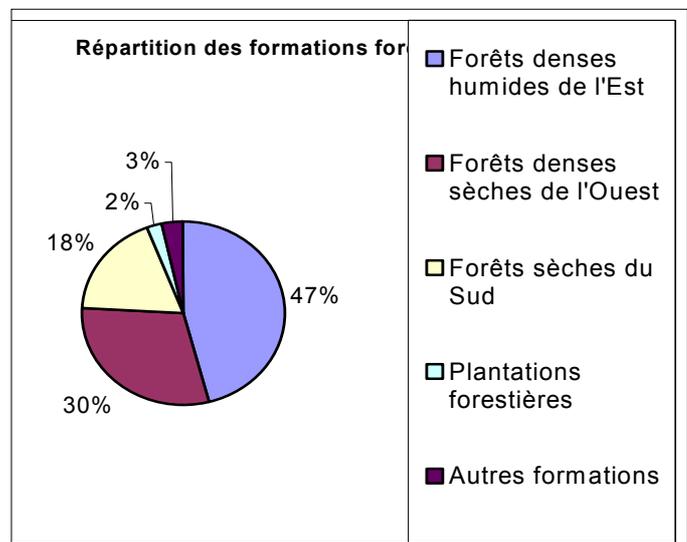


Figure 3. Répartition des formations forestières

médicinales, les résines, miels...).

Elles constituent aussi une ressource écologique inestimable grâce à leur capacité :

- d'absorber le CO₂ atmosphérique par l'intermédiaire de la photosynthèse et de stocker le carbone dans la biomasse et dans les sols;
- de conserver les ressources en eaux, de freiner l'érosion et d'éviter l'inondation ;
- d'offrir un habitat naturel pour des milliers d'espèces animales et végétales.

1.5.1 LES FORMATIONS FORESTIÈRES

Les formations forestières couvrant environ 13 260 000 ha se répartissent en cinq catégories¹, à savoir :

- les forêts denses et humides,
- les forêts saisonnières,
- les forêts sèches,
- les plantations forestières,
- les autres formations composées des mangroves, forêts rupicoles et/ou alluvionnaires.

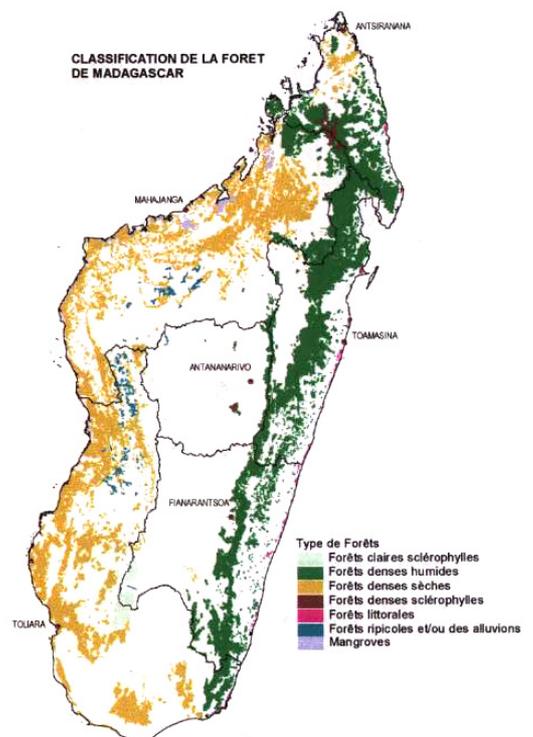
1.5.2 LES FORETS DENSES HUMIDES :

Représentant les 47 % des formations forestières malgaches, les forêts humides comprennent :

- les forêts denses humides sempervirentes de basse altitude de l'Est et du Sambirano,
- les forêts denses humides sempervirentes de moyenne altitude et de montagne du Centre,
- les forêts et fourrées sclérophylles de montagne du Centre.

1.5.3 LES FORETS SAISONNIERES

Le domaine de l'Ouest laquelle s'étend du littoral jusqu'à une altitude d'environ 800 m du flanc occidental de l'île regroupe les 30 % des formations saisonnières constituées des forêts denses sèches décidues et des forêts marécageuses.



Carte 6.: Carte de répartition des différents types de forêts à Madagascar

¹ Classification basé sur la méthodologie d'inventaire de gaz à effet de serre de l'IPCC, 1996.

1.5.4 LES FORÊTS SÈCHES DU SUD

Occupant la partie la plus aride de l'île et représentant 18 % des formations forestières, elles comprennent les forêts denses sèches décidues du Sud, les bush et fourrés xérophiiles.

1.5.5 LES PLANTATIONS FORESTIÈRES

Les plantations forestières, dominées par les mûriers, les pinus et les eucalyptus, ne représentent que les 2 % des formations forestières.

1.5.6 LES AUTRES FORMATIONS

Les mangroves et les forêts rupicoles et/ou des alluvionnaires, occupent 3% des formations forestières, sans compter les savanes et les steppes.

La grande diversité bioclimatique de Madagascar lui confère une grande richesse et endémicité faunistique et floristique. Pourtant, cette richesse est menacée par le phénomène de déforestation qui sévise dans toute l'île depuis des années.

1.6 AFFECTATION DES TERRES

Sur les 59 millions d'hectares de terres dont Madagascar dispose, 8 % sont constitués de terre cultivable, 57 % d'aires de pâturage et 21 % de formation forestière. Le reste est occupé par des terres incultes (12%), des zones humides, et des zones peuplées.

L'économie malgache étant dominée par l'Agriculture, la superficie occupée par ce secteur s'élève à près de 2 500 000ha dont 1 894 210 ha couverts par les cultures vivrières incluant les 1,1 millions de terres irriguées.

La grande diversité climatique malgache permet la production de toute une gamme de produits agricoles.

Concernant le terrain de pâturage, la surface disponible s'élève à 31 200 000 ha en 1995 mais cette surface pâturable diminue d'année en année au profit des surfaces cultivées et d'autres utilisations du sol.

La capacité de charge moyenne est évaluée à 4 ha /UBT.

1.7 SITUATION SOCIO-ÉCONOMIQUE

1.7.1 CONTEXTE SOCIAL

En 1994 Madagascar comptait environ 13,395 Millions d'habitants.

**Tableau 3. Affectation des terres
(MAG/99/G31, 2002)**

Affectation	Part
Terres cultivables	08%
Aires de pâturage	57%
Formation forestière	21%
Terres inculte	12%
Zone peuplée	2%

Le taux de croissance démographique moyen actuel vaut 2,84%. Ce qui fait que la population malgache pourra dépasser les 32 millions d'habitants en 2030.

Depuis l'indépendance (1960) le revenu par habitant a chuté de 40 % et il se chiffre actuellement à US\$240. Selon le rapport des Nations Unies sur l'évaluation de l'IDH en l'an 2000, 75 % de la population de Madagascar sont actuellement pauvres et la majorité (68%) de cette frange vit en milieu rural. Dans l'ensemble, 71,3% de la population vit en dessous du seuil de pauvreté et la dualité ville / campagne est très marquée. L'IDH en milieu rural est de 0,383 tandis qu'en milieu urbain elle est de 0,54.

La scolarisation des enfants en âge d'aller à l'école a évolué rapidement dans le niveau primaire depuis 1994. L'accès aux études secondaires reste cependant difficile à cause de l'emploi précoce des enfants dans le secteur productif en milieu rural, de l'insuffisance des infrastructures scolaires et du nombre insuffisant de personnel enseignant. Compte tenu de la jeunesse de la population, les besoins d'investissements dans le domaine de l'éducation restent élevés.

Tableau 4 – Taux de scolarisation brut par niveau, en %, (PNUD, 2000)

NIVEAUX	94/95	95/96	96/97
Primaire	87,08	91,41	97,3
Secondaire 1er cycle	27,3	27,8	28,7
Secondaire 2nd cycle	10,6	8,2	10,4

L'accès des ménages à l'eau potable se limite à 23,6% en 1999 tandis que le pourcentage de ménages branchés au réseau de distribution de l'électricité n'est que 15,20%, avec une grande différence entre milieu urbain et milieu rural.

Tableau 5. Proportion des ménages ayant accès à l'eau potable et à l'électricité à domicile en 1999. (PNUD, 2000)

Secteur social	Ensemble	Urbain	Rural
Accès à l'eau potable	23,60%	70,40%	10,40%
Ménage électrifié	15,20%	47,70%	5,20%

1.7.2 SECTEUR PRIMAIRE

L'économie est essentiellement fondée sur le secteur primaire ou plus particulièrement sur l'agriculture, l'élevage et la pêche. Ce secteur fournit les 95% des apports alimentaires nationaux et plus de 80% des recettes en devises grâce à l'exportation du café, de la vanille, du girofle, du poivre, des pois du cap, du cacao et des divers produits halieutiques,...

Agriculture

En 1996, l'agriculture représente 27% environ du PIB total (3 213 millions USD). Elle emploie plus de 70% de la population active et représente aussi une source de matières premières (arachide, canne à sucre,...) pour les industries alimentaires et pour l'industrie.

Base de l'alimentation des malgaches, le riz est la culture vivrière la plus pratiquée. Les superficies rizicultivées s'élève à 1 150 000ha en moyenne. Avec une production moyenne de 2,5 millions de paddy par an, le riz fournit près de 50% des besoins caloriques moyens qui sont de 2 115 calories/jour/habitant.

Tableau 6. Evolution du taux de croissance du secteur primaire à Madagascar (MINEL, 1997)

Années	1995	1996	1997
Agriculture	+1.4%	+2.3%	+1.6%
Elevage/pêche	+2.0%	+1.8%	+0.6%
Sylviculture	+3.3%	+5.5%	+7.5%
Ensemble	+1.9%	+2.5%	+1.9%

Elevage

25% de la population malgache dépend de l'élevage et, à des degrés divers, plus de 60 % des ruraux y sont impliqués. En effet, 83,8% des ménages agricoles pratiquent des petits élevages. Les animaux, premier capital mobilisable pour les ménages ruraux, constituent la base des investissements et de l'augmentation des ressources. Ce secteur contribue à environ 9% au PIB national, soit 30% du PIB agricole.

Les animaux domestiques sont composés des bovins, ovins, caprins, porcins, volailles, chevaux mais l'espèce bovine est la plus importante grâce à sa valeur économique, culturelle et culturelle.

Pêches et aquaculture

Les captures du secteur halieutique ont augmenté entre 1992 et 1995, mais leur taux moyen annuel de croissance est restée à 3,2%.. La pêche traditionnelle maritime, la rizipisciculture et la pisciculture en étangs ainsi que la crevetticulture marine sont en croissance.

En 1995, la part du secteur dans les exportations malgaches était de 23,1% en valeur tandis que la disponibilité moyenne en poisson par habitant et par an était de 7,5kg/an.

La part du secteur dans la création du produit intérieur brut (PIB) national est de 7%. En outre, la pêche et l'aquaculture ont créé environ 14 000 emplois supplémentaires entre 1990 et 1996.

1.7.3 SECTEUR SECONDAIRE

5890 entreprises en activité ont été recensées en 1994 sur le territoire national dont 90% d'entreprises individuelles (E.I.). Le nombre des Sociétés et Quasi-Sociétés (S.Q.S.) se limitait à 573 seulement. La dominance de l'industrie alimentaire y est remarquable.

La contribution du secteur industriel au PIB a été estimée à 15% en 1991. L'agro-industrie, l'industrie minière, de construction, d'habillement et textile constituent les sous-secteurs porteurs dans ce domaine. Cette contribution connaît une croissance remarquable car elle est passée

Tableau 7. Répartition des types d'entreprise malgaches en 1994, (MADIO, 1995)

Groupe d'utilisation	% d'entreprises oeuvrant dans la filière		
	E.I.	S.Q.S	Total
Alimentaires	36,6	21,5	35,1
Autres consommations	25,5	34,0	26,2
Biens intermédiaires	22,9	30,2	23,7
Equipements	15,2	14,3	15,0

de 648 milliards de Francs Malagasy en 1991 à de 2245 milliards en 1997.

Le développement des activités industrielles de 1997 pouvait être expliqué globalement par :

- l'amélioration de la demande intérieure,
- la dynamique positive des entreprises franches,
- l'amélioration de l'exportation laquelle a enregistré une hausse de 16% en volume.

Malgré la croissance annoncée en 1997, la situation économique du pays reste très critique à cause de la croissance démographique et de la persistance des activités rurales traditionnelles peu productives.

1.7.4 SECTEUR TERTIAIRE

Construction et transport

Le développement des infrastructures routières va recevoir la majorité des investissements publics, financés sur aides internationales, au cours des prochaines années.

Le transport de marchandises et de passagers, au niveau national, verra ainsi une croissance induite par la réhabilitation et construction de routes, réduisant ainsi les coûts d'exploitation du transport.

Télécommunication

La libéralisation de l'exploitation des mobiles a favorisé la forte croissance de ce secteur. La vulgarisation des Nouvelles Technologie de l'Information et de la Communication (NTIC) et les investissements publics importants dans ce domaine entraîneront un développement rapide des autres secteurs.

Tourisme et Services

Au cours de la dernière décennie, le nombre de touristes étrangers est passé de 15000 à 160 000. Le potentiel reste très important en considérant la région Afrique du Sud-Océan Indien qui accapare 30% du marché du tourisme de l'Afrique. Les Aires Protégées constituent un des instruments essentiels du développement de ce sous-secteur. Un objectif de 500 000 touristes est fixé pour les 5 prochaines années.

Tableau 8. Evolution du nombre de visiteurs non-résidents aux frontières et recettes en devises. (Ministère du transport, 2001)

Année	Nombre de Visiteurs non résidents	Recettes devises en MIO DTS
1996	82 681	44,6
1997	100 762	52,9
1998	121 207	65,5
1999	138 253	72,9
2000	160 071	91,9

La chaîne (cluster) de filières liées au tourisme intègre le transport aérien, terrestre et maritime ainsi que le secteur immobilier.

Commerce

Une meilleure intégration dans les zones économiques et commerciales de la région Afrique – Océan Indien peut apporter une croissance rapide à ce sous-secteur. Les ventes de services constituent un potentiel de croissance.

Tableau 9. Récapitulatif de la situation nationale (source INSTAT, 2001)

Année de référence	1994
Superficie	587041 en Km ²
Population	13,395 millions d'habitants
Densité	22,8 habitants / km ²
Taux de croissance moyen	2,84 %
Population de moins de 15 ans	44,7% de la population totale
Population urbaine	25,8 % de la population totale
PIB	2976,92 US\$
PIB per capita	240 US\$
Taux de croissance du PIB	1,4 %
Superficie utilisée à des fins agricoles	2,5 millions d'hectares
Superficie forestière	13,26 millions d'hectares

1.8 ENERGIE

Le bilan énergétique de 1994 a révélé une forte dominance de la biomasse dans la consommation énergétique nationale. En effet, le bois énergie constitue la source d'énergie la plus utilisée dans les ménages. Il représente 86% de l'énergie primaire consommée durant l'année 1994 et 71% du bilan énergétique nationale, évalué à 6570,1KTEP, pour la même année.

A propos des produits pétroliers, la demande globale des ménages est relativement faible, elle vaut 8% du besoin national en combustibles fossiles. La consommation de gaz liquéfié et de pétrole lampant reste la plus importante dans le pays. Ils sont, en grande partie, utilisés pour l'éclairage en milieu rural.

Tableau 10. Bilan énergétique, en KTEP (MEM, 1994)

ENERGIE PRIMAIRE				
	Offre	Transfr.	Consom.	Total
Pétrole brut	275,4	273,9	0	549,3
Charbon minéral	3	0	3	6
Hydroenergie	41,8	41,8	0	83,6
bois energie	2344,8	651,6	1693	4689,4
bagasse	51,3	7,9	43,4	102,6
Balle de riz	7,5	0	7,5	15
Total Energie primaire				5445,9
ENERGIE SECONDAIRE				
Electricité	0	53,8	44,4	98,2
Gaz liquéfié	-0,2	2,8	3,3	5,9
Essence (EA, SC, ET	34,4	43,3	70,1	147,8
Jet Fuel	21,9	0	19	40,9
Pétrole lampant	-1,9	37,3	36,9	72,3
Gas oil	151,5	15,5	173,7	340,7
Fuel Oil	-83,1	101,2	20,5	38,6
Charbon de bois	0	180,6	180,6	361,2
Non énergétiques	12,3	-0,9	7,1	18,5
Total énergie secondaire				1124,1

Concernant l'électricité, la quasi-totalité de la production du pays provient des centrales hydrauliques et thermiques de la Société nationale d'électricité (JIRAMA).

L'utilisation de l'énergie nouvelle et renouvelable reste encore négligeable malgré le fait que les besoins énergétiques sont immenses.

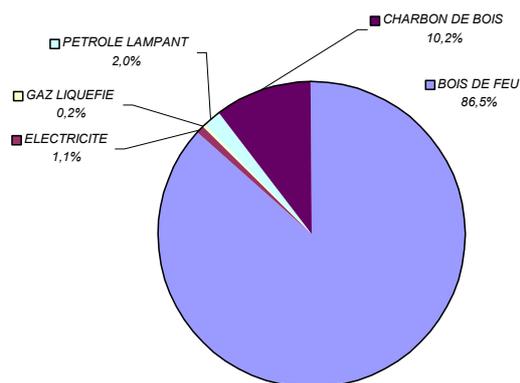


Figure 4 Répartition des sources d'énergie des ménages

1.9 POLITIQUE ENVIRONNEMENTALE

Madagascar dispose d'une très grande potentialité biologique. La grande diversité et la forte endémicité de sa faune et sa flore lui confèrent une valeur inestimable aux yeux du monde entier. Pourtant, la situation de la dégradation actuelle de son environnement est devenue alarmante.

En effet, trois problèmes majeurs persistent à Madagascar :

- la dégradation et l'épuisement du sol,
- la dégradation des ressources forestières,
- la dégradation de l'environnement humain.

Le gouvernement malgache a inclus parmi ses priorités la recherche des solutions relatives à « la réconciliation de l'homme avec son environnement ». Depuis lors, le pays s'est efforcé de se doter d'outils politiques, juridiques et institutionnels de gestion des ressources naturelles et de l'environnement parmi lesquels on peut citer :

- la Charte sur l'environnement malgache (1990) dont l'application a abouti à la mise en œuvre des programmes environnementaux PE1, PE2 et à la conception actuelle du PE3 ;
- le Ministère de l'Environnement des Eaux et Forêts lequel est le ministère de tutelle des agences d'exécutions composées de la DGEF, ANAE, SAGE et l'ANGAP ;
- l'Office National de l'Environnement, structure de coordination du PE1 et du PE2 ;
- l'ANGAP qui assure la gestion des aires protégées sur l'ensemble du territoire ;
- les ministères sectoriels qui intègrent la dimension environnementale dans la conduite de leurs activités.

Conscient de l'importance environnementale de ses ressources forestières, Madagascar a pris l'engagement de préserver ses ressources naturelles à travers la signature de nombreuses conventions internationales ayant trait à l'Environnement parmi lesquelles on peut citer :

- la Convention sur le Commerce International des Espèces de Faune et Flore Sauvages Menacées d'Extinction (CITES),
- la Convention sur la Diversité Biologique (CDB),
- la Convention sur les Zones Humides d'Importance Internationale (RAMSAR),
- la Convention de lutte Contre la Désertification (CCD),
- la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements climatiques (CCNUCC),
- la Convention sur la protection du Patrimoine Culturel et Naturel Mondial.

L'adoption d'un nouveau plan d'actions pour le développement rural, les changements profonds dans le contexte économique, politique et institutionnel, l'optique de libéralisation, de désengagement de l'Etat du secteur productif et de décentralisation effective, ont fait que la redéfinition de la Politique forestière s'est avérée comme une priorité. C'est ainsi que le document de la Politique Forestière a été élaboré et adopté en 1997.

La sortie du décret de mise en compatibilité des investissements avec l'environnement (MECIE): (Décret n° 99-954 du 15 décembre 1999) constitue aussi un grand pas vers l'intégration de la dimension environnementale dans le développement de tous les secteurs d'activités.

