

PREPARATION DE LA DEUXIEME COMMUNICATION NATIONALE
DE LA REPUBLIQUE DE MADAGASCAR
AU TITRE DE LA CCNUCC

**TRANSFERT DE TECHNOLOGIES ET ESTIMATION DES
BESOINS PRIORITAIRES
DANS LE CADRE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES**

**RAPPORT FINAL
du Groupe d'Experts en Transfert de Technologies**

CONSULTANTS : Groupe d'Experts en transfert de Technologies

Dirigé par le Professeur RAKOTOMALALA Minoson
Lot II D 23 Manjakaray, Antananarivo 101
Madagascar
Tél : (+261) 33 11 744 14
Email : minoson2002@yahoo.fr

Membres du groupe :

- RABENANDRASANA Gaston
- RAKOTOMALALA Minoson
- RAKOTOZAFY Georges
- RANDRIAMANAMISA Rivotanjaka
- RAVAOMANARIVO Harimisa
- RAZANAJATOVO Louissette
- RAZANAMPARANY Bruno
- ROBELISON Solofonirina

Juillet 2007

AVANT PROPOS

Madagascar est partie à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) depuis décembre 1998. Pour satisfaire ses engagements en tant que pays partie en développement et pays moins avancé (PMA), Madagascar a pu formuler sa première Communication Nationale en collaboration avec le PNUD, avec l'appui financier du FEM. Ce document a alors mis en évidence la nécessité de créer un groupe d'Experts en Transfert de Technologies.

Ce rapport a été préparé en vertu d'un contrat de service de consultation, dans le cadre de l'élaboration de la Deuxième Communication Nationale de Madagascar, entre la Direction Générale de l'Environnement du Ministère malgache chargé de l'Environnement et le groupe d'experts en transfert des technologies représenté par le Professeur RAKOTOMALALA Minoson, consultant titulaire.

Pour élaborer ce rapport, le groupe a effectué une capitalisation des acquis suivie de propositions durant quatre mois (avril - juillet 2007). Des rapports d'avancement technique ont été remis périodiquement auprès du point focal du Ministère de l'Environnement, des Eaux et Forêts / Projet Changements Climatiques.

D'après la synthèse de la première Communication Nationale, il est apparu la nécessité d'identifier et d'analyser les besoins en technologies et transfert de technologies appropriées pour conduire à la formulation de bonnes politiques nationales en matière de réduction des émissions de GES et d'adaptation aux conséquences des changements climatiques prévus dans le pays.

Madagascar est un pays dont la majorité de sa population vit en milieu rural en utilisant des ressources naturelles dépendantes des conditions climatiques. Ainsi, les résultats escomptés de cette étude contribuent au développement durable et à la lutte contre la pauvreté définis dans le document référentiel de Madagascar (MAP).

Les TDR de ce travail coïncident avec la vision du Président de la République Marc RAVALOMANANA : « Madagascar Naturellement », aux Objectifs du Millénaire du Développement (OMD) et de l'engagement 7 (Prendre soin de l'Environnement) du MAP.

L'élaboration du présent rapport tient compte de ce contexte pour une meilleure prise de décisions concernant le transfert des technologies et dans le cadre des changements climatiques à Madagascar.

Méthodologie

Le groupe de consultants a adopté la méthodologie suivante pour exécuter les tâches prescrites dans les TDR :

- Une réunion préliminaire de tous les membres du groupe a été organisée le 26 mars 2007 afin de s'approprier des TDR et d'élaborer le plan de travail ainsi que le calendrier des activités.
- Le chronogramme adopté comprend quatre étapes :
 - Première étape : mois d'avril 2007 :
 - Compilation des documentations et des données
 - Analyse des technologies et savoir faire écologiquement rationnel ainsi que les opportunités de leurs applications

- Identification et l'analyse des barrières de chaque secteur lié au transfert de technologie

Deuxième étape : mois de mai 2007:

- Proposition de mesures pouvant aider à surmonter les barrières et améliorer les techniques endogènes
- Etablissement des bases de données pour les technologies compatibles avec l'environnement

Troisième étape mois de juin 2007:

- Proposition d'une liste de besoins prioritaires en matière de technologies et de savoir faire écologiquement rationnel