Chapitre II

INVENTAIRE NATIONAL DES GAZ A EFFET DE SERRE

II.1 CHANGEMENTS CLIMATIQUES

II.1.1 ORIGINE DU RÉCHAUFFEMENT DU GLOBE

D'après l'histoire, la Terre a connu plusieurs cycles naturels de réchauffement suivi d'un refroidissement qui se succédaient à des intervalles de plusieurs siècles selon la composition de l'atmosphère. Ce phénomène cyclique obéit aux lois physiques de « la tendance vers l'état d'équilibre » qui régissent le fonctionnement de tous les écosystèmes naturels. CO_2

En effet, seule une partie de l'énergie solaire arrive sur Terre, le reste étant soit renvoyé vers l'espace, soit absorbé par l'atmosphère. Au contact du rayonnement reçu, la Terre s'échauffe et renvoie vers l'atmosphère cette énergie, sous forme de chaleur (l'infrarouge). Pourtant une partie de ce rayonnement est intercepté, absorbé et re-émis par certains gaz particuliers, naturellement présents dans l'atmosphère. Ce qui engendre le réchauffement de la basse atmosphère.



Figure 5. Illustration du processus de réchauffement global

Etant comparable à ce qui se passe dans une serre, ce phénomène a été baptisé « effet de serre » car, comme la vitre de la serre, l'atmosphère laisse entrer les rayonnements solaires mais elle emprisonne la chaleur grâce à ces gaz à effet de serre (GES).

II.1.2 PRINCIPAUX GAZ A EFFET DE SERRE

Depuis des années, des preuves scientifiques ont mis en évidence le lien entre les émissions anthropiques de Gaz à Effet de Serre (CO_2 , CH_4 ,...) et le réchauffement atmosphérique de notre planète ainsi que les changements climatiques y afférents. Parmi ces GES d'origine anthropique on peut citer :

- le gaz carbonique (CO_2) émis principalement par les véhicules de transport, les industries énergétiques, manufacturières et de construction.
- le méthane (CH_4) émis principalement par l'agriculture en zones inondées et les décharges
- le protoxyde d'azote (NO_x) provenant des fumures de bétail et des sols cultivés.
- Les composés volatiles non-méthaniques (COVNM), contribuant indirectement au phénomène de réchauffement.
- Les sulfures (SO_2) provenant des industries extractives et de construction, lesquelles exercent un effet refroidissant (l'effet de serre négative).

II .2 ETAPES FRANCHIES

Madagascar a ratifié en décembre 1998 la Convention Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC). Devenu Partie à ladite convention, le pays s'est engagé à remplir ses obligations, en particulier l'élaboration de la communication nationale qui traduit son engagement à contribuer à la stabilisation des émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique.

Grâce à l'appui du PNUD / FEM, le gouvernement malgache à pu entamer en août 2000 la mise en œuvre du projet MAG/99/G31 portant sur la préparation de la Communication nationale initiale au titre de la CCNUCC.

La préparation de cette communication nationale initiale comporte un certain nombre d'étapes à savoir :

- l'établissement d'un inventaire national des gaz à effet de serre, suivant la méthodologie de GIEC,
- l'entreprise d'une étude de vulnérabilité et d'adaptation aux méfaits des changements climatiques,
- l'analyse des possibilités d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre, sur la base de la méthodologie du Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat (GIEC),
- l'élaboration d'un plan d'action national cohérent avec les priorités de l'Etat et tenant compte de l'objectif ultime de la CCNUCC et de la grande vulnérabilité du pays face aux méfaits des changements climatiques,
- la formulation de la Communication Nationale Initiale de Madagascar sur la base des résultats des études préalablement effectuées.

Compte tenu du fait que la problématique des changements climatiques est encore peu connue, la mise en œuvre du projet MAG/99/G31 nécessitait :

- le renforcement des capacités institutionnelles, scientifiques et techniques dans ledit domaine
- et surtout la sensibilisation du public.

II.3 INVENTAIRE NATIONAL DES ÉMISSIONS DES GAZ À EFFET DE SERRE

II.3.1 MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE

L'inventaire national de GES a été réalisé en 2001 pour les secteurs énergie, agriculture & élevage, procédés industriels, changements d'affectation des terres & foresterie et gestion de déchets. Respectant entièrement la méthodologie du GIEC, préconisée à partir de la décision 10/CP2 de la CCNUCC et de la version révisée 1996 des lignes directrices du GIEC/OCDE/AIE), l'inventaire se focalisait sur le dioxyde de carbone (CO₂) ; l'oxyde de carbone (CO), le méthane (CH₄), l'oxyde nitreux (NO₂) et les composées organiques volatils non méthanoïques (COVNM).

L'année 1994 a été retenue comme année de référence des bases de données. Le choix de cette

année a été motivé par le fait que l'on y dispose d'un maximum de données et que celle-ci ne présente aucune particularité sur le plan climatique. Cependant, quelques lacunes existent au niveau de certains secteurs tels que les procédés industriels, le changement d'affectation des terres et foresterie ainsi que les déchets.

II.3.2 RÉSULTAT

II.3.2.1 Energie

Le secteur énergie constitue la principale source de GES à Madagascar. Le sous secteur résidentiel constitue le principal consommateur d'énergie (63,3% de l'ensemble des combustibles) mais comme la majorité des ménages puise plus de 86% de leurs besoins énergétique à partir du bois énergie (biomasse), la part du sous-secteur résidentiel dans l'émission de GES reste très bas.

C'est plutôt l'utilisation des combustibles fossiles pour les véhicules de transport et les centrales thermiques qui en est le premier responsable. En effet, le transport contribue à 50% de l'émission de CO₂ du secteur. L'accroissement du nombre de véhicules en grande partie vétustes mises en circulation explique cette dominance. Par contre le besoin des industries énergétiques dans l'alimentation des centrales thermiques et de la raffinerie se limite à 14% de l'émission sectorielle de CO₂.

Compte tenu du faible niveau d'industrialisation du pays, les industries manufacturières et de construction consomment une faible proportion de produits pétroliers, et contribuent à environ 20% des émissions sectorielles.

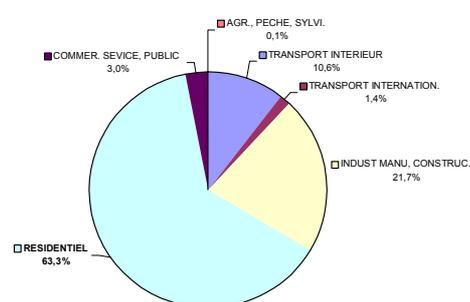


Figure 6. Répartition sectorielle de la consommation d'énergie, tous combustibles confondus en Gg

Tableau 11. Bilan du Secteur Energie en matière d'émissions de gaz à effet de serre, en Gg (MAG/99/G31, 2001)

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COVNM	SO ₂
A- EMISSIONS DUES A LA COMBUSTION							
1.- Industries énergétiques	165,34	13,48	0,00	0,56	92,39	24,69	8,05
Production d'électricité	120,03						
Raffinerie	45,31						
2.- Industries manufacturières et construction	242,75	0,90	0,08	2,54	46,45	1,05	8,47
3.- Transports	613,74	0,09	0,01	6,60	28,37	5,38	2,30
Aviation civile (intérieure)	38,44	0,00	0,00	0,12	0,12	0,02	0,01
Transport routier	495,15	0,08	0,00	4,91	27,17	5,14	0,69
Chemin de fer	12,71	0,00	0,00	0,21	0,17	0,03	0,25
Navigation (intérieure)	67,44	0,00	0,00	1,36	0,91	0,18	1,34
4.- Autres secteurs	119,33	18,09	0,23	6,48	321,98	34,50	15,59
Commerce/Service/Institutionnel	15,55	0,83	0,01	0,31	15,10	1,56	0,76
Résidentiel	96,76	17,26	0,22	6,06	306,79	32,92	14,69
Agriculture/Foresterie	7,03	0,00	0,00	0,11	0,09	0,02	0,14
TOTAL COMBUSTION	1145,17	32,56	0,32	16,18	489,19	65,63	34,41
B- EMISSIONS FUGITIVES (Pétrole)							
				0,02	0,02	0,22	0,25
EMISSION TOTALE	1145,17	32,56	0,32	16,19	489,21	65,85	34,66

Sur la base de ces chiffres, on peut dire que, hors-biomasse, les émissions GES liées aux activités énergétiques du pays sont encore relativement faible dans leur ensemble.

II.3.2.2 Procédés industriels"

Le secteur industriel malgache n'est pas une source écrasante des gaz à effet de serre à l'échelle nationale. Les quantités de gaz émis à travers les procédés industriels sont très modestes. Ces gaz sont composés principalement de CO₂ et des COVNM.

Le CO₂, estimé à 5 Gg, est le plus significatif des gaz répertoriés. Ce sont les activités de production de ciment et celles des applications industrielles de la dolomie qui y contribuent en majeure partie.

Les COVNM, estimés à 1Gg, sont essentiellement émis par la branche d'activité de production d'aliments.

Les taux des autres gaz précurseurs d'ozone et des aérosols (NO_x, CO, SO₂) sont négligeables.

Les principales raisons qui justifient cette faible contribution du secteur industriel sont :

- le faible niveau d'industrialisation de Madagascar en 1994,
- les micro-entreprises prédominaient face à une minorité de grande taille,
- le secteur industriel est dominé par l'industrie manufacturière dont les entreprises se concentraient autour de trois branches d'activités qui sont l'industrie alimentaire, l'industrie du bois et l'industrie du textile.

A Madagascar, les activités émettrices de G.E.S de ce sous secteur relèvent de : la production de ciment, la production de chaux, les utilisations industrielles de dolomie autres que pour la production de ciment, celle de l'asphalte pour revêtement routier, l'industrie de pâte à papier, la production de boissons alcooliques, la production d'aliments et de la consommation d'halocarbones.

II.3.2.3 Agriculture

L'inventaire des GES dans le Secteur Agriculture a été consacré aux émissions issues de 4 sources : le bétail, la riziculture, le brûlage dirigé des savanes et les sols cultivés.

II.3.2.3.1 Bétaills

Le méthane et l'oxyde nitreux constituent les principaux GES émis par le bétail.

Le méthane est produit par la fermentation entérique et par la gestion du fumier. A Madagascar, les 90% des émissions de méthane sont attribuables aux bovins non laitiers. Ce phénomène est dû au mode d'élevage du type extensif ainsi que de leur alimentation basée essentiellement de fourrages naturels de faible valeur nutritive.

L'oxyde nitreux est, par contre, produit par les différents types de systèmes de gestion des déchets animaux (SGDA). La quasi-totalité des émissions (12,26 Gg) se produit dans les pâturages et les parcours des animaux.

II.3.2.3.2 La riziculture

La riziculture émet aussi du méthane. C'est le mode de fertilisation qui en est le premier

Tableau 12. GES émis en agriculture/élevage par source d'utilisation en Gg (MAG99/G31, 2002)

SOURCES	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO
Bétail	297,21	12,98	-	-
Riziculture	29,20	-	-	-
Brûlage des savanes	0,33	-	0,15	8,66
Sols cultivés	-	28,74	-	-
Total	326,74	41,72	0,15	8,66

responsable. En effet deux modes d'exploitation se pratiquent à Madagascar : la riziculture pluviale et la riziculture irriguée. La superficie totale des rizières ne recevant pas d'engrais organiques constitue 86,5% de la superficie totale récoltée. 85% de cette superficie ne reçoivent aucun fertilisant. Il s'en déduit que sur les 29,20Gg de méthane émis par la riziculture, 9,20 Gg (2/3 des émissions) proviennent des zones irriguées sans apport d'engrais organiques.

II.3.2.3.3 Brûlage des savanes

L'utilisation des feux fait partie des traditions culturelles et culturelles des paysans. Chaque année, plusieurs centaines de milliers d'hectares de terrains où dominent les savanes sont dévastées par les feux de brousse. Par contre, le système de brûlage sur place des résidus agricoles est une pratique presque inexistante à Madagascar. Le méthane (CH₄) évalué à 0,33 Gg et le monoxyde de carbone (CO) estimé à 8,66 Gg sont les principaux GES émis par cette pratique.

Du dioxyde de carbone (CO₂) a également été recensé mais les émissions de ce gaz sont considérées comme nulles car elles sont produites instantanément. De plus, étant donné que la végétation repousse entre deux cycles de brûlage, le dioxyde de carbone rejeté dans l'atmosphère serait réabsorbé au cours de la prochaine période végétative.

II.3.2.3.4 Sols cultivés

Les sols cultivés sont responsables de l'émission d'hémioxyde d'azote (N₂O), la quantité directement émise est estimée à 28,74 Gg.

II.3.2.4 Changements d'affectation des terres et foresterie

Le changement du patrimoine forestier et des autres stocks de biomasse ligneuse, la conversion des forêts en prairies, l'abandon de terres exploitées et les émissions et/ou séquestration de CO₂ par le sol, constituent les principaux aspects des changements dans l'affectation des terres. Les plantations considérées dans l'inventaire sont *Eucalyptus spp* (feuillus mélangés), *Pinus sp* (résineux) et Anacardier.

Tableau 13. Bilan général des émissions/séquestration de GES par le LULUCF, en Gg (MAG/99/G31, 2001)

CATEGORIES DES SOURCES ET PUIXS DE GAZ A EFFET DE SERRE	Emission ou séquestration de gaz a effet de serre (Gg)					
	Emissions	Séquestration	Emissions autres que CO ₂			
			CO ₂	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
BILAN : Changement d'affectation des terres et Foresterie	0	- 240 168	57	0	14	496
A Changement du patrimoine forestier et autres stocks de biomasse	0	- 171 519				
B Conversion des forêts et prairie	+ 32 471		57	0	14	496
C Abandon des terres exploitées		- 4 99 932				
D Emission /séquestration de CO ₂ par le sol	+ 398 812					
Bilan de CO₂	+ 431 283	- 671 451				

II.3.2.4.1. Changement du patrimoine forestier et des autres stocks de biomasse ligneuse

Le changement du patrimoine forestier et autres stocks de biomasse ligneuse présente pour 1994

un bilan tel que la séquestration de CO₂ qui est estimé à 171519 Gg. En effet, la superficie occupée par les forêts à Madagascar est encore assez élevée. Ces forêts constituent des puits de CO₂ importants. La séquestration de CO₂ est très importante dans les forêts denses et humides de l'Est. Elle diminue progressivement des forêts sèches de l'Ouest aux forêts sèches et/ou épineuses du Sud.

II.3.2.4.2. Conversion des forêts et prairies

Du CO₂ se libère lors des combustions provenant de la pratique culturale généralisée de Madagascar (cultures sur brûlis) et de la fabrication des charbons de bois. A l'exception du cas de la forêt humide, la libération de CO₂ par la décomposition des biomasses laissées sur site est très faible.

Les autres gaz libérés par la combustion des forêts sont constitués essentiellement de CO (496 Gg). Les émissions d'autres gaz tels que CH₄, NO_x et N₂O restent faibles quoique le méthane libéré atteigne 57 Gg.

II.3.2.4.3. Abandon des terres exploitées

La séquestration de CO₂ par abandon de terres exploitées avec repousse des végétations vaut 499 932 Gg. Elle varie d'une région à l'autre. Cette variation est étroitement liée au taux annuel de croissance de la biomasse au dessus du sol, les repousses des végétations étant fonction de la nature du sol et du climat.

II.3.2.4.4. Emission de CO₂ provenant des sols perturbés par l'agriculture

Concernant l'utilisation des sols pour l'agriculture, les émissions de CO₂ sont plus élevées dans les sols organiques localisés en altitude (≥ 1000 m) et ceux utilisés en pâturage. Les émissions provenant du phosphatage des sols, fonction de la quantité de dolomie utilisée, sont très faibles à Madagascar.

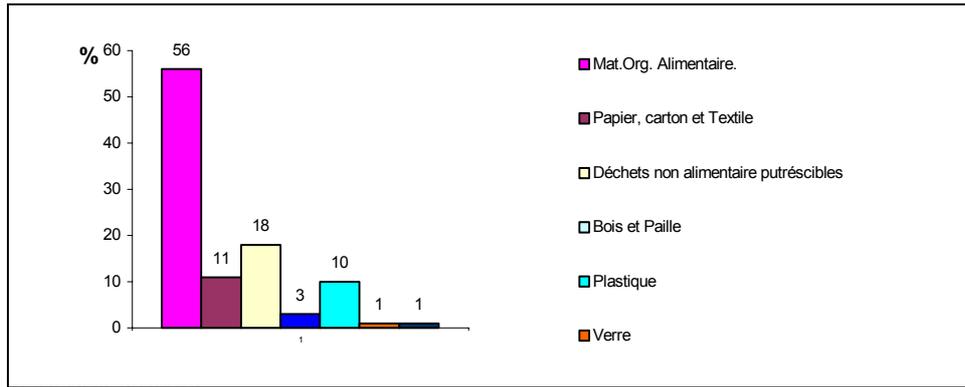
II.3.2.5 Gestion des déchets

La particularité de Madagascar d'avoir une population paysanne de l'ordre de 80% implique qu'en 1994, seules les villes à forte densité de population constituent les lieux de concentration des déchets, nécessitant de ce fait la mise en décharge. Les seules grandes villes susceptibles de production de méthane par les déchets solides sont la capitale Antananarivo et Fianarantsoa.

Les villes de Toamasina et Antsiranana ne disposent pas encore de données fiables sur leurs déchets et leur gestion, tandis qu'à Mahajanga le processus de « méthanisation » n'est pas possible malgré une forte proportion de matières organiques et d'autres produits fermentescibles (70%). En effet le pourcentage de l'humidité dans les déchets y est très bas (13,5%).

Quant au cas d'Antsirabe, les déchets de la ville subissent généralement de différentes sortes de tri suivant les besoins des récupérateurs. Les paysans producteurs environnants s'approprient de tous les déchets dégradables pour en faire du compost. La production de méthane au niveau de la décharge est alors négligeable.

La composition des produits organiques dégradables dans les déchets solides est donnée par la figure ci-dessous



II.3.2.5.1. Déchets solides

La capitale **Figure 7. Composition des déchets, en % (MAG/99/G31)** stion des déchets solides qui sont dominés par les ordures ménagères. Les éléments fermentescibles des déchets solides tendent à être utilisés en compostage

II.3.2.5.2. Eaux usées et boues

Aucune ville du pays ne possède pour le moment de système de traitement de ses eaux usées (domestiques ou commerciales), encore moins pour les boues. Les eaux usées sont très souvent aiguillées soit vers les cours d'eau les plus proches (pour les villes de l'intérieur) soit vers la mer (pour les villes côtières). Seules certaines petites unités industrielles opérant dans le textile disposent de système de collecte d'eaux usées. Par ailleurs, la législation environnementale suggère actuellement l'installation des équipements pour les unités industrielles générant des quantités énormes de rejets liquides et d'eaux résiduares dans le cadre de la mise en conformité des unités industrielles existantes selon le décret MECIE en vigueur.

II.3.2.6 Conclusion

Le dioxyde de carbone (CO₂) constitue le principal GES émis à Madagascar. Il est quasi-totalement produit par le secteur énergétique dont la moitié (495Gg) par le transport routier. La part du secteur « énergie et transport » dans l'émission nationale s'élève à 64%. Celle de la foresterie et des changements d'affectation des terres représente les 21% tandis que celle de l'agriculture se limite à 14%. La part des déchets et des procédés industriels est très minime.

Les formations forestières malgaches peuvent absorber plus de 671 451 Gg de CO₂. L'inventaire a ainsi permis de conclure que Madagascar est un « pays puits » avec une capacité de séquestration de l'ordre de 240164Gg.

Tableau 14. Récapitulation des résultats de l'inventaire national des gaz à effet de serre, en Gg (MAG/99/G31, 2000).

SOURCES DES GAZ A EFFET DE SERRE		CO ₂		CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COVMN	SO ₂
		Emission	Captage						
Emission totale nationale (Gg)		432 429	671 451	426	42	31	994	67	35
Emission nationale en équivalent CO₂ (Gg)		432 429	671 451	10 444	13 450	1 224	2 982	-	-
I	SECTEUR ENERGIE	1141,17	0	32,55	0,31	16,44	489,21	65,83	34,65
A	EMISSIONS DUES A LA COMBUSTION								
	1.-Industries énergétiques	165,34		13,48	0	0,56	92,39	24,69	8,05
	Production d'électricité	120,03							
	Raffinerie	45,31		13,48		0,56	92,39	24,69	8,05
	2.-Industrie manufacturière et de constructions	242,75		0,9	0,08	2,54	46,45	1,05	8,47
	3.-Transports	613,74		0,08	0	6,84	28,37	5,37	2,29
	Aviation civile (intérieur)	38,44		0	0	0,12	0,12	0,02	0,01
	Transport routier	495,15		0,08	0	4,91	27,17	5,14	0,69
	Chemin de fer	12,71		0	0	0,21	0,17	0,03	0,25
	Navigation (intérieur)	67,44		0	0	1,6	0,91	0,18	1,34
	4.-Autres secteurs	119,34		18,09	0,23	6,48	321,98	34,5	15,59
	Commerce/Service/Institutionnel	15,55		0,83	0,01	0,31	15,1	1,56	0,76
	Résidentiel	96,76		17,26	0,22	6,06	306,79	32,92	14,69
	Agriculture/Foresterie	7,03		0	0	0,11	0,09	0,02	0,14
	TOTAL COMBUSTION	1141,17		32,55	0,31	16,42	489,19	65,61	34,4
B	EMISSIONS FUGITIVES								
	Pétrole					0,02	0,02	0,22	0,25
II	SECTEUR PROCÉDES INDUSTRIELS	5		0	0	0	0	1	0
	Production de ciment	4		0	0	0	0	0	0
	Utilisation de la dolomie	1		0	0	0	0	0	0
	Production de papier (procédé kraft)	0		0	0	0	0	0	0
	Boissons alcoolisées et aliments	0		0	0	0	0	1	0
III	SECTEUR AGRICULTURE	0		326,74	41,72	0,15	8,66	0	0
	Bétail	0		297,21	12,98	0	0	0	0
	Riziculture	0		29,2	0	0	0	0	0
	Brûlage des savanes	0		0,33	0	0,15	8,66	0	0
	Sols cultivés	0		0	28,74	0	0	0	0
IV	SECTEUR CHANGEMENT D'AFFECTATION DES TERRES ET FORESTERIE	431 283	671 451	57	0	14	496	0	0
A	Changement de patrimoine forestier et autres stocks de biomasse ligneuse		171 519	0	0	0	0	0	0
B	Conversion des forêts et prairies	32 471		57	0	14	496	0	0
C	Abandon des terres exploitées		499 932	0	0	0	0	0	0
D	Emission/Séquestration de CO ₂ par le sol	398 812		0	0	0	0	0	0
V	SECTEUR GESTION DES DECHETS			10					
VI	A titre d'information								
A	EMISSION DE CO₂ ISSUE DE LA BIOMASSE	10812,28							
B	BILAN de SEQUESTRATION	-239 022							

Chapitre III

PROJECTIONS DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE & MESURES D'ATTENUATION

III. PROJECTIONS DES EMISSIONS DE GES ET MESURES D'ATTENUATION

III.1 BASES SOCIOECONOMIQUES DES PROJECTIONS

Les hypothèses de travail dans le scénario de référence se fondent sur les orientations fondamentales suivantes :

- croissance progressive du secteur tertiaire dans le PIB au cours des prochaines décennies,
- découplage entre développement et consommation d'énergie fossile,
- développement rapide et durable .

III.1.1 CROISSANCE PROGRESSIVE DU SECTEUR TERTIAIRE DANS LE PIB AU COURS DES PROCHAINES DÉCENNIES.

Cette vision rejoint le principe de dématérialisation et de la décarbonisation de la production. Il est exclu que Madagascar se développe suivant les modèles traditionnels d'industrialisation où des branches d'industries lourdes et polluantes prennent une place importante. Cette tendance sera également liée à une réduction relative du secteur primaire.

Le secteur tertiaire verra par contre une croissance forte et soutenue en s'appuyant sur des filières comme le tourisme qui mettra à contribution les branches transports, lui-même soutenu par le développement des infrastructures routières. Le secteur de la télécommunication, lié à la maîtrise des NTIC, est amené à contribuer à cette croissance rapide par une meilleure intégration dans le commerce international des services, soutenue par un niveau d'éducation élevée de la population qui fournira une main d'œuvre qualifiée compétitive sur le plan international.

Tableau 15. Taux de croissance annuel (MAG/99/G31, 2002)

Année	Primaire	Secondaire	Tertiaire
2005	6%	6%	8%
2010	9%	7%	9%
2015	11%	9%	11%
2020	9%	10%	12%
2025	7%	10%	12%
2030	6%	11%	12%

III.1.2 DÉCOUPLAGE ENTRE DÉVELOPPEMENT ET CONSOMMATION D'ÉNERGIE FOSSILE.

Compte tenu de la très faible consommation d'énergie par habitant actuellement, les besoins à satisfaire restent très élevés. Si l'on maintient les tendances sur le transport par exemple, il faudrait s'attendre à une prolifération de l'utilisation des véhicules usagés par les particuliers. De même, si la demande en énergie du secteur industriel est satisfaite par les sources thermiques, une dépendance aux produits pétroliers sera encore renforcée.

Au niveau des ménages, l'amélioration de l'efficacité énergétique associée à l'usage de nouvelles technologies de ressources renouvelables contribuera à une moindre dépendance relative des énergies fossiles. De nouveaux investissements dans le domaine de l'hydroélectrique, exploitant de façon plus pragmatique les potentiels, sont attendus avec la libéralisation de la production et de la distribution d'électricité.

III.1.3 DÉVELOPPEMENT RAPIDE ET DURABLE

Pour atteindre les objectifs de réduction de la pauvreté de 50% d'ici 2015, la croissance doit évoluer très rapidement après la résorption des effets de la récession de 2002 estimée à 8%.

Le taux de croissance global pourrait évoluer sur trois phases :

- (i) une phase de relance et d'implantation des infrastructures de base et de la bonne gouvernance (2000 à 2010 avec un taux de croissance de 6,3% à 8,5%),
- (ii) une phase de croissance soutenue liée à une amélioration de la productivité (avec un taux de croissance de 10% à 12% entre 2011 et 2020),
- (iii) une phase de développement plus stable supportée par le marché international, 2020 à 2030 avec un taux de croissance de 10%.

Pour atteindre ces objectifs macro-économiques, les secteurs porteurs de croissance (mines, industries manufacturières, pêche...) devraient atteindre des performances très élevées. Ces hypothèses sont retenues pour les projections des secteurs dans les scénarii de référence des mesures d'atténuation.

III.2 EMISSIONS RELATIVES A L'ENERGIE ET A LA TRANSFORMATION ENERGETIQUE A L'HORIZON 2030

III.2.1 TRANSPORT

III.2.1.1. Projection

Le transport est responsable de plus de la moitié de l'émission de GES à cause de la consommation de carburant. Le volume des émissions de CO₂ y afférent s'élève à de 613,7 Gg en 1994.

Cette émission répond à une demande de transport fortement dominée par le transport routier.

Tableau 16. Demande de services de transport en 1997
(MAG/99/G31, 2002)

Mode de transport	Marchandise en mio T km	Voyageur km en million
Routier	1 982,2	710
Ferroviaires	69,1	40
Maritime	7,9	n.d
Aérien	n.d	171
TOTAL	2 059,2	921

A partir de cette situation initiale, les projections sont faites en fonction de l'évolution de la population urbaine (5% par an) qui détermine le niveau d'activité de transport pour les centres urbains et les relations interurbaines. A cette évolution de la demande locale s'ajoute une demande générée par le tourisme international où l'objectif est fixé à 1 million de visiteurs en 2030.

Les résultats de ce scénario, sans modification des structures de la demande, constituent un effet multiplicateur des émissions qui sera plus de 17 fois en 30 ans. Le niveau d'émission par habitant reste cependant très faible et n'est que de 0,37 KT en 2030.

Tableau 17.- Projection des émissions de GES relatives au transport, en Gg d'équivalent CO₂, sous le scénario de référence (MAG/99/G31, 2002)

GES	1997	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
CO ₂ non biogénique	754,8	690,1	1 052,9	1 643,0	2 629,7	4 301,7	7 174,5	12 167,2
Méthane	2,8	2,3	3,9	6,7	11,7	20,6	36,4	64,8
Oxyde Nitreux	6,2	5,6	8,2	12,1	18,2	28,1	44,4	71,6
Somme (Gg E-CO₂)	763,8	698,1	1 065,1	1 661,8	2 659,6	4 350,4	7 255,3	12 303,7

III.2.1.2. Mesures d'atténuation

Les mesures d'atténuation portent essentiellement sur les modes de transport en commun pour les passagers et sur le chemin de fer pour les marchandises. En effet, il faut 6 fois plus de carburant pour déplacer un passager en véhicule particulier qu'en transport en commun. Pour les marchandises, le transport routier en consomme le double de celui du transport ferroviaire.

III.2.1.2.1 Relance du réseau ferroviaire

Cette mesure peut être réalisée à court terme à travers la réhabilitation du réseau de chemin de fer à l'instar du réseau Fianarantsoa-Côte Est. Une remise en marche du réseau banlieue autour de la capitale peut déjà apporter une réduction des émissions de gaz à effet de serre par le transport de marchandises et de passagers. Une réduction des émissions de 45% par rapport au scénario de référence peut être atteinte à l'horizon 2030 par cette mesure.

III.2.1.2.2. Aménagement des transports en commun

Des investigations plus profondes seraient à mener pour accompagner le développement prévu des infrastructures routières pour recevoir des véhicules de plus grandes capacités avec les mêmes qualités de services que les mini-bus actuels, surtout pour les transports interurbains. L'augmentation des capacités des vecteurs de transport interurbain est aussi source de réduction des émissions.

III.2.1.2.3. Développement de moyen de transport intermédiaire (MTI)

Les investissements (infrastructures et vecteurs de transport) sont plus faibles et les émissions presque nulles. Là encore, un aménagement de voies affectées à ce mode de transport devrait être prévu dans les nouvelles infrastructures.

III.2.1.2.4 Encouragement de véhicules plus propres

La vétusté des véhicules est source de consommation importante de carburant et de lubrifiant. La normalisation progressive des émissions, appuyée par des mécanismes incitatifs, sont des mesures d'atténuation à envisager. L'utilisation de carburants biologiques pourrait constituer une mesure d'atténuation appropriée car les véhicules conventionnels peuvent recevoir une proportion (moins de 10%) de ces carburants sans aucune modification. Elle va apporter des avantages environnementaux et surtout économiques par effet d'entraînement du transport sur le secteur agricole et par réduction des importations de carburants fossiles.

III.2.2 INDUSTRIES MANUFACTURIÈRES.

III.2.2.1. Projection

Le faible niveau d'industrialisation¹ de Madagascar lui confère une modeste contribution du secteur industrie dans les émissions de GES. Selon la projection basée sur les données de 1997, les émissions de GES imputables aux activités industrielles, dont 80-85% CO₂, atteindraient 742,5 Kt E-CO₂ en 2010, et 6944,9 Kt E-CO₂ en 2030. Les Industries minières extractives (41%), les Industries alimentaires (19%) et les Industries de construction et BTP (15,5%) constitueraient les principales émettrices de GES dans le secteur.

Tableau 18. Evolution des émissions de GES des différentes branches industrielles sous le Scénario de Référence, en Gg E-CO₂ (MAG99/G31, 2002)

	1997	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Industries Alimentaires	102,2	102,3	154,5	232,2	361,7	557,9	853,6	1 297,0
Industries Mines & Ex.	65,7	41,5	69,0	150,5	325,7	702,3	1 411,2	2 836,3
Industries Textile. & Hab.	42,5	36,8	62,0	104,7	176,6	298,0	502,9	848,5
Industries Cons. & BTP	62,9	58,3	94,6	153,7	250,1	406,9	661,9	1 076,7
Papeterie	0,3	0,2	0,3	0,5	1	1,7	2,4	3,4
Autres Industries	35,9	33,8	59,2	101,0	180,6	312,9	530,1	883,0
Somme	309,5	272,8	439,7	742,5	1295,7	2279,7	3962,1	6944,9

III.2.2.1. Mesures d'atténuation

L'application des mesures adéquates d'atténuation des émissions de GES pourrait faire chuter à 658,7 Kt E-CO₂ en 2010, 1715,0 Kt E-CO₂ en 2020 et à 4385,1 Kt E-CO₂ en 2030, soit respectivement des baisses de 11,5%, 25% et 36% par rapport aux émissions estimées dans le scénario de référence. Ces mesures d'atténuation sont principalement :

- la dépollution, cas du lavage des effluents gazeux et de la filtration chimique des gaz,
- l'économie d'énergie qui inclurait :
 - o l'adoption des techniques de production plus propres par le biais du transfert de la technologie en remplacement des procédés archaïques et de la rénovation des équipements vétustes des anciennes usines,
 - o l'amélioration de l'efficacité énergétique,
 - o la valorisation des déchets industriels,

¹a)-concentration autour de quatre branches d'activité - industrie alimentaire, industrie du textile, industrie du bois et BTP

b)-orientation du secteur industriel vers les biens de consommation et concentration des industries à Antananarivo.

- o la substitution des matériaux au niveau des procédés industriels.

Tableau 19. Projection des émissions de CO₂, CH₄, NO₂ dues aux Industries non énergétiques (MAG/99/G31, 2002).

Emissions de GES (Gg-E-CO ₂)	1997	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Scénarios de Référence	309,5	272,8	439,7	742,5	1 295,7	2 279,7	3 962,1	6 944,9
Scénario d'atténuation	309,5	272,8	415,6	658,7	1 064,6	1 715,0	2 753,5	4 385,1
Réduction GES par l'atténuation	0,0	0,0	-24,1	-83,8	-231,3	-564,7	-1 208,6	-2 559,8

III.2.3 MÉNAGES

III.2.3.1 Projection

Les activités consommatrices d'énergie se répartissent entre la cuisson, l'éclairage et les autres utilisations (repassage, réfrigération, audio-visuels,...). En 1997, la consommation énergétique du secteur résidentiel était de 1436 KTEP, soit plus de 60% de la demande en énergie du Pays.

Comme pour tout pays en développement, le bois-énergie utilisé sous forme de bois de feu ou sous forme de charbon de bois, constitue la principale source d'énergie des ménages.

En matière de produits pétroliers, même si la demande globale du secteur est relativement faible, la consommation de gaz liquéfié et de pétrole lampant (utilisé en grande partie pour l'éclairage en milieu rural) reste la plus importante dans les ménages.

La politique énergétique malgache actuelle tient déjà compte de la réduction des émissions de GES.

Les grandes orientations de cette politique se composent de :

- la diffusion de foyers économes à bois de feu et à charbon de bois en milieu urbain et rural,
- la substitution du bois de feu et du charbon de bois par du pétrole lampant ou du gaz liquéfié en milieu urbain et en milieu rural,

- la diffusion de Lampes à Basse Consommation (LBC),

- le branchement aux réseaux des ménages utilisant de l'électricité autoproduite, du pétrole

Tableau 20. Projection de répartition des ménages par type de combustible sous le scénario de référence (MAG99/G31, 2002).

MILIEU URBAIN	1997	2 010	2 020	2 030
- Bois de feu Trad.	41,7%	25,0%	10,0%	1,0%
- Bois de feu Amél.	0,1%	5,0%	10,0%	4,0%
Ens BOIS DE FEU	41,8%	30,0%	20,0%	5,0%
- Charbon Trad.	34,3%	20,0%	10,0%	5,0%
- Charbon Amél.	20,0%	30,0%	30,0%	15,0%
Ens CHARBON	54,3%	50,0%	40,0%	20,0%
- Pétrole lampant	0,7%	8,0%	20,0%	30,0%
- Gaz	2,3%	10,0%	15,0%	35,0%
- Electricité	0,8%	2,0%	5,0%	10,0%
	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
MILIEU RURAL				
- Bois de feu Trad.	74,2%	40,0%	20,0%	10,0%
- Bois de feu Amél.	20%	30,0%	30,0%	20,0%
Ens BOIS DE FEU	94,2%	70,0%	50,0%	30,0%
- Charbon Trad.	2,1%	5,0%	10,0%	10,0%
- Charbon Amél.	3,0%	15,0%	20,0%	30,0%
Ens CHARBON	5,1%	20,0%	30,0%	40,0%
- Pétrole lampant	0,3%	5,0%	10,0%	15,0%
- Gaz	0,3%	4,0%	8,0%	12,0%
- Electricité	0,1%	1,0%	2,0%	3,0%
	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tableau 21. Projection des émissions de GES par les ménages, sous le scénario de référence, en Gg E-CO₂ (MAG/99/G31)

GES	1997	2010	2020	2030
CO ₂ biogénique	6 327	7 140	9 329	11 275
CO ₂ biogénique	118	407	1 235	4 050
CO	301	357	490	629
CH ₄	17	18	23	26
COVNM	31	31	35	34
NO _x	6	7	10	16
NO ₂	0,2	0,3	0,3	0,3
SO ₂	0,02	0,06	0,1	0,5

lampant, de la bougie ou d'autres sources.

Compte-tenu du contexte démographique et socio-économique ainsi que l'application de la politique énergétique actuelle, les émissions de CO₂ hors biomasse s'élèveraient à 4050 Gg en 2030.

III.2.3.2. Mesures d'atténuation

Puisque des programmes de maîtrise de l'énergie ont été déjà considérés dans le scénario de référence, l'introduction de kits photovoltaïques auprès des ménages du milieu rural s'éclairant au pétrole lampant constitue la seule action supplémentaire particulière au scénario d'atténuation.

Les résultats attendus afférents au scénario d'atténuation sont exposés dans le tableau suivant.

Tableau 22. Résultats attendus afférents au scénario d'atténuation (MAG/99/G31, 2002)

ACTIONS	RESULTATS ATTENDUS
<p>MILIEU URBAIN</p> <p><u>Cuisson</u> Diffusion de Foyers économes à bois de feu</p> <p>Diffusion de Foyers économes à charbon de bois</p> <p>Substitution du Pétrole Lampant par du Gaz liquéfié</p> <p><u>Eclairage</u> Diffusion de Lampes à Basse Consommation (LBC)</p> <p>Branchement aux réseaux des ménages utilisant de l'électricité auto produite, du Pétrole lampant, de la bougie et Autres.</p>	<p>UTILISATION DE SOURCES D'ENERGIE</p> <p>A partir de 2020, plus aucun ménage qui utilise du foyer traditionnel</p> <p>A partir de 2020, plus aucun ménage n'utilise du foyer traditionnel</p> <p>A partir de 2020, plus aucun ménage n'utilise du réchaud à pétrole.</p> <p>A partir de 2030, plus aucun ménage n'utilise de lampe à incandescence.</p> <p>A partir de 2030, tout l'éclairage se fait à partir des réseaux</p>
<p>MILIEU RURAL</p> <p><u>Cuisson</u> Diffusion de Foyers économes à bois de feu</p> <p>Diffusion de Foyers économes à charbon de bois</p> <p>Substitution du Pétrole Lampant par du Gaz liquéfié</p> <p><u>Eclairage</u> Diffusion de Lampes à Basse Consommation (LBC)</p> <p>Substitution de l'éclairage au pétrole lampant par de l'électricité produite à partir des kits photovoltaïques.</p>	<p>A partir de 2020, plus aucun ménage n'utilise du foyer traditionnel</p> <p>A partir de 2010, plus aucun ménage n'utilise du foyer traditionnel</p> <p>A partir de 2020, plus aucun ménage n'utilise du réchaud à pétrole.</p> <p>A partir de 2030, plus aucun ménage n'utilise de lampe à incandescence.</p> <p>En 2030, 15% des ménages du milieu rural s'éclairent à l'électricité produite à partir des kits photovoltaïques.</p>

Les mesures d'atténuation citées plus haut devraient entraîner une diminution allant de 10% à 30% pour tous les types de GES émis par rapport au scénario de référence. Pour le SO₂, cette réduction sera très marquée à partir de 2020 grâce à la substitution du pétrole lampant par du gaz liquéfié pour la cuisson et par l'électricité pour l'éclairage.

Tableau 23. Cumuls des émissions de GES évitées par application des mesures d'atténuation dans le sous secteur résidentiel, en Gg (MAG/99/G31, 2002)

GES EVITES	1997	2010	2020	2030
CO ₂ Biogenique	0	-6 701	-24 007	-44 335
CO ₂ non Biogenique	0	-200	-1 391	-5 026
CO	0	-323	-1 165	-2 180
CH ₄	0	-18	-62	-114
COVNM	0	-32	-114	-204
NO _x	0	-6	-24	-47
NO ₂	0	-0,2	-0,8	-1,4
SO ₂	0	-0,1	-0,9	-4,0

III.2.4 COMMERCE ET SERVICES PUBLIQUES

III.2.4.1 Projection

Le sous-secteur Service et Commerce Public englobe les 7 branches économiques du secteur tertiaire figurant dans la comptabilité nationale du pays, à savoir : les Services liés au transport, la Télécommunication, le Commerce, les Banques, les Assurances, les Services rendus aux entreprises et aux ménages ainsi que l'Administration publique. Les principales activités consommatrices d'énergie au sein des ces branches sont composées de :

- la restauration et l'hôtellerie,
- l'éducation,
- la santé,
- l'artisanat,
- les établissements publics et religieux,
- les commerces formels ou non,
- les bureaux administratifs et privés.