Quatrième étape : mois de juillet 2007

- Rédaction du rapport final

- Une réunion hebdomadaire systématique a été adoptée sans pour autant exclure d'autres réunions selon les besoins. Chaque membre apporte pour discussion et évaluation ses travaux personnels de la semaine se rapportant aux instructions de la réunion précédente ;
- Identification des secteurs, pouvant faire l'objet de transfert de technologies, recensés lors de la première Communication Nationale. Chaque expert a été affecté à un secteur donné ;
- Réunion d'instructions et d'informations avec l'équipe du point focal de Madagascar ;
- Compilation des documents : données appropriées de la CCNUCC, publications ou études en cours à Madagascar relatifs aux recommandations de la CCNUCC, publications sur INTERNET sur les travaux concernant le transfert des technologies et les changements climatiques
- Des visites et contacts ont eu lieu avec des personnes ressources travaillant sur le changement climatique ;
- Evaluation et mise en forme des résultats obtenus pour chaque secteur ;
- A l'issue des synthèses des travaux réalisés par chaque membre du groupe, les rapports intermédiaires ont été établis et remis auprès du point focal. Cela a permis de déboucher aux conclusions et aux recommandations qui sont adressées au Ministère de l'environnement, des Eaux et Forêts de Madagascar ;
- Des séances de rédaction du rapport final ont été organisées.

C'est ainsi que ce rapport est organisé en quatre (04) parties :

Partie 1 : Prolégomènes

Partie 2 : Etude des transferts de technologies par secteur ;

Partie 3 : Constitution de base de données pour les technologies compatibles avec l'environnement;

Partie 4 : Formulation des besoins prioritaires en matière de technologie et savoir faire écologiquement rationnels.

Un résumé exécutif précède ces quatre parties pour récapituler l'ensemble du travail.

REMERCIEMENTS

Le groupe profite de cette opportunité pour remercier tous ceux qui ont contribué aux succès de ce travail et en particulier l'équipe du point focal auprès du Ministère chargé de l'Environnement.

ACRONYMES

ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
ADER	Agence pour le Développement de l'Electricité Rurale
AEPG	Adduction d'Eau Potable Gravitaire
ANDEA	Autorité Nationale de l'Eau et de l'Assainissement
ANSPR	Autorité Nationale de la Protection et de Sûreté Radiologique
AUF	Agence Universitaire de la Francophonie
AQUASTAT	Statistique de la FAO
BCM	Banque Centrale de Madagascar
BM	Banque Mondiale (W.B)
BTEX	Benzène Toluène, Ethyl benzène et Xylène
CBG	Compagnie de Bauxite
CDB	Convention des Nations Unies sur la Diversité Biologique
CEA	Commissariat à l'Energie Atomique
CFC	Chloro Fluoro Carbone
CH ₄	Méthane
CNARP	Centre National d'Application des Recherches Pharmaceutiques
CNR	Centre National de Recherche
CNRE	Centre National de Recherche sur l'Environnement
CNRIT	Centre National de Recherches Industrielles et Technologiques
CO	Oxyde de carbone
CO ₂	Dioxyde de Carbone
COMNAT	Communication Nationale
COMNATINT	Communication Nationale Initiale
COP	Conférence des Parties
COVNM	Composés Organiques Volatils Non Méthanoïque
CPPMN	Convention de la Protection des Matières Nucléaires
CSB	Centre de Santé de Base
CTBTO	Interdiction Complète des Essais Nucléaires
CTE	Centre de Technologie Environnementale
DDT	Dichloro Diphényl Trichloréthane
DOES2T	Dynamic Dilution On/Off-road Exhaust Emissions Sampling System
DSRP	Document Stratégique pour la Réduction de la Pauvreté
ECOSAN	Assainissement Ecologique
EMHV	Esters Méthyliques d'Huiles Végétales
ESSA	Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques
ETBE	Ethyl Tertio Butyl Ether
FAO	Food and Agricultural Organisation
FEM	Fonds Environnement Mondial
FOFIFA	Foibe Fikarohana amin'ny Fampanandrosoana ny eny Ambanivohitra
GCES	Gestion Conservatoire de l'Eau et des Sols
GDF	Gestion Durable des Forêts
GES	Gaz à Effet de Serre
GIEC	Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
GIRE	Gestion Intégrée des Ressources en Eau
GNC	Gaz Naturel Comprimé
GPL	Gaz de Pétrole Liquéfié

HFC	Hexafluoro carbone
HOMEOPHARMA	Société Pharmaceutique Homéopathique
IEC	Information Education Communication
IHSM	Institut Halieutique et des Sciences Marines
INSTN	Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires
IME	Institut pour la Maîtrise de l'Energie
IMRA	Institut Malgache de Recherches Appliquées
LABASAN	Laboratoire de Biochimie Appliquée à l'Alimentation et à la Nutrition
MADARAIL	Société de Chemins de Fer de Madagascar
MAP	Madagascar Action Plan
MECIE	Mise En Compatibilité des Investissements avec l'Environnement
MDP	Mécanisme pour le Développement Propre
MED	Multi Effect Distillation
MEEF	Ministère de l'Environnement, des Eaux et Forêts
MENRES	Ministère de l'Education National et de la Recherche Scientifique
MLA	Ligne ferroviaire Moramanga - Lac- Alaotra
MSF	Multi Stage Flash
NO ₂	Dioxyde de nitrogène
NO _x	Les oxydes de nitrogène
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Economique
OMD	Objectifs du Millénaire du Développement
ONE	Office National de l'Environnement
ONG	Organisme Non Gouvernemental
PANA	Plan National d'Adaptation aux Changements Climatiques
PED	Pays en Voie de Développement
PFN	Programmes Forestiers Nationaux
PIB	Produit Intérieur Brut
PMA	Pays les Moins Avancés
PNB	Produit National Brut
PNF	Programmes Nationaux/Internationaux des Forêts
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'Environnement
PPTTE	Pays Pauvres Très Endettés
PRG	Pouvoir de Réchauffement Global
PRP	Potentiel de Réchauffement de la Planète
PVC	Polychlorure de vinyle
RNCFM	Réseau National des Chemins de Fer Malagasy
R-D	Recherche et Développement
REA	Ressources en Eau Alternatives
RHQ	Ressource Humaine Qualifiée
RMN	Résonance Magnétique Nucléaire
RN.1	Route Nationale n°1
RN.2	Route Nationale n°2
RN.4	Route Nationale n°4
RN.7	Route Nationale n°7
RUS	Résidus Urbains Solides
RUSAFOR	Projet de reboisement agréé par l'USGII dans la région de Saratof en Russie (SAR II)
SAR	Rapport d'Evaluation du GIEC

SCAC	Service de Coopération et d'Action Culturelle.
SECREN	Société Nationale d'Exploitation du Chantier Naval d'Antsiranana
SIG	Système d'Information Géographique
SMDD	Stratégie Nationale de Développement Durable
SO ₂	Dioxyde de Soufre
SOLIMA	Société Malgache de Pétrole
SOMAPECHE	Société Malgache de Pêcheurie
SOREA	Organisation Régulateur du Service Public de l'Eau
SRA	Systèmes de Rizicultures Améliorées
SRI	Système de Riziculture Intensive
S-T	Sciences et Technologies
TA	Ligne ferroviaire Antananarivo- Antsirabe
TCE	Ligne ferroviaire Antananarivo- Côte- Est
TDR	Termes de Références
TER	Technologie Ecologiquement Rationnel
TNP	Traité de Non-prolifération des armes nucléaires
TT	Transfert de Technologies
VC	Compression de vapeur

Table des matières

RESUME EXECUTIF	10
PARTIE 1 : PROLEGOMENES	20
PARTIE 2 : ETUDE DES TRANSFERTS DE TECHNOLOGIES PAR SECTEUR	27
2.1.- SECTEUR AGRICULTURE ET ELEVAGE	27
2.1.1.- ETAT DES LIEUX	27
2.1.2.- ANALYSE DES TECHNOLOGIES ET SAVOIR-FAIRE ECOLOGIQUEMENT RATIONNELS ET L'OPPORTUNITE DE LEURS APPLICATIONS Y COMPRIS LES TECHNOLOGIES ENDOGENES EXISTANTES	28
2.1.3.- IDENTIFICATION ET ANALYSE DES BARRIERES LIEES AU TRANSFERT DE TECHNOLOGIES ET SAVOIR-FAIRE ECOLOGIQUEMENT RATIONNELS	29
2.1.4.- PROPOSITIONS DE MESURES POUVANT AIDER A SURMONTER LES BARRIERES ET AMELIORER LES TECHNOLOGIES ENDOGENES	30
2.2.- SECTEUR BATIMENT	27
2.2.1.- ETAT DES LIEUX	32
2.2.2.- ANALYSE DES TECHNOLOGIES ET SAVOIR-FAIRE ECOLOGIQUEMENT RATIONNELS ET L'OPPORTUNITE DE LEURS APPLICATIONS Y COMPRIS LES TECHNOLOGIES ENDOGENES EXISTANTES.	33
2.2.3.- IDENTIFICATION ET ANALYSE DES BARRIERES LIEES AU TRANSFERT DE TECHNOLOGIES ET SAVOIR-FAIRE ECOLOGIQUEMENT RATIONNELS	36
2.2.4.- PROPOSITIONS DE MESURES POUVANT AIDER A SURMONTER LES BARRIERES ET AMELIORER LES TECHNOLOGIES ENDOGENES	36
2.3.- SECTEUR ENERGIE	37
2.3.1.- ETAT DES LIEUX	37
2.3.2.- ANALYSE DES TECHNOLOGIES ET SAVOIR-FAIRE ECOLOGIQUEMENT RATIONNELS ET L'OPPORTUNITE DE LEURS APPLICATIONS Y COMPRIS LES TECHNOLOGIES ENDOGENES EXISTANTES	39
2.3.3.- IDENTIFICATION ET ANALYSE DES BARRIERES LIEES AU TRANSFERT DE TECHNOLOGIES ET SAVOIR-FAIRE ECOLOGIQUEMENT RATIONNELS	46
2.3.4.- PROPOSITIONS DE MESURES POUVANT AIDER A SURMONTER LES BARRIERES ET AMELIORER LES TECHNOLOGIES ENDOGENES	46
2.4.- SECTEUR FORESTERIE	47
2.4.1.- ETAT DES LIEUX	47
2.4.2.- ANALYSE DES TECHNOLOGIES ET SAVOIR-FAIRE ECOLOGIQUEMENT RATIONNELS ET L'OPPORTUNITE DE LEURS APPLICATIONS Y COMPRIS LES TECHNOLOGIES ENDOGENES EXISTANTES	49
2.4.3.- IDENTIFICATION ET ANALYSE DES BARRIERES LIEES AU TRANSFERT DE TECHNOLOGIES ET SAVOIR-FAIRE ECOLOGIQUEMENT RATIONNELS	50
2.4.4.- PROPOSITIONS DE MESURES POUVANT AIDER A SURMONTER LES BARRIERES ET AMELIORER LES TECHNOLOGIES ENDOGENES	51
2.5.- SECTEUR INDUSTRIE	53
2.5.1.- ETAT DES LIEUX	53
2.5.2.- ANALYSE DES TECHNOLOGIES ET SAVOIR-FAIRE ECOLOGIQUEMENT RATIONNELS ET L'OPPORTUNITE DE LEURS APPLICATIONS Y COMPRIS LES TECHNOLOGIES ENDOGENES EXISTANTES	54
2.5.3.- IDENTIFICATION ET ANALYSE DES BARRIERES LIEES AU TRANSFERT DE TECHNOLOGIES ET SAVOIR-FAIRE ECOLOGIQUEMENT RATIONNELS	56
2.5.4.- PROPOSITIONS DE MESURES POUVANT AIDER A SURMONTER LES BARRIERES ET AMELIORER LES TECHNOLOGIES ENDOGENES	57
2.6.- SECTEUR RESSOURCES EN EAU	58
2.6.1.- ETAT DES LIEUX DU SECTEUR	58