Tableau 24. Projection des consommations énergétiques (MAG/99/G31, 2002)

Année	2015	2030
Gaz liquéfié	50 000 t	150 000 t
Kérosène	50 000 m ³	60 000 m ³
Fuel	100 m ³	150 m ³
GES émis	n.d.	710 Gg E-CO ₂

La consommation énergétique de ce sous secteur est encore très faible. Elle ne valait que 77,8 kTEP en 1997, soit 3% de la demande finale d'énergie du pays, avec une nette prédominance des combustibles ligneux.

La politique énergétique actuelle ne mentionne pas d'actions spécifiques pour le secteur. Toutefois, elle donne les stratégies et actions à mener relatives aux différentes sources d'énergie. Dans le scénario de référence, l'évolution de la consommation de gaz liquéfié, de pétrole lampant et de fuel oil se présente de telle sorte que l'émission sectorielle de GES atteigne 710 Gg E-CO₂ en 2030.

III.2.4.2 Mesures d'atténuation

Les actions visant à atténuer les émissions sont composées de :

la diffusion d'équipements améliorés de cuisson à bois de feu et à charbon de bois ,

la diffusion de chauffe eau solaire,

la diffusion d'équipements photovoltaïques.

Une diminution de 25% de la consommation d'énergie par rapport à celle du scénario de référence est attendue en 2030 si l'application de ces mesures commence à partir de l'année 2005.

III.2.5 AGRICULTURE, PÊCHE ET SYLVICULTURE

III.2.5.1 Projection

Les utilisations d'énergie dans ce sous-secteur concernent surtout la motorisation (tracteurs), l'irrigation (motopompes) et la conservation (réfrigérateurs). Bien que plusieurs sources d'énergie soient utilisées, la consommation de gasoil prédomine.

La consommation finale en énergie n'atteint même pas 1% de la demande totale du pays, et seul, le gasoil figure dans le bilan énergétique national (2,5 KTEP en 1997).

Comme il est difficile de remplacer les équipements actuels par ceux utilisant d'autres sources d'énergie plus durable, la consommation énergétique pourra évoluer de manière à ce que l'ensemble des émissions provenant des équipements mobiles et stationnaires atteignent 55,7Gg E-CO₂ en 2030.

Tableau 25. Projection des émissions de GES sous le scénario de référence, en Gg E-CO₂ (MAG/99/G31, 2002)

Année de projection	1997		2010		2020		2030	
	Mobile	Stationnaire	Mobile	Stationnaire	Mobile	Stationnaire	Mobile	Stationnaire
CO ₂ non-Biogénique	7,3	0,4	12,8	0,7	31,9	1,7	52,7	2,8
Méthane	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0
Oxyde nitreux	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0
Somme	7,3	0,4	12,9	0,7	32,1	1,7	52,9	2,8
Total en Gg E-CO ₂	7,7		13,6		33,8		55,7	

III.2.5.2 Mesures d'atténuation

Aucun scénario d'atténuation n'a pu être établi pour ce sous secteur ; la quasi-totalité de l'énergie consommée provenant des moteurs diesel. Il est difficile aussi de les remplacer par des équipements utilisant d'autres sources comme l'électricité. Même pour l'irrigation où les pompes solaires ou éoliens pourront être envisagés, les conditions d'utilisation actuelles (irrigation nécessitant de gros débits) ne les permettent pas.

Seul, le cas des petites unités de transformation de produits agricoles pourront faire l'objet d'actions de remplacement des moteurs diesels par des moteurs fonctionnant à l'électricité d'origine hydraulique, toutefois, la quantité en terme d'émission de GES évitée sera relativement faible.

III.2.6 INDUSTRIES ÉNERGÉTIQUES

III.2.6.1 Projection

Les « industries énergétiques », représentées par les centrales électriques, les turbines à biomasse des industries sucrières, les groupes électrogènes d'auto production électrique et la

raffinerie, consomment une partie de leur production² pour satisfaire leur propre demande.

Sur la base des données reçues depuis 1997, et compte tenu de l'application de la nouvelle politique énergétique, l'évolution des demandes émanant des industries énergétiques et de transformation énergétique affiche une tendance à la stagnation progressive de l'utilisation du diesel & de fuel oil, parallèlement à une augmentation de l'utilisation de l'électricité qui s'élèvera à 52 112 KTEP en 2030.

Tableau 26. Evolution de la demande des industries énergétiques sous le scénario de référence (MAG/99/G31, 2002)

(TEP)	1997	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Diesel	1 297	1 348	1 348	2 696	2 696	2 696	2 696	2 696
Electricity	27 453	28 565	32 131	35 697	39 996	44 295	48 203	52 112
Fuel oil	9 974	10 532	10 532	21 064	21 064	21 064	21 064	21 064

III.2.6.1. Mesures d'atténuation

La plus grande partie des émissions de gaz à effet de serre des industries énergétiques provient des centrales thermiques. Ainsi, les mesures d'atténuation s'orientent vers la production d'électricité dans les centres isolés, en encourageant l'installation des centrales hydrauliques et solaires.

Bien que le CO₂ issu de la combustion des biomasses ne soit pas compté dans les émissions nationales de GES, la promotion de nouvelle technique de carbonisation constitue une mesure « sans regret ». Les gains obtenus à partir des mesures d'atténuation ne sont pas trop importants car la réduction des émissions de GES fait déjà partie intégrante de la politique énergétique actuelle.

III.3 EMISSIONS RELATIVES A L'AGRICULTURE A L'HORIZON 2030

III.3.1 RIZICULTURE

Projection

La riziculture inondée représente la filière la plus émettrice de GES, plus particulièrement le méthane(CH₄)³. Dans les rizières inondées, le méthane⁴ se forme et se dégage dans l'atmosphère, par l'intermédiaire des pieds de riz, pendant la saison de croissance et la période des repousses post-récolte. A l'horizon 2030 l'émission de CH₄ attribuable à la riziculture s'élèverait à 10,62 Gg. Cette projection suppose que les contraintes suivantes persistent :

- faible fertilité des sols des rizières nécessite l'apport d'amendements et de fumures coûteuses pour leur mise en valeur ;
- enclavement de certaines zones productrices qui rend trop élevés les coûts des voies de communication, ce qui favorise l'insécurité des biens et des personnes ;

² Ces auto- consommations ont été comptées sous la rubrique « INDUSTRIES ENERGETIQUES » de la branche DEMANDE.

³ Le méthane se produit par décomposition anaérobie des matières organiques

⁴ Les quantités de NO_x et de CO émises à partir du brûlage dirigé des savanes étant très faibles, les deux gaz à effet de serre ne sont pas considérés dans l'étude d'atténuation des GES

- les paysans s'attachent aux techniques culturales traditionnelles peu performantes où le rendement moyen de paddy serait de 1,95 tonnes/ha/an ;
- les facteurs de production modernes (engrais, semences améliorées, produits phytosanitaires, herbicides, matériels agricoles) sont insuffisamment exploités ;
- le décalage entre l'offre et la demande s'intensifiera au moment de la récolte et lors de la période de soudure.

Compte-tenu de la croissance démographique (2,8%), ainsi que de ces contraintes actuelles d'ordre physique, technique et socio-économique, la riziculture s'intensifierait avec un taux de croissance de 0,3%/an. Mais comme les techniques d'intensification rizicole actuellement accessibles se basent principalement sur l'irrigation nécessitant généralement des amendements, la surexploitation et l'extension des surfaces cultivées conduiront à une augmentation de l'émission de méthane.

Mesures d'atténuation

La quantité de méthane (CH₄) émise varie en fonction de plusieurs facteurs, dont le type et la texture du sol, la nature des engrais, le régime de gestion de l'eau, les variétés de riz cultivées. Pour la riziculture irriguée, les options suivantes pourront être envisagées pour réduire la quantité de l'émission de méthane :

- diminution progressive des superficies dédiées à la riziculture inondée et promotion de la riziculture pluviale,
- substitution du système d'inondation permanente par le système d'inondation intermittente en vue de permettre une aération multiple dans les rizières,
- utilisation des résidus de paille et du fumier de parc bien décomposés,
- réduction de l'application amendements organiques et les substituer par de petites doses d'engrais minéraux,
- utilisation de variétés plastiques de riz qui peuvent se pratiquer à la fois en culture irriguée qu'en pluviale ou des variétés de riz à cycle court, performantes et tolérantes aux maladies et insectes.

Compte tenu des options citées ci-dessus, il est envisageable de vulgariser l'utilisation des variétés à cycle court (100 à 125 jours) ayant une bonne productivité avec un rendement 4 à 6.5t/ha, adaptées à chaque région et résistantes aux facteurs extrêmes (inondation, submersion temporaires, salinité des sols, maladies ...).

Une plus grande attention lors de l'assistance technique des producteurs permettra à ces derniers d'avoir une bonne maîtrise des techniques culturales basées notamment sur la maîtrise rigoureuse de l'eau en pépinière et rizières, ainsi qu'à l'utilisation rationnelle des engrais minéraux et de la fumure organique. En d'autres termes, l'adoption de nouvelle technologie d'intensification agricole contribuera à une réduction de 12,96 Gg l'émission de CH₄ prévu pour l'année 2030.

III.3.2 ELEVAGE

Projection

Pour l'élevage, le méthane est produit par la fermentation entérique (processus de digestion) et la gestion de fumier, provenant essentiellement des ruminants (bovins, ovins et caprins) tandis que l'hémioxyde d'azote (NO_x) émane des différents systèmes de gestion de déchets animaux.

L'inventaire national de GES a révélé que 91,86% de méthane émis à Madagascar (autour de 359 Gg) sont produits en grande partie par la fermentation entérique des bovins non laitiers (319,18 Gg). Les monogastriques en produisent également mais en très faible quantité. Les porcs en émettent 3,54 Gg et les volailles autour de 0.42 Gg.

Dans le cadre du scénario de référence (maintien du statu quo), tenant compte des orientations politiques et des différentes contraintes actuelles (*cf. Situation nationale*), l'émission de méthane par le secteur élevage est évaluée à 12 200,68 Gg d'ici 2030.

Quant à l'hémioxyde d'azote, produit essentiellement par les aires de pâturage et le paddock, l'émission s'élève à 15,0242 Gg soit 92,62% de l'émission totale nationale de N₂O. Pourtant compte tenu de sa faible contribution dans l'émission nationale de GES, il n'a pas fait objet de projection.

Mesures d'atténuation

Pour réduire les émissions de GES imputables aux animaux domestiques, tout en gardant le souci de satisfaire les besoins en protéines animales de la population malgache, il serait conseillé de promouvoir l'élevage à cycle court (volailles principalement) et d'intensifier les élevages bovins carnés, ainsi que la pisciculture. Du point de vue économique, les volailles fournissent beaucoup plus de viande à moindre coût que les bovins.

Pour une durée de 30 ans, les coûts de production de 5 823 123 tonnes de carcasse de bovins non laitiers et de 4 646 618 tonnes de volailles sont à peu près les mêmes. Ils valent respectivement 54 277 288 et 51 287 449 millions de Francs malgaches. Aussi serait-il profitable de produire de la viande blanche à un coût moins élevé que celui de la viande rouge, tout en réduisant l'émission de GES.

L'adoption de cette mesure contribuerait à ramener à 518,73 Gg ECO₂ l'émission de GES par le secteur élevage, à l'horizon 2030.

Tableau 27. Projection des émissions de CH₄ selon le scénario de référence et le scénario d'atténuation (MAG/99/G31, 2002).

Emission de CH₄ (en Gg)	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Scénario de référence	28,49	29,02	29,56	30,12	30,68	31,25	31,84
Scénario d'atténuation	16,80	17,28	17,52	18,00	18,16	18,72	18,88
Réduction de l'émission de CH ₄	11,69	11,74	12,04	12,12	12,52	12,53	12,96
<i>Equivalent en CO₂</i>	<i>465,25</i>	<i>473,83</i>	<i>482,65</i>	<i>491,96</i>	<i>501,02</i>	<i>510,33</i>	<i>519,89</i>

III.4 FIXATION DE CARBONE PAR LES CHANGEMENTS D’AFFECTATION DES TERRES ET LA FORESTERIE A L’HORIZON 2030

III.4.1 PROJECTION

Les changements d’affectation des terres avec la foresterie constituent la seule activité capable de séquestrer des GES, particulièrement le CO₂. Grâce à sa végétation, Madagascar est encore qualifié de « Puits à carbone » dont la capacité de séquestration s’élève à 216 987Gg E-CO₂ en 1995, et ce, malgré la vocation Agricole de la majorité de sa population. Pourtant, cet avantage est mis en péril à cause du phénomène de déforestation attribuable à la pratique culturale sur brûlis, au feu de brousse ainsi qu’à l’exploitation illicite de la forêt.

Dans le contexte actuel d’aggravation de la déforestation, le bilan d’émission de GES par les changements d’affectation des terres et de la foresterie correspondrait quand même à une fixation de carbone de l’ordre de 381 402 Gg ECO₂ à l’horizon 2030.

III.4.2 RENFORCEMENT DE LA CAPACITÉ DE SEQUESTRATION DE CARBONE

La principale orientation des mesures d’atténuation des émissions de GES consiste à renforcer la capacité de nos puits de carbone. Un reboisement accompagné d’une gestion rationnelle des ressources forestières s’avèrerait plus bénéfique qu’une simple activité de conservation.

Les objectifs fixés dans le cadre de l’application de la nouvelle politique forestière devraient alors subir une révision de telle sorte que :

- le rythme actuel de reboisement (autour de 4000 à 5000 ha par an) soit accéléré;
- le taux de boisement actuel qui s’élève à 21% soit doublé (50%) d’ici 2030 pour mieux satisfaire les besoins en bois de la population tout en maintenant un équilibre écologique sur l’ensemble du territoire, aussi, faudrait-il reboiser 17 000 000 ha sur l’ensemble de l’île d’ici 2030.

Pour y arriver, une meilleure exploitation des instruments mise en place dans le cadre de l’application de la POLFOR, en l’occurrence la nouvelle législation forestière, le Plan Directeur Forestier National (PDFN) et les Plans Directeurs Forestiers Régionaux (PDFR), serait conseillée.

III.5 EMISSIONS RELATIVES AUX DECHETS A L’HORIZON 2030

III.5.1 PROJECTION

La contribution des déchets dans l’émission de GES reste encore très minime (10,26Gg en 1994) à Madagascar. Pourtant, la croissance démographique actuelle laquelle s’élève à 3% par an, le changement progressif de comportement au niveau des consommations des ménages, ainsi que l’évolution des moyens logistiques, relatifs à la collecte de

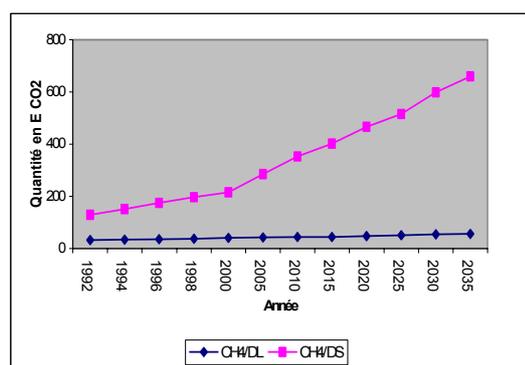


Figure 8. Projection de l’émission de CH₄ des déchets solides et liquides en ECO₂ jusqu’en 2030 (MAG/99/G31,

déchets, influenceront la quantité de déchets mise en décharge.

Cette croissance pourrait ainsi s'élever à 355875T/an, ce qui conduirait à une émission annuelle de 21,027 Gg de Méthane et 597,956Gg de CO₂.

III.5.2 MESURES D'ATTÉNUATION

Parmi les mesures envisageables en faveur de la réduction des émissions de GES à partir des déchets solides, Madagascar pourrait procéder, selon la disponibilité des moyens à :

- la construction d'un décharge contrôlée lequel nécessiterait un investissement assez lourd,
- la promotion du lombricompostage pour contribuer à l'amendement des sols,
- la vulgarisation du compostage individuel à travers laquelle la participation du public pourrait être très remarquable et efficace,
- la valorisation à grande échelle des déchets des grandes villes pour compostage, à cet égard, nécessite une campagne d'éducation des citoyens en matière de tri et gestion des déchets,

L'application du compostage à grande échelle réduira en effet de 444,26 Gg l'émission cumulée de CH₄ issue des déchets solides pour une durée de 30 ans.

Concernant les déchets liquides, l'option technologique proposée serait l'amélioration et l'augmentation des réseaux d'évacuation et traitement des eaux usées. L'adoption de cette option réduirait à 53,655Gg E-CO₂ l'émission de méthane à l'horizon 2030.

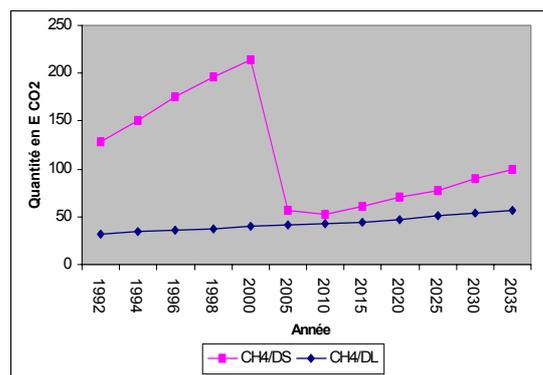


Figure 9. Graphique d'atténuation des émissions de CH₄ par les déchets liquides (MAG99/G31, 2002)

Chapitre IV

VULNERABILITE ET ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

IV. VULNERABILITE ET ADAPTATION

IV.1 SCENARIOS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES A MADAGASCAR

IV.1.1 TENDANCES DE PARAMÈTRES CLIMATIQUES ACTUELS

Des travaux d'études sur les tendances observées des paramètres climatiques durant la période 1961-1990 ont révélé que :

1. les températures moyennes annuelles accusent une hausse moyenne de 0,5°C (en 30 ans) au Nord, sur la côte Centre-Est, au Sud Est, au Centre Ouest, au Sud et sur les Hautes Terres centrales. Les tendances des précipitations annuelles ne sont pas significatives.
2. l'augmentation moyenne des températures minimales est de 0,7°C et celle des températures maximales est de 0,3°C (en 30 ans).



Ciel d'humeur

IV.1.2 SCÉNARIOS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Les scénarios d'évolution climatique aux horizons 2025, 2050 et 2100 élaborés par l'équipe d'experts du service de la Météorologie Nationale Malgache ont servi de base aux études de vulnérabilité aux changements climatiques des principaux secteurs socio-économiques.

Méthodologie, choix des modèles et des scénarios

Au niveau de la méthodologie, trois scénarios d'émissions de gaz à effet de serre, aux horizons 2025, 2050, 2100 ont été utilisés avec le modèle MAGICC/SCENGEN¹ :

1. les deux scénarios par défaut de MAGICC, appartenant à la série IS92 de l'IPCC
 - **IS92a**, scénario de référence
 - **IS92c**, scénario d'atténuation (scénario politique)
2. le SRES98² A2, scénario extrême, centré sur le milieu social, la communauté et la famille.

La sélection du Modèle de Circulation Générale³ (MCG) des gaz à effet de serre a été basée sur des

¹ **MAGICC** est un modèle intégré qui comporte un cycle de carbone et d'autres modules de gaz à effet de serre, un module de climat unidimensionnel et des modules concernant la fonte des glaces. Il calcule les variations de la température annuelle moyenne globale et l'élévation du niveau moyen de la mer résultant des émissions anthropiques de gaz à effet de serre, pour des horizons de temps allant jusqu'à 2100.

SCENGEN est un générateur de scénarios climatiques global et régional. Ce n'est pas un modèle climatique, c'est plutôt une banque de données contenant des scénarios résultant des simulations des MCGs ainsi que des données climatologiques globales et régionales observées sur la période normale 1961-1990. Elle combine ces données avec les résultats de MAGICC pour sortir des scénarios futurs de changements climatiques géographiquement explicites.

² SRES 98 « *Special Report on Emissions Scenarios* » de l'IPCC, 1998.

³ Les modèles de circulation générale (MCG) sont des représentations mathématiques de processus impliquant l'atmosphère, l'océan, la calotte glacière et la surface terrestre qui se basent sur des lois physiques et des relations empiriques physiquement fondées (Smith, J.B et Hulme, M., 1998).

critères d'adéquation temporelle, de résolution, de validité et de représentativité. Ainsi, trois modèles transitoires¹ MCG couplés « océan-atmosphère » ont été choisis pour Madagascar, à savoir :

- Le modèle HadCM2 de « Hadley Center for Climate prédiction
- Le modèle CSIRO-TR de « l'Australian Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation »
- Le modèle ECHAM4, du « German Climate Research Centre ».

Tableau 28. Les MCG transitoires (MAG/99/G31, 2002)

MCG	Latit.	Longit.	CCSP
HadCM2	2,5	3,75	0,76
CSIRO-TR	3,2	5,6	0,74
ECHAM4	2,8	2,8	0,74

La combinaison des résultats des simulations des modèles de réchauffement avec ceux des MCGs ont conduit aux scénarios de réchauffement suivants, lesquelles servent de base pour les études de vulnérabilité :

- IS92c où l'augmentation de la température due au doublement de CO₂ (ΔT_{2x}) vaut 1,5°C.
- IS92a où l'augmentation de la température due au doublement de CO₂ (ΔT_{2x}) vaut 2,5°C.
- SRES98A2 où l'augmentation de la température due au doublement de CO₂ (ΔT_{2x}) vaut 1,5°C.

Tableau 29. Les trois scénarios d'émission de CO₂ et les niveaux de réchauffement atmosphérique y afférent à l'horizon 2100 (MAG/99/G31, 2002)

Scénarios	IS92c	IS92a	SRES98A2
Population mondiale (milliard)	6,4	11,3	15,1
Taux de croissance Economique (%)	1,2	2,3	-
Emissions de CO ₂ (GtC)	4,8	20,4	28,8
Changement T° Moyenne Mondiale (°C)	0,87	2,03	4,19
Elévation du niveau marin Mondial (cm)	12,71	48,80	103,1
Changement des T° moyenne à Madagascar en 2xCO ₂	1,5	2,5	1,5

Evolution des Températures moyennes annuelles selon les scénarios à l'horizon 2100

Pour les mêmes ordres de grandeur, chaque modèle donne des répartitions spatiales du réchauffement différentes à Madagascar. Sous le scénario IS92a ($\Delta T_{2x}=2,5^\circ$), le modèle CSIRO-TR simule de faibles variations futures des températures moyennes annuelles. Elles seraient de 1,5°C à 2°C sur l'extrême Nord de Madagascar et de 2°C à 2,5°C pour le reste du territoire.

Le modèle HadCM2 prévoit des variations de 2°C à 3°C, sous le même scénario. Elles seraient de 2°C à 2,5°C sur la région du Cap Masoala et sur la pointe sud de l'île. Le reste du pays connaîtrait, par contre, une hausse de la température annuelle de 2,5°C à 3°C.

Pour le modèle ECHAM4, le réchauffement sous le scénario IS92a serait aussi de 2,5°C à 3°C sur la majeure partie de l'île, à l'exception des extrêmes Nord et Sud où les températures moyennes annuelles augmenteraient respectivement de 1,5°C à 2,5°C et de 2°C à 2,5°C.

¹ Les simulations des modèles transitoires sont basées sur une augmentation régulière (1% CO₂/an) des concentrations GES

Précipitations moyennes annuelles à l'horizon 2100 sous le scénario IS92a ($\Delta T_{2x}=2,5^\circ$)

Pour les modèles HadCM2 et ECHAM4, les précipitations annuelles diminueraient sur toutes les régions climatiques de Madagascar. Les baisses seraient comprises entre 0% et 10%, avec toutefois une répartition spatiale différente. Le modèle HadCM2 prévoit une baisse de -5 % à -10% des précipitations annuelles sur la majeure partie de Madagascar sauf sur la région du Cap Masoala et sur la moitié ouest de l'extrême Sud où les baisses seraient plus faibles (-0 à -5%).

Selon ECHAM4, les pluies annuelles diminueraient de -5% à -10% sur les provinces d'Antsiranana, de Tamatave et la moitié est de l'Extrême Sud. Sur les autres régions les baisses seraient de 0% à -5%.

Le modèle CSIRO-TR présente par contre un scénario d'augmentation des pluies annuelles (0% à 10%) à l'exception de l'extrême Nord et l'extrême Sud où elles diminueraient (0% à -5%).

Précipitations saisonnières à l'horizon 2100 sous le scénario IS92a ($\Delta T_2=2,5^\circ C$)

La période Décembre, Janvier, Février (DJF) est au cœur de la saison des pluies à Madagascar. Elle joue un rôle déterminant pour les activités agricoles. Selon la simulation sur HadCM2, les variations seraient négatives à l'exception de la région du Cap Masoala où on aurait une augmentation des précipitations de 5% à 10%. La diminution des hauteurs des pluies DJF atteindrait 20% à 50% sur les côtes, sur le Centre-Ouest et sur le Sud- Ouest de l'île. Ce serait le Nord de Madagascar qui connaîtrait les plus faibles baisses (0% à -5%). Ailleurs elles seraient comprises entre -5% et -20% (Hautes Terres centrales, côtes Centre-Est et Sud-Est).

Par contre, la simulation sur CSIRO-TR prévoit que les pluies DJF augmenteraient à Madagascar sauf sur l'extrême Sud où elles diminueraient. Les hausses seraient comprises entre 10% et 50%. Des valeurs d'augmentation maximales de 30% à 50% seraient observées dans les régions du Melaky et du Menabe.

Selon le modèle ECHAM4, les pluies de DJF augmenteraient sur les côtes Centre-Ouest (10% à 20%), les côtes Sud-ouest (20% à 30%) et l'extrême Nord de Madagascar (5% à 10%). Ailleurs, les précipitations devraient diminuer, l'extrême Sud et la région du Cap Masoala auraient les plus fortes baisses (-10% à -20%). Sur la côte Est et les Plateaux, les variations seraient faibles (0% à -5%).

Récapitulation

Les résultats des simulations montrent ainsi que le sens de variation du climat futur sous l'effet du réchauffement global est encore incertain à Madagascar. Pourtant à travers les trois modèles cités plus haut, on aurait observé une augmentation notable de la température tout au long de l'année. Toutefois, les températures estimées aux horizons 2025, 2050 et 2100 ne dépasseraient pas les limites de valeurs nécessaires pour maintenir une bonne végétation. La diminution de la précipitation serait de plus en plus marquée aux mois d'avril et mai.

IV.2 AGRICULTURE ET ELEVAGE

L'agriculture constitue un secteur fort vulnérable aux changements climatiques. Comme le riz

constitue l'aliment de base des Malgaches et est considéré un produit stratégique, la riziculture a été choisie pour représenter le secteur agricole.

IV.2.1 RIZICULTURE

Vulnérabilité

Le riz constitue une sécurité de base pour les communautés villageoises. Il représente une mine d'emplois agricoles (repiquage et récolte manuels) dans les zones à grands périmètres rizicoles comme le lac Alaotra (Centre-Est) et la plaine de Marovoay (Nord Ouest). Elle joue un rôle fondamental pour la valorisation du capital travail disponible et la distribution de revenus tant que des emplois secondaires et/ou tertiaires plus rémunérateurs n'auraient été créés.

Le riz est une denrée céréalière qui se prête bien aux échanges commerciaux car il ne pose pas de problème de manutention et peut se conserver pendant une période relativement longue.

En tant que grenier rizicole de Madagascar, la région d'Alaotra a été choisie pour les raisons suivantes :

- des conditions agroécologiques favorables,
- un savoir-faire séculaire,
- un niveau élevé de consommation des produits rizicoles.

Le taux de croissance de la production du riz est de 0,3% par an, taux largement inférieur à celui de la croissance démographique (2,8% entre 1992 et 1999). Face aux effets des variabilités climatiques, à la dégradation de l'environnement physique et compte tenu du contexte socio-économique, la riziculture connaît une vulnérabilité assez préoccupante dans la région d'Alaotra. Celle-ci se traduit par :

- des fluctuations annuelles de la production dont les baisses de rendement sont surtout dues à l'absence d'une bonne maîtrise de l'eau sur la plupart des surfaces aménagées.
- une régression de la production de paddy par habitant, laquelle est passée de 1,2 t / habitant en 1975 à 0,6 t / habitant en 1999. La forte croissance démographique, la dégradation physique du milieu de culture et l'enclavement de la région par manque de routes en sont les principales causes.



Riziculture irriguée

Adaptation

L'adaptation de la filière riz face aux effets des changements climatiques peut se faire à deux

niveaux :

- adaptation liée à l'augmentation du rendement ou de la production de la culture de riz, impliquant l'intensification et la modernisation de la production ainsi que la réhabilitation et l'extension des réseaux d'irrigation.
- adaptation liée à l'amélioration de l'environnement socioprofessionnel des agriculteurs. La formation et l'assistance technique, la diversification culturelle et l'accès aux marchés figurent parmi les principales priorités de ce volet.

La volonté du gouvernement de mettre en œuvre une politique générale de la filière visant l'instauration des conditions favorables au fonctionnement d'un marché libre devrait atténuer la grande vulnérabilité de ce secteur.

IV.2.2 ELEVAGE : CAS DE L'ÉLEVAGE BOVIN DE MAROVOAY

Vulnérabilité

La production de fourrage naturel actuelle est très faible. De plus, l'*Hypparhenia rufa*, plante fourragère dominant dans la région de l'Ouest² et est pauvre en azote (0,6%) et en Phosphore, ce qui entraîne une faible capacité de charge des pâturages naturels. Compte tenu de la croissance démographique et de la pratique des feux de brousse, cette situation serait encore de plus en plus aggravée par les effets des changements climatiques si aucune mesure ne serait prise dans les meilleurs délais.

De plus, certaines contraintes limitent le développement de l'élevage à Madagascar, notamment :

- l'insécurité dans les grandes zones d'élevage ;
- l'insuffisance de interventions sanitaires ;
- le maintien de l'embargo sur les exportations de viande;
- l'insuffisance de gestion des pâturages et des terrains de parcours entraînant des problèmes d'affouragement et d'abreuvement pendant la saison sèche.



Bœuf de traits

Adaptation

L'élevage bovin possède un énorme potentiel de développement à Madagascar s'il y a amélioration du pâturage ainsi que du mode d'exploitation. Les éleveurs devrait s'orienter progressivement vers l'exploitation intensive laquelle nécessiterait l'utilisation rationnelle des fourrages verts pendant la saison de pluie et la pratique des techniques de conservation et stockage des

² En raison de diverses contraintes liées à la disponibilité des données d'observation et d'expérimentation, la zone de Marovoay a été choisi du fait que cette région joue un rôle stratégique pour l'élevage à Madagascar.

fourrages (foin, ensilage,...) pour la saison sèche.

La contribution actuelle du gouvernement s'oriente principalement à la redéfinition des rôles et à la mise en synergie des différents intervenants dans le secteur élevage, ainsi qu'à l'approche filière et spécialisation régionale. Les filières identifiées sont :

- la filière bovine et porcine à viande sur l'ensemble du pays ;
- la filière avicole intensive en zone périurbaine ;
- filière avicole traditionnelle ;
- la filière lait dans le triangle laitier;
- la filière petits ruminants ;
- la filière séricicole et
- la filière apicole.

IV.3 SANTE PUBLIQUE

IV.3.1 VULNÉRABILITÉ

Un des grands risques relatifs aux changements climatiques réside dans le fait que l'augmentation des températures moyennes annuelles tend à rompre les barrières thermiques des maladies ou du moins de leurs vecteurs. Le cas du paludisme constituera, parmi tant d'autres, un problème majeur pour Madagascar.

En général, le paludisme est endémique des régions côtières de Madagascar. Il ne revêt qu'une forme saisonnière dans les Hautes Terres Centrales. C'est la première cause de consultation médicale et de décès, particulièrement pour les enfants de moins de 5 ans. Sa période d'affluence se situe entre le mois de novembre et le mois d'avril ; c'est à dire, pendant la saison chaude et pluvieuse.

Une simple projection sans changements climatiques de l'évolution du paludisme, depuis 1980, a permis d'estimer une augmentation du taux de contamination de l'ordre de 66% en 2005 et de 90% en 2010. Un cas d'épidémie meurtrière similaire à celle de 1988 pourrait même se reproduire entre 2012 et 2015.

Comme les changements climatiques ne feront qu'étendre l'aire de répartition du vecteur, le risque d'épidémie deviendra de plus en plus grand. Les impacts socio-économiques seront importants. A l'horizon 2025, le traitement du paludisme constituerait, en effet les 5% du budget familial alors que la productivité per capita chuterait significativement.

IV.3.2 ADAPTATION

Les mesures prises lors des épidémies meurtrières de paludisme dans les Hautes Terres Centrales durant les années 1980 ont apporté beaucoup de succès. Un recul de l'incidence du paludisme de 53 % a été enregistré de 1988 à 1994.

Cette stratégie de lutte antipaludéenne, adoptée par le Gouvernement, devrait donc être renforcée

par d'autres stratégies en considération des impacts possibles des changements climatiques sur l'évolution du paludisme.

Il s'agit de :

- informer et sensibiliser la population sur les causes de la maladie et les mesures adéquates à prendre pendant la période propice à sa transmission,
- réduire les sources des vecteurs par aménagement de l'environnement. Cette stratégie présente un double avantage : diminuer l'utilisation des insecticides d'une part et pallier les effets de résistance d'autre part,
- encourager l'utilisation des moustiquaires et des rideaux imprégnés d'insecticides,
- renforcer le système de santé : encourager la participation de la population dans la lutte antipaludique afin de mieux cerner et d'aborder les problèmes spécifiques des régions concernées,
- promouvoir la recherche et la formation sur le paludisme en tenant compte des changements climatiques en vue de soutenir les stratégies de lutte antipaludique,
- améliorer la politique de recouvrement des coûts de façon à faciliter l'accès aux soins et à motiver les malades pauvres à recourir aux centres de soins publiques et ce, afin d'éviter l'automédication,
- prévoir l'utilisation des vaccins antipaludiques³. Les vaccins sont les moyens les plus sûrs pour l'éradication ou la réduction du paludisme.

La mise en œuvre de ces mesures nécessite que le Ministère de la Santé devrait travailler en étroite collaboration avec les autres ministères concernés tels que ceux de l'Environnement, de la Population, de la Communication, de l'Aménagement des territoires et les Collectivités Territoriales Décentralisées par le biais du ministère de l'Intérieur ainsi que la Société Civile et des ONGs, afin qu'il y ait synergie dans les activités à entreprendre.

IV.4 RESSOURCES EN EAU

Les études de vulnérabilité et d'adaptation aux changements climatiques ont été menées uniquement dans deux régions :

dans le bassin supérieur de l'Ikopa-Bevomanga, r

- représentant le cas des Hautes Terres Centrales
- dans le bassin de Mandrare à Amboasary, représentant le cas des zones côtières du sud.



Chute d'eau des hautes terres centrales

³ Les vaccins ne sont pas encore disponibles actuellement. Les scientifiques et les chercheurs estiment qu'il faudra encore entre 7 et 15 ans pour élaborer un vaccin efficace.

IV.4.1 VULNÉRABILITÉ

Bassin supérieur de l'Ikopa - Bevomanga

L'étude de la tendance des séries de précipitations moyennes annuelles et celles des débits moyens de l'Ikopa ; observées entre 1960 - 1998 a permis de tirer la conclusion suivante : « dans un contexte normal sans changement climatique, la pluviométrie moyenne, actuellement de l'ordre de 1330 ± 266 mm, resterait quasiment inchangée en l'horizon 2025, 2050 et 2100. Il en est de même pour l'écoulement moyen lequel resterait au niveau de $77,5 \pm 15,5$ m³ / s. »

Tableau 30. Ecoulement et déficit d'écoulement en 2025, 2050 et 2100 sous le scénario sans changement climatique (MAG/99/G31, 2002)

Horizons	Mois	Nov.	Déc.	Janv	Fev.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Année
2025	Q m3/s	43	98	141	151	145	99	54	41	48	43	27	26	74
	D mm	135	209	170	143	64	-15	-10	-13	-4	-1	-3	64	751
2050	Q m3/s	42	96	138	149	142	97	53	40	47	42	27	25	73
	D mm	128	199	161	135	59	-16	-11	-13	-5	-1	-4	61	707
2100	Q m3/s	40	93	133	143	137	93	51	39	46	41	26	24	72
	D mm	116	178	143	119	50	-17	-11	-13	-6	-2	-4	55	605

D : Déficit d'écoulement en mm

Q : Débit moyen mensuel et annuel

Sous le scénario avec changements climatiques, les trois modèles de l'IPCC (CSIRO-TR, ECHAM4 et Had CM2) prévoient le maintien du régime annuel hydro-pluviométrique du Bassin de l'Ikopa à son niveau actuel, quel que soit le scénario d'émission de CO₂ et quel que soit l'horizon considéré (*Station de référence située à Antananarivo 18°54 S /47°32 E*). Par contre, c'est au niveau de la répartition mensuelle que l'on observerait les phénomènes d'accentuation des extrêmes climatiques.

En effet, l'augmentation de la température engendrera une modification du bilan hydrique du bassin (plus grand déficit de l'écoulement) ainsi qu'une nouvelle répartition temporelle et spatiale des précipitations et d'écoulement. La précipitation deviendrait plus intense en période de pluies (Octobre-Mars) mais elle serait très basse en saison sèche (juin-Septembre). Il en serait de même pour l'écoulement.

Le modèle HadCM2 sous le scénario SRES98A2 prévoit même, à l'horizon 2100, une diminution de la précipitation de l'ordre de 94,8% au mois de Septembre.

Le réchauffement de l'atmosphère entraînera l'intensification de l'évapotranspiration et conduira à un rapide assèchement des marais et des lacs pendant la saison sèche.

La plaine d'Antananarivo où la densité de la population serait la plus importante constituerait la zone la plus vulnérable, faute de respect du plan de développement urbain. En effet, avec un taux de croissance moyen annuel de 2,96%, le bassin de l'Ikopa hébergerait 504 500 âmes en 2025.

Les besoins en eau de la population aux horizons 2025, 2050 et 2100 risquent ainsi de ne plus être

satisfaits par les ressources en eau du bassin à lui seul. La crise d'approvisionnement en eau qui sévit actuellement sera encore amplifiée et toucherait tous les secteurs productifs.

Ainsi, les changements climatiques pourraient, à moyen ou à long terme, avoir des impacts socioéconomiques graves. La difficulté d'accès aux ressources en eau risque de :

- *aggraver les conflits* socioculturels et fonciers entre les migrants et les riverains ;
- *accentuer les phénomènes de défrichements* relatifs à la conquête de nouvelles terres dans des zones d'accueil *plus viables*;
- contribuer à l'augmentation du coût de la vie (augmentation du prix de revient de l'eau);

engendrer des changements d'activités des populations (les agriculteurs deviendraient d

- citadins ouvriers et commerçants ou chercheraient du travail dans le secteur tertiaire ...)
- *contribuer à l'aggravation de l'insécurité sociale* (augmentation du taux de chômage et de criminalité).
- Bassin de Mandrare - Amboasary

L'étude de la tendance des séries de précipitation moyennes annuelles au sein du bassin de Mandrare a permis de conclure que, dans un contexte normal sans changement climatique, la pluviométrie moyenne annuelle au sein du bassin évoluera selon l'équation suivante:

$$y = -4,258x + 815,8.$$

où *y* est la pluviométrie moyenne sur le bassin et *x* le rang de l'année dans la série

D'ici 2025 la pluviométrie moyenne annuelle du Bassin serait réduite à 581,61mm. La projection à travers les trois modèles de l'IPCC ; suivant les trois scénarios de réchauffement définis plus haut ($\Delta t = 1,5^{\circ}\text{C}$, $\Delta t = 2,5^{\circ}\text{C}$ et $\Delta t = 4,5^{\circ}\text{C}$ par rapport à la situation actuelle) prévoit que le régime hydropluviométrique du bassin de la Mandrare deviendrait plus irrégulier. Il y aurait une nouvelle répartition mensuelle aussi bien de la précipitation que de l'écoulement. Les crues deviendraient plus dangereuses et les étiages plus sévères. Les cours d'eau pourraient même être à sec durant la période juillet-Août.