2.6.2.- ANALYSE DES TECHNOLOGIES ET SAVOIR-FAIRE ECOLOGIQUEMENT RATIONNELS ET OPPORTUNITE DE LEURS APPLICATIONS Y COMPRIS LES TECHNOLOGIES ENDOGENES EXISTANTES	68
2.6.3.- IDENTIFICATION ET ANALYSE DES BARRIERES LIEES AU TRANSFERT DE TECHNOLOGIES ET SAVOIR-FAIRE ECOLOGIQUEMENT RATIONNELS	72
2.6.4.- PROPOSITIONS DE MESURES POUVANT AIDER A SURMONTER LES BARRIERES ET AMELIORER LES TECHNOLOGIES ENDOGENES	74
2.7.- SECTEUR SANTE	78
2.7.1.- ETAT DES LIEUX	78
2.7.2.- ANALYSE DES TECHNOLOGIES ET SAVOIR-FAIRE ECOLOGIQUEMENT RATIONNELS ET L'OPPORTUNITE DE LEURS APPLICATIONS Y COMPRIS LES TECHNOLOGIES ENDOGENES EXISTANTES	79
2.7.3.- IDENTIFICATION ET ANALYSE DES BARRIERES LIEES AU TRANSFERT DE TECHNOLOGIES ET SAVOIR-FAIRE ECOLOGIQUEMENT RATIONNELS	80
2.7.4.- PROPOSITIONS DE MESURES POUVANT AIDER A SURMONTER LES BARRIERES ET AMELIORER LES TECHNOLOGIES ENDOGENES.	80
2.8.- SECTEUR TRANSPORT	87
2.8.1.- ETAT DES LIEUX	87
2.8.2.- ANALYSE DES TECHNOLOGIES ET SAVOIR-FAIRE ECOLOGIQUEMENT RATIONNELS ET L'OPPORTUNITE DE LEURS APPLICATIONS Y COMPRIS LES TECHNOLOGIES ENDOGENES EXISTANTES	89
2.8.3.- IDENTIFICATION ET ANALYSE DES BARRIERES LIEES AU TRANSFERT DE TECHNOLOGIES ET SAVOIR-FAIRE ECOLOGIQUEMENT RATIONNELS	91
2.8.4.- PROPOSITIONS DE MESURES POUVANT AIDER A SURMONTER LES BARRIERES ET AMELIORER LES TECHNOLOGIES ENDOGENES	92
2.9.- SECTEUR ZONES COTIERES	92
2.9.1.- ETAT DES LIEUX	92
2.9.2.- ANALYSE DES TECHNOLOGIES ET SAVOIR-FAIRE ECOLOGIQUEMENT RATIONNELS ET L'OPPORTUNITE DE LEURS APPLICATIONS Y COMPRIS LES TECHNOLOGIES ENDOGENES EXISTANTES	97
2.9.3.- IDENTIFICATION ET ANALYSE DES BARRIERES LIEES AU TRANSFERT DE TECHNOLOGIES ET SAVOIR-FAIRE ECOLOGIQUEMENT RATIONNELS	100
2.9.4.- PROPOSITIONS DE MESURES POUVANT AIDER A SURMONTER LES BARRIERES ET AMELIORER LES TECHNOLOGIES ENDOGENES	101
<i>PARTIE 3 : BASE DE DONNEES POUR LES TECHNOLOGIES COMPATIBLES AVEC L'ENVIRONNEMENT</i>	103
3.1.- SECTEUR AGRICULTURE ET ELEVAGE	103
3.2.- SECTEUR BATIMENT	104
3.3.- SECTEUR ENERGIE	107
3.4.- SECTEUR FORESTERIE	108
3.5.- SECTEUR INDUSTRIE	109
3.6.- SECTEUR RESSOURCES EN EAU	110
3.7.- SECTEUR SANTE	112
3.8.- SECTEUR TRANSPORT	113
3.9.- SECTEUR ZONES COTIERES	114
<i>PARTIE 4 : BESOINS PRIORITAIRES EN MATIERE DE TECHNOLOGIE ET SAVOIR FAIRE ECOLOGIQUEMENT RATIONNEL</i>	116
4.1.- SECTEUR AGRICULTURE ET ELEVAGE	116
4.2.- SECTEUR BATIMENTS	118