Par contre la pluviométrie resterait pratiquement identique à la normale actuelle. La situation actuelle de la pluviométrie serait qualitativement et quantitativement conservée en 2025, 2050 et 2100. L'évolution des ressources en eau de la zone, dans le contexte des changements climatiques sera alors marquée par :

- une irrégularité saisonnière très accentuée : concentration de la quasi-totalité des écoulements de décembre à février et diminution notable pour les autres mois;
- et une légère augmentation des débits moyens annuels en 2025 suivie d'une diminution relative aux horizons 2050 et 2100.

Les valeurs apparentes des débits annuels pourraient paraître relativement supérieures à la normale, pourtant l'écoulement pendant la saison sèche risque de présenter des situations très critiques au cours desquelles les cours d'eau seraient à sec.

La grande vulnérabilité des ressources en eau du bassin de Mandrare réside dans le fait que le manque de l'eau y est permanent et cette crise s'intensifie d'année en année à cause de : la poussée démographique, la rareté des points d'eau, l'extrême irrégularité du régime hydro-pluviométrique et l'aridité du climat. De plus, les villages et les villes sont très éparpillés et situés très loin des points d'eau.

Les facteurs climatiques fondamentaux (température, vent, ensoleillement important,...) augmentent la fragilité des ressources en eau du bassin. Parmi les pressions et menaces on peut citer :

- les besoins des secteurs de base (ménage, agriculture, élevage) ;
- les feux de brousse qui favorisent l'accroissement du phénomène d'érosion ;
- le déboisement et le tassement des sols dû aux fréquents passages des troupeaux favorisant le ruissellement au détriment de l'infiltration. De ce fait, le bassin est menacé chaque année de tarissement pendant la saison sèche ;
- l'intrusion de l'eau de mer près de la côte rendant saumâtre l'eau des zones proches du littoral ;
- la pénurie d'eau potable entraînant une surexploitation des mares temporaires déjà très polluées.

Avec le taux de croissance démographique moyen de 2 à 3 % dans la région, la population aurait presque doublé en 2025, quadruplé en 2050 et compterait quatorze fois plus qu'actuellement en 2100.

Cette situation entraînerait des difficultés d’approvisionnement en eau, tant sur le plan quantitatif que qualitatif. En effet, la consommation moyenne actuelle en eau est estimée à 37,5 litres par jour par personne. Aussi en aurait-on besoin, de 8 152 000 m³/an en 2025, de 15 600 121 m³/an en 2050 et de 57 124 000 m³/an en 2100. L’évolution de ces besoins est présentée dans le tableau ci-après :

Tableau 31. Evolution du besoin en eau de la population (INSTAT, 2000)

Horizon	2025	2050	2100
Nombre de population (tête)	595 000	1 140 000	4 174 000
Besoin en eau (m ³)	8 152 000	15 600 000	57 124 000

Les impacts socio-économiques des changements climatiques aux horizons 2025, 2050 et 2100 se traduiraient par l’aggravation des problèmes liés aux difficultés de satisfaire les besoins en eau quotidiens de la population de la région. Ils concernent surtout :

- le dépeuplement des zones atteintes par la sécheresse.
- la migration des populations vers des zones moins hostiles, vers des régions où l’eau existe (région du Haut Bassin, régions Nord-Est ou Est).
- les changements d’activités : les populations essentiellement éleveurs et semi-nomades pourraient devenir des agriculteurs et se sédentariserait dans des zones d’accueil plus viables.
- les conflits fonciers qui pourraient naître entre les migrants et les riverains.
- les défrichements par le feu qui seraient utilisés pour se procurer de nouvelles terres.
- le changement du paysage végétal (la végétation dominante dans les zones défrichées serait les plantes adaptées à la sécheresse et résistantes aux feux (plantes xérophytiques).

IV.4.2 ADAPTATIONS

Comme la température est un facteur conditionnel très important dans la variation de la disponibilité des ressources en eau, le réchauffement global relatif aux changements climatiques aurait des effets significatifs sur le bilan hydrique général des deux bassins. Une intensification de l’évapotranspiration serait attendue et induirait une augmentation des besoins en eau dans tous les secteurs (agriculture, élevage, ménage, santé,...)

Si les modes d’exploitation des ressources en eau actuelle persistent (mauvaise gestion, pollution, anarchie) le bassin serait menacé par un déficit hydrique irréversible d’ici peu, d’où la nécessité et l’urgence de prise de mesures préventives adéquates. Toutes les actions relatives à l’adaptation s’articuleraient alors sur deux axes :

- introduction des mécanismes d’organisation et de gestion durable des infrastructures

- amélioration de l'accès à l'eau potable

IV.5 ZONES COTIERES : CAS DE MORONDAVA

IV.5.1 INCIDENCES POTENTIELLES

En considérant l'émission mondiale de CO₂ traduit par un réchauffement global de 1°38C à 2°92C à l'horizon 2100. Sous le scénario IS92a, MAGICC prévoit une élévation moyenne du niveau de la mer de 19.28cm à 86.30cm, selon la sensibilité climatique de la région ; ce qui correspond à une tendance d'élévation annuelle de 7,4mm.

En moyenne, la superficie inondée s'élèverait à 76,99 km² pour l'année 2025, à 82,69km² pour 2050 et à 91,29 km² en 2100.

En 1997, le recul des côtes a été estimé entre 5,71m et 6,54m, ce phénomène risque d'engloutir environ 225 m pour l'année 2100, ce qui laisse supposer qu'une bonne partie de la partie littorale de Morondava disparaîtrait de la carte.

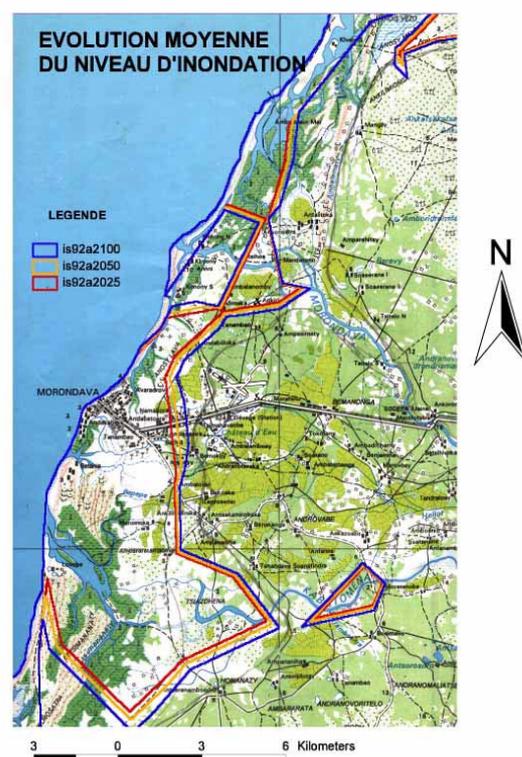
Les éléments les plus touchés par les changements climatiques sont :

- l'écosystème marin et côtier incluant ainsi la mangrove, la forêt littorale, la zone humide, la plage, les dunes et les récifs coralliens,
- les activités de rente à investissement lourd telles que les aéroports, les ports, les routes bitumées, les aquacultures de crevette, les établissements à caractère industriel, les sociétés de pêche industrielle, les infrastructures touristiques,
- les activités de rente à investissement moyen comme le transport maritime, les sociétés de pêche artisanale, l'agriculture organisée, l'élevage structuré, la foresterie dans son ensemble,
- les activités de subsistance,
- les activités sociales.

IV.5.2 VULNÉRABILITÉ

Les effets biogéophysiques de l'élévation du niveau marin se manifestent sous diverses formes :

- accélération de l'érosion ;
- inondations des zones basses ;



Carte 7. Evolution moyenne du niveau de l'inondation de Morondava (MAG/99/G31, 2002)

- intrusion d'eau salée ;
- effets biologiques.

Les marais et les estuaires, jouant souvent un rôle important dans la prévention des inondations, seraient constamment immergés suite à l'élévation du niveau de la mer et ne pourront plus exercer leur fonction de drainage.

Du point de vue agricole, la région de Morondava est menacée par l'engloutissement du précieux delta par lequel la population puise son alimentation alors que les inondations et les cyclones tropicaux risqueraient d'être plus fréquents et plus violents.

L'élévation du niveau de la mer aura des conséquences directes significatives, plus particulièrement, sur l'augmentation de la salinité des eaux souterraines en bordure de la côte. Les terres côtières de basse altitude seront submergées et ne pourront plus être utilisées à des fins agricoles. Aussi le secteur agricole devrait-il redouter, en dehors du risque de submersion, un endommagement des plantations par suite d'excès de sel. De plus, le réchauffement de la terre réduirait considérablement le degré d'humidité qui, à son tour, perturberait la germination des plantes et entraînerait une baisse de la productivité agricole.

Au niveau des systèmes naturels, la sécheresse et la submersion de la zone côtière auront sans aucun doute une influence considérable. De nombreux éléments des écosystèmes seront profondément perturbés ou appelés à disparaître. Le changement de climat provoquera sûrement un appauvrissement de la biodiversité.

Sur le plan social, Il est certain que les changements climatiques combinés aux autres problèmes écologiques et démographiques ne feront qu'intensifier la pauvreté et la malnutrition dans la région. Ce phénomène incitera la population à migrer vers des régions non frappées par la famine et la misère. L'hygiène publique, au même titre que le secteur agricole, devra s'adapter à un environnement en mutation.

A une vitesse moyenne de recul de 4m/an, l'érosion marine transporte un volume annuel de 24.000m³ de sable si l'on estime que la partie érodée a 2m de profondeur et 3 km de longueur. Ce volume serait l'équivalent de 36.000 tonnes de sable de plage pour une densité du sable de 1,5. Le port, les sites culturels, les sites historiques implantés en bordure de mer et les plages touristiques sont ainsi exposés aux risques élevés de dégradation.

IV.5.3 ADAPTATIONS

Afin d'éviter une destruction du couvert végétal et une remise en mouvement de la plage, la partie de la côte sableuse ouverte au public nécessite l'adoption d'une politique cohérente de protection de

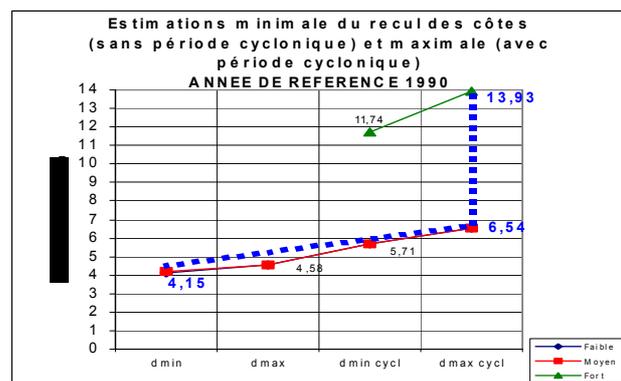


Figure 10. Estimation du recul des côtes en 2100 (MAG/99/G31. 2002)

la part des collectivités territoriales. Cette politique peut se résumer en ces termes à :

- l'acquisition foncière du domaine littoral par la communauté de base ;
- la remise en état des secteurs dégradés par la déflation ;
- au reprofilage du bourrelet littoral, pose de brise-vent par le reboisement des filaos (casuarinacées).

Par ailleurs, les infrastructures telles que les digues, les épis,... devront être adaptées au fur et à mesure que le niveau de la mer s'élève.

Enfin, il serait conseillé de pratiquer la pisciculture, pour atténuer les retombées économiques du bouleversement des chaînes trophiques marines, relatif à l'augmentation de la température en mer.

IV.6 FORESTERIE : CAS DE TAMPOKETSA ET D'AMBOVOMBE ANDROY

IV.6.1 CONTEXTE ACTUEL SANS CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Les phénomènes d'érosion pluviale et éolienne ont déjà agi sur l'île depuis des siècles et ont contribué à l'évolution des paysages malgaches. Pourtant, la pression exercée par la population riveraine sur les ressources naturelles, notamment par défrichement et feu de brousse, influe sur l'intensité desdits phénomènes et accélère ainsi la dégradation de l'environnement.

Les impacts actuels de l'érosion sans changements climatiques, sont déjà alarmants aussi bien pour les Tampoketsa d'Ankazobe, zones de pâturage naturelles et d'agriculture extensive de bassin Ouest-Nord ouest de la Betsiboka ; que pour les zones arides de l'Extrême Sud représentées par le bassin d'Ambovombe Androy.

En effet l'érosion pluviale s'exerce constamment sur les 1,2 millions d'hectares de savane boisée des Tampoketsa et sur les 125000 hectares de forêts humides intensivement défrichées de l'est. Elle entraîne une perte de terre de l'écosystème de l'ordre de 7 à 57t/ha/an dans les parties boisées et de 14 à 114t/ha/an dans les parties brûlées de forêts naturelles contre 1,5 à 3t/ha/an uniquement dans les forêts naturelles.



Formation forestière

Pour ce qui concerne l'extrême sud, le flux éolienne véhiculé par les alizés dominants du Sud dépose annuellement 13tonnes/ha de sables fins sur les 76 000 hectares de zones de pâturage et d'agriculture du bassin d'Ambovombe. Le phénomène a déjà engendré le déplacement de l'agglomération de Faux-Cap, village situé à l'Extrême Sud de l'île.

IV.6.2 INCIDENCES POTENTIELLES DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Une simple augmentation de température atmosphérique mondiale de l'ordre 2.5°C (hypothèse optimiste) suffirait pour conduire à un ensablement total des vallées de Tampoketsa d'ici 95 ans. Le

même scénario augmentera de 212% des valeurs actuelles du taux d'ensablement des villages, des pâturages et du Bush xérophytique du Sud d'ici 2100.

IV.6.3 ADAPTATION

La stratégie d'adaptation aux changements climatiques repose essentiellement sur l'application proactive des mesures de lutte anti-érosive (LAE) dont la mise en œuvre pourra s'effectuer à travers des projets d'aménagement de terroir. Cette lutte anti-érosive sera axée sur l'augmentation de la couverture végétale pérenne, l'adoption de méthode de défense et de restauration du sol ainsi que la stabilisation des dunes.

Tableau 32. Evolution de la couverture forestière

Année	Surface boisée	Source	Observations
1960	16 752 000	Guichon	12 472 923 ha de forêts peu ou pas dégradées et 4 279 000 millions de forêts dégradées
1972-1979	15 812 000	Faramalala	10 676 000 ha de forêts sempervirentes et 5 136 000 ha d'autres formations forestières
1990	15 099 000	FAO	8 283 800 ha de forêts des régions pluvieuses et humides et 6 815 500 ha de forêts dans les régions sèches et montagneuses
1994	13 260 000	IEFN	6 062 000 ha de forêts sempervirentes et 7 198 000 ha autres formations forestières
2000	11 727 000	FAO	11 378 000 ha de forêts naturelles et 350 000 ha de plantations

Chapitre V

PLAN D'ACTION NATIONAL SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

V. PLAN D'ACTION NATIONAL SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

V.1 CONTEXTE

L'article 3.1 de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, stipule le principe¹ de respect d'équité et de responsabilité commune mais différenciée des parties. Comme Madagascar figure encore parmi les Pays les moins avancés (PMA / LDC), et comme le résultat de l'inventaire de GES d'origine anthropique le classifie de « Puits à carbone », la priorité nationale malgache consiste à instaurer un développement rapide et durable, conformément au Document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté (DSRP) lequel a été inspiré à partir de la réalité locale et « des Objectifs de la Déclaration du Millénaire » des Nations Unies.

Ainsi, la vision de Madagascar pour 2030, en matière de changements climatiques consiste à « détenir au moins la même potentialité de développement durable qu'aujourd'hui. Pour avancer dans cette vision, toutes actions devraient s'orienter vers l'objectif global de « maintien de la capacité de séquestration de carbone jusqu'au 2030, tout en intensifiant les actions de lutte contre la pauvreté. »

V.2 LES PRINCIPALES ORIENTATIONS DU PLAN D'ACTION NATIONAL

Compte tenu de la situation socioéconomique à Madagascar, le plan d'action national sur les changements climatiques a été développé suivant cinq principales orientations :

1-Donner à la population malgache la possibilité de se développer et de s'épanouir grâce à des activités économiques profitables, non-destructrices de l'environnement, mais favorisant la séquestration de carbone ou l'atténuation de l'émission de GES.

2-Assurer une meilleure cohérence des actions (synergie) par la coordination des actions des différentes parties prenantes aux émissions de GES.

3-Inverser les tendances de la dégradation des conditions de vie due aux changements climatiques.

4-Prévenir les risques environnementaux dus aux changements climatiques.

5-Renforcer les outils juridiques, de communication et d'éducation normative, relative à la régulation des émissions de GES et à la réduction de la vulnérabilité.

¹. « qu'il incombe aux parties de préserver le système climatique dans l'intérêt des générations présentes et futures, sur la base de et de leur capacité respective. Il appartient, en conséquence, aux Pays développés Parties d'être l'avant-garde de la lutte contre les changements climatiques et leurs effets néfastes ».

V.2.1 LES ORIENTATIONS COMMUNES

Madagascar étant doté d'une très grande diversité bioclimatique, il s'avérerait nécessaire de traiter cas par cas le contexte de chaque province pour en dégager ses vocations, ses vulnérabilités et les possibilités d'adaptation aux méfaits des changements climatiques. Néanmoins, certaines mesures sont communes à toutes les provinces à savoir :

1. Le renforcement de la compétence locale en matière de veille climatique, de collecte de données et de contrôle.

Pour pouvoir offrir aux différents secteurs de développement des prévisions météorologiques plus fiables, la remise en fonctionnement des 1000 stations météorologiques et océanographiques malgaches serait indispensable. L'appui à la recherche sur les changements climatiques et sur les impacts potentiels y afférents revêt aussi une importance considérable. Le Système d'Alerte Précoce (SAP) devrait être renforcé pour atténuer la retombée des effets des changements climatiques dans les zones à haut risque (cas du sud de l'île)

2. L'information et l'éducation du public sur les divers aspects de la problématique des changements climatiques.

L'intégration du volet « changements climatiques » dans les programmes scolaires d'éducation environnementale représente une stratégie très efficace. Comme l'accès à l'énergie renouvelable semble encore très difficile pour la majorité des Malgaches, la sensibilisation à l'économie d'énergie constitue une alternative plus adéquate pour contribuer au renforcement de nos « puits de carbone ».

3. L'amélioration du cadre légal et réglementaire, réduisant la vulnérabilité aux méfaits des changements climatiques et l'émission de GES.

L'application effective des textes en vigueur, notamment ceux relatifs à la politique forestière, à la politique énergétique et à la fiscalité, nécessiterait la détermination de l'Etat malgache

- à faire preuve de bonne gouvernance,
- à renforcer la compétence locale en matière de contrôle et de certification (cas du contrôle des gaz d'échappement, de la labélisation des matériels à économie d'énergie, et des études d'impact environnemental,...)
- et surtout, à lutter contre la corruption.

Une réduction significative des taxes douanières et d'exploitation des équipements de production d'énergie renouvelable (photovoltaïque, transistor solaire,...) ou à faible émission de GES (réchaud à gaz, LBC) inciterait les opérateurs économiques à investir dans le secteur énergie renouvelable. Les petites villes pourront ainsi accéder à des ressources énergétiques plus durables.

De plus, comme le principal impact des changements climatiques consiste à l'augmentation du coût de la vie, l'appui à la création d'emplois, à la professionnalisation des métiers et à l'accès au micro-crédit doit figurer parmi les priorités du gouvernement. Un environnement économique et juridique sain constitue un facteur important dans le développement de ces volets d'activités.

4. L'amélioration des moyens de communications et d'information ; en effet, cette amélioration s'avère indispensable pour sensibiliser le public, prévenir les risques et identifier l'adaptation aux méfaits des changements climatiques.

Une meilleure infrastructure routière et un plus grand accès de la majorité des malgaches aux moyens de télécommunication (radio, télévision, téléphone) permettraient au pays de mieux exploiter la complémentarité de ses ressources humaines et économiques pour prévenir la population des zones à haut risque ou de leur venir en aide en cas de catastrophe imminent (cas de la famine sévissant dans le Sud de l'île en 2003).

5. La Gestion durable des écosystèmes naturels.

La grande richesse floristique et faunistique de l'île s'ajoute au fait que Madagascar constitue encore un grand puits de carbone. Aussi, s'avère-t-il nécessaire de poursuivre et d'étendre le programme environnemental initié depuis 1989. La lutte contre le tavy (culture sur brûlis), contre les feux de brousse (feu de pâturage) et contre l'exploitation illicite des ressources forestières restent toujours au cœur de la préoccupation de l'Etat. Comme ces problèmes sont tous d'origine anthropique, l'implication de la population riveraine dans la gestion locale sécurisées (ou GELOSE) de ces ressources tient un rôle capital pour la réussite des projets de développement intégré. Une attention particulière devrait être accordée à la sécurisation foncière et à la socio-organisation paysanne.

Comme toutes les provinces de Madagascar disposent et exploitent des ressources côtières, à l'exception d'Antananarivo, des textes portant sur la Gestion Intégrée des Zones Côtières (GIZC) ont déjà été publiés pour prévenir les risques de surexploitation depuis les bassins versants jusqu'aux zones littorales.

6. La coordination des actions à entreprendre en faveur de la réduction de la vulnérabilité et au renforcement du puits à carbone.

Le caractère transversal, inter-générique du problème des changements climatiques, oriente les efforts vers l'exploitation des ressources institutionnelles disponible plutôt que de créer des structures spécifiques au sein de chaque institution. Le Comité National des changements climatiques en sera le premier responsable

Outre les propositions de mesures communes citées plus haut, chaque province a ses propres priorités.

V.2.2 ORIENTATIONS PROPRES DES PROVINCES

Province de Toliara

Occupant la partie sud de l'île, doté d'un climat subsahélien et d'une zone côtière très étendue, la province de Toliara est quasi annuellement victime de la famine causée par la sécheresse et par les invasions acridiennes. Subissant l'influence du vent « Tsiokatimo » et la déforestation, cette région, notamment celle aux environs d'Ambovombe Androy est aussi la proie de la désertification



Paysage du Sud

Comme la disponibilité de l'eau constitue le principal facteur limitant du développement de cette région, la gestion durable des ressources hydrographiques constitue la principale mesure à prendre pour réduire la vulnérabilité face aux incidences potentielles des changements climatiques. L'application du code de l'eau prévoit le forage d'un minimum de 150 puits pour améliorer l'accès à l'eau potable dans cette région.

La mise en valeur des eaux d'autres sources (eau de marées,...) pour l'alimentation du bétail permet d'économiser les ressources en eau. Concernant l'usage agricole de l'eau, une réhabilitation et une gestion durables des infrastructures d'irrigation des grandes plaines à fort potentiel agricole (cas de Mandrare,) contribuera énormément à la sécurité alimentaire de l'ensemble de la province.

La vulnérabilité des zones côtières se manifeste au niveau de certaines villes notamment la ville de Toliara (cas de Mahavatse et de Fierenana) et surtout celle de Morondava. Sous le scénario de référence (maintien du statut quo), une projection de l'augmentation du niveau de la mer par suite des changements climatiques prévoit un recul des côtes de l'ordre de 224,87m à l'horizon 2100. La ville de Morondava risque d'être engloutie alors que certains quartiers de Toliara seront exposés à des risques d'inondation.

Une politique d'aménagement urbain spécifique à chaque zone sensible s'avère indispensable, pour éviter les éventuelles pertes matérielles et en vie humaine attribuables aux changements climatiques.

De plus, comme la pêche traditionnelle représente une source de revenu permanente pour des milliers d'individus, une éventuelle dégradation des ressources halieutiques relative au réchauffement global risque d'accentuer la raréfaction actuelle des produits de mer. La nécessité de professionnaliser le métier des petits pêcheurs et d'appuyer les recherches océanographiques est ainsi justifiée.

Pour éviter la fréquence de la situation de famine, un programme de lutte antiacridienne permanente a été entrepris depuis 1999. Le climat sub-sahélien de la province de Toliara est favorable aux invasions de sauterelles, ce qui a conduit à l'implantation du Bureau National de

coordination de la lutte anti acridienne à Toliara.

Des initiatives de vulgarisation de grenier communautaire villageois ont déjà été prises pour promouvoir le stockage des produits agricoles. Des propositions de remise en fonctionnement de l'industrie de fabrication de matériels agricoles TOLY ont aussi été soulevées à travers la tenue des ateliers provinciaux.

Malgré cette grande vulnérabilité, la province de Toliara dispose d'une grande potentialité de développement en matière d'énergie solaire. Certaines ONG (ADES, Aide-action) sont déjà en train de vulgariser des « cuiseurs solaires » auprès des paysans, en vue de contribuer à la réduction des émissions de GES et à la lutte contre la déforestation..

Province de Mahajanga

Situé au nord ouest de l'île et hébergeant le second grenier rizicole de Madagascar, la province de Mahajanga, une des plus grandes provinces en terme de surface dispose d'une grande diversité des ressources naturelles, notamment les ressources halieutiques, les ressources agropastorales (plaine de Marovoay), les sites touristiques (tsingy de Bemaraha) et les ressources forestières (Ankarafantsika). Abritant le deuxième port international de Madagascar et disposant d'un aéroport international, Mahajanga tien un grand rôle dans le développement économique du pays.



Tsingy de Bemaraha

Pour faire face aux risques d'augmentation du niveau de la mer et de la réduction significative de la précipitation, contrairement à la température, la population locale principalement à vocation agropastorale sollicite la réhabilitation du réseau d'irrigation et la sécurisation des périmètres de Marovoay, pour garantir la sécurité alimentaire de la région, voire du pays.

Les pêcheurs pourraient être orientés vers la pisciculture et l'aquaculture familiale semi/professionnelle, afin de palier la retombée économique conséquente au bouleversement des chaînes trophiques marines. La professionnalisation de l'élevage bovin carné, dont la potentialité est énorme devrait aussi être encouragée pour réduire la vulnérabilité économique et alimentaire

La santé constitue une préoccupation majeure à Mahajanga, car les effets des changements climatiques ne feront qu'accentuer la propagation actuelle des maladies à vecteurs, à savoir : le paludisme, la bilharziose et la peste - lesquelles risquent de diminuer énormément la productivité de la population de Mahajanga. A part la nécessité de mettre en oeuvre des plans d'aménagement urbaine et d'assainissement des zones basses, des campagnes de sensibilisation et de lutte intégrée contre les vecteurs s'avèrent indispensables.

En ce qui concerne la réduction de GES et le renforcement des « puits à carbone », la conservation de la forêt d'Ankarafantsika par le développement du système GELOSE autour de la réserve est déjà entreprise.

Le développement du secteur énergétique, à travers l'exploitation du gisement solaire de Mahajanga, la commercialisation des foyers améliorés, la sensibilisation à l'utilisation des foyers à gaz (VITOGAZ) et surtout l'exploitation des gel-fuel provenant de l'usine de sucrerie SIRAMA de Namakia figurent parmi les pistes à creuser. Un programme pilote intégré de Mahajanga (PPIM) a été déjà mis en place à Mahajanga pour vulgariser la production et l'utilisation durable de l'énergie. Les principales réalisations portent sur :

- l'appui à la mise en place de VITOGAZ, usine de production de GAZ liquéfié,
- la formation des charbonniers sur les techniques de production énergétique plus rentables,
- la vulgarisation des foyers améliorés et l'essai de production de briquettes de biomasse recyclée.

Province d'Antsiranana

Doté d'un climat du type tropical humide, Antsiranana possède une grande variété d'écosystème notamment des forêts humides, savanes arborées, zones humides, sites marins et côtiers, aires de plantations et d'élevage. La province est constituée par deux grandes zones écologiques à savoir :

la DIANA, incluant Diego Suarez (Antsiranana), Ambilobe, Nosy Be, Ambanja, laquelle héberge le complexe de Manongarivo-Tsaratanana, réservoir d'eau pour l'ensemble de la province.

la SAVA, principale région productrice de vanille, incluant Sambava, Antalaha, Vohémar et Andapa, laquelle abrite les principales zones touristiques de la région (l'Ankarana, le Tsaratanana, et le Parc National Marin.)

Sur le plan agricole, cette province est exposée au problème de bouleversement de la précipitation, lequel risque d'accentuer la pénurie d'eau particulièrement ressentie à Vohémar, à Andapa et à Antalaha. A cela s'ajoutent les risques de bouleversement de la salinité du sol ainsi que celui du système d'irrigation des plaines de Sambirano et de Mahavavy, par suite d'augmentation du niveau de la mer.



Baie de Ramena

Les sites de plantation des essences exportables, principalement situés dans les zones côtières, sont aussi menacés par la violence du vent et des cyclones. La révision des plans d'aménagement, en faveur de la maîtrise de l'eau dans les zones stratégiques de production, la gestion des risques et catastrophes (cyclones, sauterelles,...) et à l'amélioration des moyens de veille climatique doivent être renforcées.

Hébergeant les deux principales industries sucrières (SIRAMA) de Madagascar — une à Ambilobe et une à Nosy be—, la province d'Antsiranana est exposée aux retombées économiques des changements de l'agroclimat des pays tempérés quant à l'exportation de sucre. En effet, la tendance climatique des pays importateurs de sucre favorise la culture des betteraves à sucre ; ce qui risque d'influer énormément sur le prix du sucre de canne à l'échelle mondiale et sur la sécurité d'emploi des dizaines de milliers d'ouvriers et de paysans qui en dépendent. Le développement d'une stratégie d'adaptation et de réorientation proactive de la filière mérite d'être étudié d'urgence.

En plus du coût unitaire élevé de l'électricité, la grande potentialité touristique de la province d'Antsiranana est menacée par :

- l'augmentation du niveau de la mer qui risque de changer le paysage de Ramena, la seconde plus grande baie du monde, et même d'engloutir les petites îles aux environs de NosyBe.
- la perte de la biodiversité relative aux changements micro-climatiques dans les sites d'intérêts biologiques (cas de la Montagne d'Ambre et de Tsaratanana).

Une bonne coordination de la conservation des ressources naturelles et l'instauration d'un développement touristique durable doit compléter les mesures préventives mais incitatives envisagées en matière d'énergie. La réhabilitation des turbines à biomasse du SIRAMA d'Ambilobe permettrait d'approvisionner en énergie renouvelable, de façon plus économique, l'ensemble de la province. Ce qui contribuerait aussi à la réduction de l'émission de GES. A ce propos, la vulgarisation des LBC, des foyers améliorés à charbon ou à gaz et surtout le renforcement de capacité de la sécurité routière en matière de contrôle des pollutions figurent parmi les principaux souhaits des notables de la province de Diégo.

L'existence de la SECREN, le plus important chantier naval de l'océan Indien, doit aussi être exploitée efficacement en vue de contribuer à l'instauration d'un système de transport naval durable.

Province de Fianarantsoa

Bien que réputée par son artisanat, ses patrimoines naturels (Andringitra) et éco-touristiques (Ranomafana, Isalo, Midongy), la productivité de ses côtes en essences exportables et en ressources halieutiques (Mananjary, Manakara, Farafangana, Vangaindrano), ses ressources minières (Ilakaka), la province de Fianarantsoa figure parmi les moins avancées des six provinces de Madagascar.



Rizière betsileo

En effet c'est une zone de prolifération des maladies à vecteurs, notamment le paludisme la bilharziose, et récemment la filariose. C'est aussi une zone où le laisser-aller et l'insécurité rurale règnent. La stérilité du sol betsileo aggrave aussi sa vulnérabilité économique et alimentaire face aux changements climatiques. Aussi, la préoccupation de Fianarantsoa consiste-t-elle en :

- le renforcement de la sécurité alimentaire par l'adoption de l'approche filière dans toute activité d'intensification agricole. Le désenclavement des zones stratégiques, notamment, celles de la haute Matsiatra et des environs du corridor forestier est au cœur de la préoccupation de Fianarantsoa. La réouverture de la FCE réduira énormément la vulnérabilité économique de la province. La promotion des industries agroalimentaires, de transformation ou de conserverie ; comparable à l'ex-ferme d'état VOHIMASINA serait aussi très appréciées par les Betsileo (principalement à vocation agricole).
- l'éducation à l'hygiène et à l'amélioration des infrastructures sanitaires de base (mobile / fixe).

- l'éducation civique visant à augmenter l'efficacité des plans d'aménagement et/ou d'urbanisation à mettre en place pour chaque agglomération.
- la lutte contre le tavy et feu de brousse afin de maintenir le régime hydrique alimentant le central hydroélectrique de Namorona, de conserver la biodiversité des sites d'intérêt biologique, en particulier les espèces montagnardes (cas d'Andringitra), et de stopper l'ensablement du canal des Pangalanes où la navigation n'est plus praticable actuellement.

L'augmentation du niveau de la mer ne semble pas constituer une menace pour les côtes de la province de Fianarantsoa. C'est plutôt la violence des cyclones qui risque d'être la plus désastreuse. Un appui à l'équipement météorologique de chaque Fivondronana renforcera le Système d'Alerte Précoce.

En ce qui concerne la réduction de l'émission de GES, Fianarantsoa est favorable à la mise en place et application effective des réglementations relatives à la production et à l'exploitation du bois énergie. La vulgarisation des matériels à efficacité énergétique, du genre LBC et foyer amélioré, serait bénéfique dans les milieux urbains. La mise en place d'une structure chargée du suivi des activités de reboisement renforcera les efforts de protection du corridor forestier de l'Est de la province et contribuera à l'augmentation de la capacité de séquestration de nos puits à carbone.

Province de Toamasina

Toamasina détient plusieurs éléments stratégiques de réduction des émissions de GES. En effet cette province héberge la plus grande formation forestière garant de la fixation de carbone à Madagascar. Elle détient aussi les deux principales centrales hydroélectriques alimentant les grandes villes de Madagascar (Mandraka et Andekaleka) ainsi que l'unique usine de raffinerie de la grande île.

Le premier port international et le plus grand réseau de chemin de fer malgache s'ajoutent à la route nationale RN2, la plus fréquentée de l'île, pour assurer l'ouverture de Madagascar aux marchés extérieurs.



Ville de Toamasina

Un des grands traits de la province est marqué par l'existence des grandes industries d'exploitation forestières (Fanalamanga, TIB, PMM de Moramanga) et sucrière (SIRAMA de Brickaville).

La plaine d'Ambatondrazaka, premier grenier rizicole malgache approvisionne les villes malgaches en denrées alimentaires, tandis que les côtes assurent la production des produits exportables notamment les litchi, poivre, girofle, café et vanille,...

Pour faire face à la réduction significative de la précipitation, la population locale, principalement à vocation agropastorale, sollicite la réhabilitation du réseau d'irrigation et la sécurisation des périmètres d'Ambatondrazaka, pour garantir la sécurité alimentaire de la région, voire du pays.

La santé constitue une préoccupation majeure à Toamasina car les effets des changements climatiques ne feront qu'accentuer la propagation actuelle des maladies à vecteurs, à savoir : le paludisme, la bilharziose, la peste, lesquelles risquent de diminuer énormément la productivité de la population Betsimisaraka. A part la nécessité de mettre en oeuvre des plans d'aménagement territoriale et d'assainissement des bas quartiers, des campagnes de sensibilisation et de lutte intégrée contre les vecteurs seraient t indispensables.

En ce qui concerne la réduction de GES et le renforcement des « puits à carbone », la conservation de la réserve forestière de l'Est par le développement du système GELOSE autour de la réserve est déjà entreprise.

Province d'Antananarivo

Située au cœur des hautes terres centrales, la province d'Antananarivo héberge la capitale de Madagascar, la plus grande ville de la grande île.

La province d'Antananarivo connaît un développement remarquable dans le domaine de l'industrie de transformation et de l'industrie de service. Ajouté à l'accroissement des besoins énergétiques des ménages, un tel développement explique l'augmentation rapide de l'émission de GES et des polluants dans la capitale. L'appui à la promotion des sources d'énergie renouvelable et à l'économie d'énergie s'avère nécessaire. Cet appui pourrait s'effectuer à travers : des incitations fiscales, la mise en œuvre des opérations « radios solaires », la facilitation de paiements des matériels à efficacité énergétique et à la substitution du charbon de bois par des briquettes de biomasse combustibles...



Ville d'Antananarivo

Le problème d'émissions, attribuables au secteur transport devient de plus en plus préoccupant dans les grandes villes. Aussi, s'avère-t-il indispensable d'instaurer une politique de transport écologiquement durable.

Le climat tempéré, caractéristique des hautes terres centrales, constitue un avantage concurrentiel de l'agriculture au sein du marché local des produits agricoles. Une augmentation de la température, due au réchauffement global, risque de réduire cet avantage. De plus la rupture des barrières thermiques des maladies impliquerait une augmentation du coût de production agricole. Le renforcement de capacité des services techniques agricoles et vétérinaires de base limitera l'impact de cette incidence.

Dans le souci d'encourager la croissance économique nationale, voire la réduction de la vulnérabilité économique nationale, l'amélioration des infrastructures routières, principale préoccupation du régime actuel, devrait être poursuivie encouragée pour que les produits de consommation provenant des autres provinces puissent alimenter le plus grand marché de la grande île.

Dans la capitale, la forte densité de la population, dans une agglomération très faiblement structurée, soulève le souci de vulnérabilité des bas quartiers en cas de forte pluviosité. Ce qui justifie l'élaboration et l'application effective des plans d'aménagement des agglomérations ainsi que la réalisation des travaux d'assainissement préventifs des zones à risques. Une révision de la procédure d'octroi de titre et de permis de construire devrait être entreprise à cet égard.

L'augmentation progressive de la quantité de déchets industriels et ménagers dans la capitale nécessiterait une réorganisation de la collecte, traitement et valorisation des déchets.

En terme de conservation de la couverture végétale, Antananarivo a déjà pris une longueur d'avance dans les initiatives de reboisement. Néanmoins, l'efficacité de ces initiatives a été très faible faute de suivi et d'adéquation aux besoins des collectivités de base.

Le renforcement de la coordination des actions des diverses parties prenantes à la gestion des ressources naturelles semble indispensable.

Capitale de Madagascar, Antananarivo devrait promouvoir l'échange d'information intra et inter provincial sur les résultats de veille climatique. La réhabilitation des stations d'observation météorologiques figurerait parmi les priorités des actions à entreprendre pour réduire la vulnérabilité face aux changements climatiques.

VI FICHES DE PROJET

FICHE DE PROJET N° 1

INTITULE DU PROJET : REFORESTATION DE LA SUPERFICIE ET DU POTENTIEL FORESTIERS

- OBJECTIF** :
- Instaurer un environnement forestier aux initiatives en matière de Reboisement
 - Orienter les reboisements en fonction des besoins régionaux et locaux
 - Assurer la sécurité foncière afin de responsabiliser la population

- ACTIVITES** :
- Identifier et délimiter des Ressources Financiers de reboisement ;
 - Ouvrir des pistes ;
 - Créer des pare-feux ;
 - Promouvoir le reboisement et l'embroussaillage
 - Promouvoir le reboisement des essences à croissance rapide pour les combustibles ligneux ;
 - Intensifier les actions agroforestières dans les bassin versants ;
 - Appuyer l'usage des techniques améliorées de carbonisation ;
 - Promouvoir des modes d'utilisation moins consommatrice de combustibles ligneux

- RESULTATS ATTENDUS** :
- Les rôles et attributions de chaque acteur en matière de reboisement sont redéfinis ;
 - Des alternatives techniques d'accompagnement sont disponibles ;
 - Le potentiel de reboisement est inventorié ;
 - Le reboisement est intégré dans l'aménagement local et régional ;
 - Les besoins régionaux et locaux sont connus ;
 - Des schémas d'aménagement agro-sylvo-pastoraux sont élaborés ;
 - Les reboiseurs sont reconnus propriétaires de leurs terrains ;

DUREE : 5 ans

COUT : 2.500.000 USD

FICHE DE PROJET N° 2

INTITULE DU PROJET : REDUCTION DES EMISSIONS DE GES PAR LA GESTION ET L'AMELIORATION DES PATURAGES NATURELS

OBJECTIF : - Réduire les émissions de méthane tout en rehaussant la productivité des bovins à viande élevés en système extensif.