4.3.- SECTEUR ENERGIE	121
4.4.- SECTEUR FORESTERIE	122
4.5.- SECTEUR INDUSTRIE	123
4.6.- SECTEUR RESSOURCES EN EAU	124
4.7.- SECTEUR SANTE	126
4.8.- SECTEUR TRANSPORT	128
4.9.- SECTEUR ZONES COTIERES	129
<i>CONCLUSION GENERALE</i>	<i>135</i>
<i>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</i>	<i>136</i>

RESUME EXECUTIF

Introduction

Conformément aux objectifs et aux engagements du MAP, les technologies et le transfert de certaines d'entre elles doivent être respectueuses de l'environnement et soucieuses de l'écologie.

Les effets du changement climatique sont présents et hantent le futur du peuple malgache comme les autres habitants de la planète. Il est désormais primordial de nous adapter à cette mutation en plus des différentes mesures de réduction des GES.

Situation actuelle en matière de Transfert de Technologies

Les constats relevés dans la Communication Nationale initiale ont conduit à la mise en place d'une nouvelle composante dans le domaine des changements climatiques à savoir le Transfert de Technologie. Outre les cinq secteurs déjà étudiés quant à l'origine et inventaire des GES dans cette communication : agriculture et élevage, santé, ressources en eau, zone côtière, foresterie, la spécificité du Transfert de Technologies a incité le groupe à identifier quatre autres domaines : bâtiment, énergie, industrie, transport.

A l'instar des cinq secteurs, les mesures d'atténuation et d'adaptation ont été identifiés pour les quatre nouveaux domaines. La situation actuelle de chaque secteur se résume comme suit :

Secteur Agriculture et élevage

Les technologies existantes appliquent la limitation de l'usage d'engrais, l'augmentation de la matière organique du sol par la pratique du tallage dans l'agriculture (multiplication des racines et tiges du riz lors de la culture) et la séquestration du carbone dans le sol.

La mise en place d'une meilleure gestion des nutriments permet d'améliorer l'efficacité de l'alimentation afin d'obtenir un bon déroulement des phénomènes de digestion et d'absorption.

Les technologies endogènes sont focalisées dans l'amélioration des techniques de fertilisation et d'irrigation puis le développement du système national d'informations en agriculture afin de vulgariser les technologies disponibles, assister les agriculteurs et identifier leurs besoins (machinisme agricole).

Secteur Bâtiment

Actuellement on utilise de plus en plus du matériel et des appareils à faible consommation d'énergie et à récupération de chaleur. La conception convenable de l'enveloppe (façades, pignons et toiture) permet des échanges thermiques réduits.

La domotique, grâce à l'informatique, gère automatiquement la consommation d'énergie dans le bâtiment.

Pour les particuliers, la consommation énergétique la plus importante est imputable au chauffage et au chauffe-eau comprenant:

- Chauffage au charbon et au fuel
- Appareils de chauffage électrique par rayonnement
- Dispositifs à soufflerie avec élément en céramique

- ~ Chauffage à briques réfractaires
- ~ Chauffage central au gaz
- ~ Chauffage central au fuel.

L'isolation des murs, des sols, de la toiture et des ouvertures par le polystyrène expansé ou la laine de verre et le double-vitrage améliorent le rendement thermique.

Pour l'éclairage, des ampoules à basse consommation d'électricité permettent d'obtenir un rendement supérieur.

Des constructions avec chauffe-eau et panneaux solaires, l'amélioration des systèmes de vapeur et de condensation, la récupération des calories excédentaires au moyen d'échangeurs de chaleur, de pompes à chaleur et de programmeurs thermiques ainsi que la cogénération permettent des économies substantielles.

Secteur Energie

A Madagascar, l'énergie produite par les centrales hydroélectriques ne satisfait pas les besoins de l'ensemble du pays. Ainsi un très grand nombre de centrales thermiques est encore utilisé. Le potentiel hydroélectrique est très important et depuis quelques mois le Ministère de l'Energie est chargé de promouvoir la production d'énergie propre (éolienne, biomasse, solaires, etc.).

L'utilisation de l'énergie fossile basée sur des réactions de combustion produit une très grande quantité de GES. Les technologies de production d'énergie qui permettent d'éviter l'émission de gaz à effet de serre sont nombreuses et variées. Elles existent déjà sur le marché mais leur prix est très élevé : il faut promouvoir une politique d'endogénéisation de ces technologies.

Secteur Foresterie

Ce secteur dispose d'un potentiel important. Des programmes timides annuels de reforestation des Hautes Terres, les plus touchées par l'érosion, sont effectués depuis plusieurs années. La gestion écologique des Aires Protégées et des Parcs Nationaux fait l'objet de plusieurs projets environnementaux et retient une particulière attention de l'Etat Malagasy. Malgré ces initiatives, la superficie forestière continue de diminuer, à cause d'une déforestation incontrôlée, de l'extension des cultures sur brûlis et des feux de brousse.

Les différentes technologies d'atténuation et d'adaptation peuvent être rassemblées en quatre catégories :

- Entretien des réservoirs de carbone existants.
- Création de forêts.
- Gestion durable des forêts (GDF) et promotion de l'agroforesterie,
- Utilisation des systèmes bioénergétiques pour revaloriser les terres dégradées.

Secteur Industrie

Malgré le fait d'être un pays en voie de développement, le tissu industriel de Madagascar présente des impacts environnementaux négatifs. Les GES émis, (CO₂, CFC, HFC, HCFC, CH₄, N₂O, CF₄, C₂F₆, SF₆) résultent notamment de sa consommation énergétique et des procédés qu'il utilise. Les principaux polluants de l'air sont les cheminées. En outre, les déchets industriels non traités, contenant des métaux lourds, des acides minéraux, des pesticides, de l'ammoniaque ou d'autres substances directement toxiques sont à l'origine des impacts négatifs sur les eaux souterraines et de surface.

Dans les pays industrialisés, plusieurs technologies visant à réduire les émissions de GES sont actuellement développées. Nous citons entre autres :

- la réduction par l'hydrogène des oxydes métalliques dans les minerais ;

- le remplacement des combustibles par le passage au gaz naturel, le passage à la biomasse ;
- le recyclage et la réutilisation des matériaux ;
- le remplacement des matériaux (le ciment par le bois, les métaux par les matières plastiques) ;
- l'utilisation des micro-ondes dans l'extraction des produits chimiques ;

En ce qui concerne les technologies endogènes, les procédés utilisés sont pour la plupart semi industriels. Pourtant le souci de la protection de l'environnement semble être présent, surtout dans les fabrications semi artisanales. Ces procédés méritent d'être développés.

Secteur Ressources en eau

Madagascar ne manque pas d'eau mais celle-ci est inégalement répartie. Cependant, la disponibilité de l'eau est très disparate selon les facteurs climatiques et topographiques de chaque région. Certaines régions jouissent d'une abondance en eau (eau douce et eaux souterraines) tandis que d'autres endroits de l'île souffrent de pénurie d'eau. L'eau est fondamentale pour tout développement humain. Pour satisfaire ses besoins dans ses différentes activités, l'homme met en œuvre de nombreuses technologies pour exploiter l'eau. A Madagascar, les principales technologies utilisées en matières de ressources en eau sont :

- les puisages ; forages ; Adductions d'Eau Potable Gravitaires (AEPG) ; pompes à eau manuelles (japy, etc.), à pédales, solaire, éolienne, à moteur (thermique ou électrique), la pompe RASETA (sans apport d'énergie extérieur que celle de l'eau elle-même), etc. destinés à l'alimentation en eau "potable" des zones rurales ;
- les captages pour l'approvisionnement de l'eau potable des zones urbaines ;
- les barrages de retenues (pour les centrales hydroélectriques, les irrigations agricoles : périmètres irrigués) ;
- les techniques de traitement des eaux usées (station d'épuration, bassin de décantation).