ACTIVITES :

L'extension des cultures fourragères permet une utilisation complète des sols et assure un approvisionnement régulier pour l'amélioration des animaux à un prix minimum.;

Les activités propres aux cultures fourragères consistent en :

- Aménagement du terrain :clôture et/ou installation des pare feux ;
- Plantation de haies en bordure des parcelles ; labour en bande, pulvérisage, épandage d'engrais ;
- Semis et/ou plantation suivant les espèces fourragères choisies ;
- La gestion des pâturages (rotation, coupe, déprimage, pâturage différé,...)

RESULTATS ATTENDUS :

- Réduction des émission de GES :

Les techniques de production animale proposées permettent la réduction des émissions de GES de 15 % pour les cultures fourragères.

- Gain de poids et sa valeur :

Dans l'ensemble, les animaux qui pâturent sur les parcours améliorés gagnent en moyenne 340 kg en poids tous le ans.

DUREE : 20 ans

COUT : 65.400.000 USD

FICHE DE PROJET N° 3

INTITULE DU PROJET : INTENSIFICATION RIZICOLE A MADAGASCAR

OBJECTIF : Réduire les émissions de GES, du méthane en particulier, et augmenter et promouvoir la production rizicole par l'amélioration des pratiques culturales et l'adoption de nouvelles technologies en vue de satisfaire les besoins de consommation locale et d'accroître les revenus des producteurs tout en préservant la base des ressources naturelles.

ACTIVITES :

- Mise en place de la chambre de l'agriculture
- Inventaire des variétés de riz performantes, des variétés à cycle court, des variétés tolérantes aux maladies et insectes
- Introduction de nouvelles souches/variétés de riz
- Expérimentation des variétés
- Sélection des réseaux hydro-agricoles à réhabiliter
- Elaboration de textes régissant la gestion et la l'entretien des réseaux
- Mise en place des association des utilisateurs de l'eau (AUE)
- Réhabilitation des réseaux hydro-agricoles et des pistes rurales
- Restructuration des AUE en fonction des spécificités hydrauliques et écologiques
- Inventaires des technologies appropriées
- Mise en place des Organisations paysannes (OP)
- Encadrement/sensibilisation des OP
- Distribution des activités performantes
- Mise en place d'une structure de stockage (grenier communautaire)
- Collecte des produits/ stockage/ distribution

RESULTATS ATTENDUS :

- Des semences de qualité sont par les paysans(variété productives, à cycle court, tolérantes aux maladies et insectes)
- L'infrastructure hydro-agricole est fonctionnelle
- Les associations des usagers de l'eau(AUE) et les organisations paysannes (OP) sont opérationnelles
- Une production des GES du méthane en particulier à partir des rizières irriguées est dotées par l'adoption du système d'irrigation à aération multiple
- Les intrants et les matériels agricoles sont disponibles au moment opportun
- L'accès des paysans au financement des opérations de crédit agricole est facilité
- Le service d'appui et d'encadrement intensif est opérationnel
- Les produits sont évacués ; les échanges et la commercialisation sont favorisées
- Les motos sont disponibles dans les 3 régions d'intervention.

DUREE : 8 ans

COUT : 880.000.000USD

FICHE DE PROJET N° 4

INTITULE DU PROJET : CONSERVATION ET PROTECTION DES FORETS

OBJECTIF :

- Appuyer les pratiques rurales de substitution
- Contribuer à la maîtrise des feux de brousse
- Préserver le patrimoine forestier et les équilibres écologiques

RESULTATS ATTENDUS :

- Application des pratiques culturelles de substitution au niveau régional avec les paysans, les services agricoles et les autres intervenants
- Diversification des activités liées à l'utilisation durable des produits secondaires forestiers
- Création des conditions cadres pour le transfert effectif de la gestion locale des ressources renouvelables de l'Etat au profit des communautés locales
- Rendre effectif la décentralisation des ressources renouvelables
- Réalisation des inventaires périodiques forestiers et écologiques
- Adoption d'un plan d'affectation des terres pour le pays

DUREE : 5 ans

COÛT : 258 USD * 300.000 ha * 5 ans = 3.870.000 USD

FICHE DE PROJET N°5

INTITULE DU PROJET : ATTENUATION DE L'EMISSION DES GAZ A EFFET DE SERRE PAR LA VALORISATION DES DECHETS MENAGERS

OBJECTIF : Réduction de l'émission de méthane (CH₄) et exploitation a long terme des décharges par la fabrication du compost à partir des déchets ménagers

RESULTATS ATTENDUS :

A court et à moyen terme : . Maîtrise et adoption de la pratique du compostage par le public
. Amélioration des rendements des paysans
. Amélioration de la gestion des déchets

A long terme : Maîtrise de l'émission de méthane à partir des déchets ménagers et participation à l'équilibre climatique

ACTIVITES :

- Entreprendre des études diagnostics de l'application antérieure du compostage ;
- Organiser des ateliers régionaux d'évaluation étude diagnostic et adoption de la technologie ;
- Former des formateurs pour le transfert de la technologie ;
- Mettre en œuvre et suivre l'application de la technologie de compostage notamment en milieu aérobie.

COUT : 1,250,000 USD

DUREE : 5 ans

CHAPITRE VII

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. ANDRIAMANANTSOA B., RAKOTOASIMANANA G., ANDRIANASOLO N., 2001. *Inventaire national des Gaz à effet de serre, Secteur Energie. Projet MAG99G31 du Ministère de l'environnement.*
2. ANDRIANASOLO, N. H., RAHARIMALALA, P., 2002. *Etude de vulnérabilité et d'adaptation aux changements climatiques, cas de l'élevage bovin dans la région de Marovoay. Projet MAG99G31 du Ministère de l'environnement.*
3. GIEC, 2000. *NATIONAL COMMUNICATION SUPPORT PROGRAMME WORKBOOK, 2000. Using a CLIMATE SCENARIO GENERATOR for Vulnerability and Adaptation Assessments. Climate Research Unit, University Of East Anglia, Norwich, UK and UNDP/GEF New York, USA, May 2000.*
4. GIEC, février 2001. *Adoption par le GIEC d'un rapport de fond sur l'incidence des Changements climatiques. Avis aux médias, 17p.*
5. HOOZEMANS F.M.J., MARCHAND M. et PENNEKAM H.A. p 1993. *Global Vulnerability Analysis: Vulnerability Assessment for Population, Coastal Wetlands and Rice Production on a global Scale.*
6. HULME M., Wigley T.M.L., BARROW E.M., RAPER S. C.B., CENTELLA A., SMITH S et CHIPANSHI A.C., 2000 *Using a Climate Scenario Generator for Vulnerability and Adaptation Assessment: MAGICC and SCENGEN Version 2.4 Workbook, Climatic Research Unit, Norwich, UK, 52 pp.*
7. INSTAT et PNUD, 2001, *Tableau de Bord Social 2000, PROGRAMME PNUD MAG/9 7/0078 DAPI, « Gouvernance et Politiques pour un Développement Humain Durable »*
8. INSTAT/PNUD 2000, *Tableau de bord social,*
9. JENKINS MD, 1990. *Madagascar, Profil de l'environnement Mondiale. Centre Mondiales de surveillance continue de la conservation de la nature 439p. éd. UICN, Angleterre.*
10. MCMICHAEL A.J., Haines A., Slooff R. And Kovats S, 1996,.ed. *Climate Change and Human Health.*
11. MINISTERE DE L'AGRICULTURE, 2000. *Document de Politique Agricole et Alimentaire*
12. MINISTERE DE LA PECHE ET DES RESSOURCES HALIEUTIQUE, 2001, *Plan directeur de la Pêche,*
13. MINISTERE DE LA SANTE, 1980. *Rapports annuels: 1977, 1978, 1979, 1980 Service des Statistiques Sanitaires et Démographiques.*
14. MINISTERE DES FINANCES ET DE L'ECONOMIE, INSTAT et PROJET MADIO, 1999, *Le secteur industrie/formel à Madagascar. Caractéristiques, Performances, Perspectives. Enquête Annuelle dans l'Industrie -Exercice 1997, Projet MADIO, INSTAT, Madagascar.*
15. MINISTERE DES FINANCES ET DE L'ECONOMIE, INSTAT et PROJET MADIO, 1999, *Le secteur informel dans l'agglomération d'Antananarivo Performances, Insertion, Perspectives. Enquête 1-2-3 Premiers résultats de la phase 2. Second semestre 1998, Projet MADIO, INSTAT, Madagascar.*
16. MINISTERE DES FINANCES ET DE L'ECONOMIE/INSTAT/PNUD 2000,. *Tableau de bord social 2000, Appui à la mise en place d'un système national intégré de suivi de la pauvreté.*
17. OMS/Ministère de la Santé, 2000. *Mémento des indicateurs de la 3^e Evaluation de la Stratégie de santé pour tous en l'an 2000.*
18. ONE, 1999. *Rapport sur l'état de l'environnement à Madagascar. ITF, mai 1999.*
19. Organisation Mondiale de la Santé, 1999. *Faire reculer le paludisme.*
20. RAHARIJAONA R, ANDRIANTSOA H., 2002. *Etudes de vulnérabilité et d'adaptation aux Changements climatiques, Secteur Zone côtières - cas de Morondava. Projet MAG99G31 du Ministère de l'environnement.*
21. RAHELIMALALA M. D., ANDRIANTSEHENO B., 2001. *Inventaire national des gaz à effet de serre, secteur Déchets. Projet MAG99G31 du Ministère de l'environnement.*
22. RAHERIMALALA, M. D., 2002. *Secteur déchets, Mesures de Mitigation et d'atténuation. Projet MAG99G31 du Ministère de l'environnement.*
23. RAHOLIJAON N., *Etude des vulnérabilités et adaptation aux changements climatiques, Scénarios des*

- changements climatiques pour Madagascar, Projet MAG/99/G631 du Ministère de l'environnement, 30p.*
24. RAKOTOALSON V.,- RAZAFIMAROSON H., RAKOTOHARIMANANA A., RAZANAKOLONA H., 1999. *Etude sur l'intensification de l'Elevage liée à la réduction de la pression des feux de brousse dans les zones d'intervention de LDI Mahajanga, novembre 1999.*
 25. RAKOTOMANJAKA J., 2002, *Etudes socioéconomiques .Projet MAG99G31 du Ministère de l'environnement.*
 26. RANDRIAMAMPINANINA V, 2002. *Rapport final d'atténuation des émission de Gaz à effet de serre, Secteur Hors Energie, sous secteur Changements d'affectations des terres et foresterie. Projet MAG99G31 du Ministère de l'environnement.*
 27. RANDRISANDRATANA Germain, 2002 *Etude de vulnérabilité et d'adaptation, Secteur Santé publique. Projet MAG/99/G31 du Ministère de l'environnement,*
 28. RAOZIVELOMANANA V., 2002, *Etudes sur les mesures d'atténuation des émissions de GAZ à effet de Serre, Secteur Elevage. Projet MAG99G31 du Ministère de l'environnement.*
 29. RASAMBAIMARIVO J., 1992. *Les fourrages cultivés à Madagascar, mars 1992.*
 30. RASAMBAINARIVO J.H., RAZAFINDRATSITO R., RAKOTOZANDRINDRAINY R., RABEHANITRINIONY M., 1993. *Productivités de quelques pâturages malgaches, mai 1983.*
 31. RAVOLOLONANDRIANINA J. E., 2002, *Etude d'atténuation des émissions des gaz à effet de serre, secteur agriculture. Projet MAG99G31 du Ministère de l'environnement.*
 32. RAVOLOLONANDRIANINA J..E., RAOZIVELOMANANA V., RAFALIARISON J, RAKOTOMAMPIONONA J., 2001. *Inventaire national des Gaz à effet de serre, Secteur agriculture. Projet MAG99G31 du Ministère de l'environnement.*
 33. RAZAFINDRAKOTO I., - RAVALISON S., RANDRIAMANARIVO J.R., SAMISOA -RANAIVOSON S., RAMBONILAINA A., 1998. *Diagnostic Socio-économique des Exploitations d'Elevage extensif de l'Ouest et du Nord de Madagascar, janvier 1998.*
 34. RAZAFY F.L., RANDRIAMAMIANINA V, RABEFITIA Z, RAKOTOARINARIVO C.,2001. *Inventaire national des gaz à effet de serre, secteur changements d'affectation des terres et foresterie. Projet MAG99G31 du Ministère de l'environnement.*
 35. RAZANAMAHEFA B, TSARAMODY A.S., 2001. *Inventaire national des Gaz à effet de serre, Secteur Procédés industriels. Projet MAG99G31 du Ministère de l'environnement.*
 36. RAZANAMAHEFA B., 2002, *Etude d'atténuation des émissions de Gaz à effet de serre, Secteur énergie, sous Secteurs Industrie. Projet MAG99G31 du Ministère de l'environnement.*
 37. REPOBLIKAN'I MADAGASIKARA, 2002, *Document Intérimaire de Stratégie de Réduction de la Pauvreté, document provisoire version septembre 2002.*
 38. SOLONITOMPOARIVONY JJ, BARTMINTEN, 2001 . *Domage hors site de l'érosion les effets d'ensablement sur la production rizicole .Etude de cas dans la Commune d'Ambohitrarivo, Fivondronana d'Ambatondrazaka. ONEICGFSIGE Université d'Antananarivo, USAID/PAGEILO*
 39. WORKING GROUP II OF GIEC, 2001 .*Summary for polícymakers : Climate Change :Impact, Adaptation and vulnerabilty, 17p.*

CHAPITRE VIII

COMITE DE REDACTION

COMITE DE REDACTION

Président du Comité de pilotage

RANDRIASANDRATANA Germain, Point Focal National de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, Ministère de l'Environnement, des Eaux et Forêts,

Membres du Comité de Pilotage

RATOVOHARISON Victor, Agrométéorologiste principal, Directeur de la Météorologie Appliquée, VPM/DGM .

RAZANAMAHARO Zo Nirina , Ingénieur agro forestier, Coordonnateur des programmes d'actions sur l'environnement du secteur Pêche et aquaculture

HARLINE Augustine Sana, Juriste à la DTE/MICDSP

RANDRIANARIVELO Lucile, Secrétaire permanent du Conseil National de Secours

RAKOTOARISOA Norbert, Professeur en Education

RAKOTONIRINA Victor Solo, Ingénieur en sciences agronomiques eaux et forêts

RAMANANTENASOA Aline, Ingénieur des Mines, chargée de la coordination des sections environnementales au Ministère de l'Energie et des Mines

RAHARIMINO Zily, Ingénieur des Eaux et Forêts DGEF/MINENVEF

RAZANATSOA Paulette, MINAGRI

RAFAMANTANANTSOA Jean Gervais, Docteur d'Etat ès-Sciences , Directeur Général de la recherche scientifique, MESRES

RAZAFIMBELO Judith, Docteur d'Etat ès sciences , Coordonnateur Général des Projets, MESRES

RANDRIANARISOA Prospérine, Economiste à la Direction de la planification, MEFB

BEMAHATSARA, CGDIS

Coordonnateur

RASOANANDRIANINA Lalaniriana, Docteur en géochimie organique, Chef du Projet MAG/99/G31, Programme des Nations Unies pour le Développement, Antananarivo, Madagascar.

Rédacteurs

- RAZAFIMAMONJY Fanomezana Angelo, Maître ès-sciences naturelles, écophysiologiste, ONG Ecophi, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo, Madagascar.
- RASOANANDRIANINA Lalaniriana, Docteur en géochimie organique, Chef du Projet MAG/99/G31, Programme des Nations Unies pour le Développement, Antananarivo, Madagascar.
- RATOVOHARISON Victor, Agrométéorologiste principal, Directeur de la Météorologie Appliquée, VPM/DGM Antananarivo, Madagascar .

Assistés par :

- RAMANANKASINA Lalaniaina, assistante administrative, Programme des Nations Unies pour le Développement, Antananarivo.
- RAJEMISON Sylvia, assistante administrative, Programme des Nations Unies pour le Développement, Antananarivo.

Consultants nationaux

- ANDRIAMANANTSOA Bertin, Ingénieur en hydraulique, Direction de l'énergie, Ministère de l'Energie et des Mines (inventaire et mitigation, secteur Energie)
- ANDRIANASOLO Nivo H., Maître ès-mathématiques, Direction de l'énergie, Ministère de l'Energie et des Mines.(inventaire et mitigation, secteur Energie)
- ANDRIANIRINA Michelliaron, Ingénieur en météorologie, Centre National des Recherches Environnementales, MESRES (vulnérabilité et adaptation, secteur ressources en eau)
- ANDRIANTSEHENO Balsama, Ingénieur statisticien économiste, Cabinet Adapt.(inventaire, s/secteur Déchets)
- ANDRIANTSOA H., Ingénieur halieute, Centre de surveillance de la pêche, Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques (vulnérabilité et adaptation, secteur Zones côtières)
- RABEFITIA Zoaharimalala, Ingénieur d'application de la météorologie, Direction Générale de la Météorologie, Vice Primature, (inventaire, secteur Changement d'affectation des terres et Foresterie)
- RAFALIARISON Jeriniaina R., Ingénieur d'élevage, halieute, et master in aquatics productions, , Ministère de l'Environnement,(inventaire, secteur Procédés industriels)
- RAHARIJAONA Noelson Richard, Ingénieur océanographe, FTM (vulnérabilité et adaptation, secteur Zones côtières)
- RAHARIMALALA Julie, Ingénieur technologue en agroalimentaire, Direction de l'appui à la professionnalisation des éleveurs, Ministère de l'Elevage,(vulnérabilité et adaptation, secteur Agriculture et Elevage)
- RAHARIMANIRAKA Lydie N., Ingénieur des sciences agronomiques, eaux et forêts, Direction Générale des Eaux et Forêts, Ministère de l'Environnement,des Eaux et Forêts (vulnérabilité et adaptation, secteur Foresterie)
- RAHELIMALALA Marthe Delphine, Ingénieur agronome, Service de l'environnement urbain et industriel, Ministère de l'Environnement. Des Eaux et Forêts (inventaire, secteur Déchets)
- RAHOLIJAO Nirivololona, Docteur Ingénieur en géophysique externe, Direction générale de la Météorologie, VPM (Scenarii climatiques)
- RAKOTOARINARIVO Charles, Ingénieur métallurgiste, DRFP, FOFIFA.(inventaire, secteur Changement d'affectation des terres et foresterie)
- RAKOTOASIMANANA Germain, Ingénieur en hydraulique, Direction de l'énergie, Ministère de l'Energie et des Mines(inventaire, secteur Energie)
- RAKOTOMAMPIONONA Justin, Maître ès-sciences économiques, Service des statistiques agricoles, Ministère de l'Agricultue (inventaire, secteur Agriculture et Elevage)
- RAKOTOMANJAKA José, Economiste, Consultant Free lance, (vulnérabilité et adaptation, études

socio-économiques)

- RANDRIAMAMPIANINA Vololoniaina, Maître ès-sciences naturelles, Service de la Statistique, Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage (inventaire, secteur Agriculture et Elevage)
- RANDRIANJAFY Honoré, Docteur Ingénieur en techniques forestières, FOFIFA, Ministère de la Recherche Scientifique (vulnérabilité et adaptation, secteur Foresterie)
- RANDRIANORO Désiré, Ingénieur en météorologie, Direction Générale de la Météorologie, VPM (vulnérabilité et adaptation, secteur Agriculture et Elevage) .
- RANDRIASANDRATANA Germain, Docteur en médecine, Ministère de L'Environnement., des Eaux et Forêts (vulnérabilité et adaptation, secteur Santé publique)
- RAOZIVELOMANANA Veromanitra, Ingénieur des sciences agronomiques – élevage, Cellule environnementale, Ministère de l'Elevage (inventaire, secteur Agriculture et Elevage)
- RAVOLOLONANDRIANINA Jeannette E., Service de la protection des végétaux, Ministère de l'Agriculture (inventaire, secteur Agriculture et Elevage)
- RAZAFINDRAIBE, Roland, Docteur en sociologie, FOFIFA, MESRES,(vulnérabilité et adaptation, études socio-économiques)
- RAZAFINDRAKOTO, Helison R., Ingénieur hydrologue, Direction Générale de la Météorologie, VPM, (vulnérabilité et adaptation, secteur Ressources en Eau)
- RAZAFY Fara L., Docteur Ingénieur forestier, Laboratoire des recherches appliquées, Ecole Supérieures des Sciences Agronomiques.(inventaire, secteur
- RAZANAMAHEFA Bakonirina V., Docteur d'Etat ès-sciences physiques, Département de la Chimie Organique, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo.
- TSARAMODY Alfredo. S., Ingénieur en génie chimique, Consultant free lance