Secteur Santé

En matière de transfert de technologie, le secteur Santé est un secteur qui n'utilise pas tellement de technologies provoquant d'émission des GES. C'est un secteur qui subit, en conséquence les effets du changement climatique. En effet, la santé humaine est indéniablement affectée par le changement climatique : une réalité récente étant l'effet des vagues de chaleur observées qui a provoqué un accroissement des taux de morbidité et de mortalité.

La population est vulnérable due à l'augmentation des températures moyennes, favorables aux vecteurs de maladies. C'est le cas des maladies émergentes à Madagascar : paludisme, chinkoungounia, dengue, choléra, diarrhées, etc. qui sont aussi favorisées par la pollution de l'air, la contamination de l'eau et des aliments. Citons également le cas de l'inhalation du plomb issu des carburants affectant les voies pulmonaires, les contaminations des eaux potables par les métaux (conduites d'eaux, sols...). Sur le plan sanitaire, l'analyse des indices de santé à Madagascar montre la prédominance des maladies diarrhéiques et autres maladies d'origine hydrique. Pour se faire soigner, la plupart des paysans malgaches, de faible pouvoir d'achat, se contentent de la médecine traditionnelle (herboristeries ancestrales). Il existe une corrélation étroite entre l'environnement, l'assainissement et la santé. Le taux de couverture en système d'assainissement en milieu urbain est de 49 % dont 3 % en système collectif et le reste (46 %) en systèmes domestiques (cabinets à fosses perdues, latrines, fosses septiques, etc.). En milieu rural, les installations d'assainissement sont très peu nombreuses : environ 5 % de la population sont dotées de systèmes individuels.

Secteur Transport

Le secteur Transport constitue l'un des plus importants émetteurs de GES dû aux phénomènes suivants :

- Accroissement du nombre de véhicules vétustes mis en circulation ;
- Utilisation accrue des carburants fossiles par les véhicules motorisés telles que : les camions, les camionnettes, les cars brousse, les tracteurs à remorque et les motos ;
- Faible utilisation des moyens de transport non polluants des technologies endogènes telles que : charrettes à zébu, pirogues, pousse-pousses, bicyclettes, pousse-pousse-bicyclettes et kalesy ;
- Mauvais état des routes et pistes secondaires nécessitant plus de carburants consommés.
- Faible utilisation du transport ferroviaire et fluvial ;

Secteur Zones côtières

L'inondation des basses côtières et la réduction de la superficie des récifs marginaux constituent les principales conséquences néfastes du changement climatique. Il y a aussi l'augmentation du niveau de la mer de 10 à 20 cm au cours du 20e siècle qui entraîne une érosion côtière et une intrusion d'eau salée. Pour le 21e siècle, il est prévu une hausse de 20 à 100 cm. Il s'ensuivra des migrations des populations côtières, des inondations, une élévation des nappes phréatiques, une accentuation de l'érosion des sols, une diminution de la protection corallienne, une baisse des ressources halieutiques et une transformation de la couche végétale protectrice des côtes.

Les technologies portuaires (grues) et les grandes industries de pêches (Pêcheries de Nosy-Be, SOMAPECHE et REFRIGEPECHE de Mahajanga, etc.) utilisent d'énergies fossiles importantes.

Pour protéger les littoraux, des techniques de défense lourde relevant de l'ingénierie, tels les ouvrages en béton ou en enrochement des côtes, sont adoptées. La replantation des mangroves et la transplantation corallienne sont des technologies très pratiquées pour la protection des récifs coralliens.

La majorité des technologies endogènes (pêche traditionnelle et artisanale, séchage et technique de conservation des produits de pêches et des autres produits locaux, fabrication du poisson braisé et séché, fabrication de sel marin, etc.) contribuent peu aux émissions des GES. Toutefois, elles méritent d'être améliorées.

Le tourisme ne peut être étudié d'une manière isolée. Il est étroitement lié avec d'autres domaines comme mentionnés dans l'étude de ce secteur.

Barrières liées au transfert de technologies (TT)

Des problèmes et contraintes communs se rencontrent dans la plupart des secteurs. Il s'agit des points suivants :

- Insuffisance d'éducation, information, communication, sensibilisation et de vulgarisation.
- Manque de moyens financiers surtout dans le secteur Santé
- Faible pouvoir d'achat de la population
- Persistance de la plupart de la population malgache dans un esprit de paradigme
- Insuffisance de ressources humaines qualifiées
- Inexistence de programme de recherche-développement en matière de technologies et savoir-faire écologiquement rationnels
- Instabilité politique et macro-économique.

Toutefois, chaque secteur présente des barrières spécifiques, à savoir :

Secteur Agriculture et élevage

L'insuffisance de l'amélioration du système d'irrigation dans la culture de riz.

Secteur Bâtiment

Le coût exorbitant des nouvelles installations de chauffage, de climatisation et de ventilation.

Secteur Energie

Le prix très élevé des installations de production d'énergie renouvelable.

Secteur Foresterie

- L'inexistence d'une carte nationale sur les espèces adaptées pour chaque région.
- L'absence de transparence sur l'état de l'utilisation des ressources forestières.
- L'absence de suivi et évaluation périodique en matière de reboisement.
- L'existence de problèmes fonciers.

Secteur Industrie

- L'insuffisance de compétences et de savoir-faire sur les procédés et fabrications industriels.
- Le manque de créativité.

Secteur Ressources en eau

- Les technologies parachutées : source de « dommages collatéraux ».
- La faible mobilisation et responsabilisation des acteurs locaux privés de développement.
- Le filtrage par les pays producteurs des technologies à transférer.

Secteur Santé

- L'absence de système d'assainissement adéquat.
- Le manque d'hygiène et d'eau saine.
- L'insalubrité du milieu et de l'habitat.
- Les barrières psychologiques refusant l'usage des remèdes de la médecine traditionnelle.
- La cherté des médicaments scientifiques et des équipements sanitaires.
- L'insuffisance de personnel de la santé.
- La malnutrition chronique.
- L'impossibilité de maîtrise des variations des températures dues aux impacts environnementaux.

Secteur Transport

- Le manque de concrétisation de la politique de recherche scientifique et technique.
- L'absence de mise en application des découvertes scientifiques et techniques.
- Le manque de la mise en valeur et d'amélioration des technologies endogènes.

Secteur Zones côtières

- Les contraintes socioculturelles liées aux us et coutumes.
- L'insuffisance de stations d'épuration des eaux usées dans les usines.

Besoins en matière de transfert de technologies

A l'instar des barrières citées plus haut, des besoins communs sont également identifiés :

- Création d'un centre de transfert de technologie
- Recherche de financement en renforçant les coopérations internationales
- Renforcement de l'éducation de masse
- Amélioration des formations de formateurs.
- Renforcement des formations professionnalisantes dans l'enseignement public et privé
- Mise en œuvre d'un programme de recherche-développement en matière de technologie
- Instauration d'un système politique stable en adoptant une structure de l'Etat favorisant cette stabilité.
- Mise en place d'un autre projet d'étude pour l'estimation des coûts de réalisation des activités liées à ces besoins afin de consolider le PANA.

Néanmoins, les secteurs nécessitent quelques besoins spécifiques surtout en matière d'adaptation.

Secteur Agriculture et Elevage

La vulnérabilité agricole est étroitement liée au changement climatique. Or le pays est à vocation agricole. Ainsi, une approche de recherche sur la gestion des ressources naturelles et sur l'atténuation du changement climatique s'avère prioritaire d'autant plus que l'agriculture et l'élevage ont un rôle important à jouer dans la réduction des gaz à effets de serre. Il est alors proposé d'entreprendre la valorisation des résidus végétaux et des déchets animaux, l'amélioration des systèmes de transformation et de conservation alimentaire. Cependant, l'éducation émerge comme étant l'outil prioritaire pour amorcer les activités.

Secteur Bâtiment

C'est lors de la construction que les meilleures techniques d'économie d'énergie peuvent être prises en compte. Il faut encourager :

- L'amélioration des technologies endogènes.
- L'installation de chauffe-eau solaire, d'isolation et d'éclairage sur toutes les nouvelles constructions ;
- L'adoption de systèmes plus performants de chauffage, d'isolation et d'éclairage sur les constructions existantes ;
- La généralisation de l'usage des systèmes informatiques de gestion de l'énergie par l'installation de dispositifs de régulation, de climatisation, de réfrigération ;

Secteur Energie

C'est le principal producteur de GES. Les mesures d'atténuation nécessitent les besoins suivants :

- L'utilisation des énergies renouvelables et des biocarburants ;
- La vulgarisation des technologies endogènes telles que le Fatana Mitsitsy ;
- L'amélioration du rendement de l'utilisation des énergies fossiles ;

- La réduction de l'utilisation du bois et des carburants comme principales sources d'énergie ;
- L'étude de la possibilité d'utilisation de l'énergie nucléaire ;

Secteur Foresterie

Situé dans une région tropicale, Madagascar possède les conditions nécessaires pour la mise en œuvre d'un vaste programme de ralentissement de la déforestation, de la régénération, de la création de forêts de conservation et de l'agroforesterie. Ces principales mesures d'atténuation et d'adaptation concernent la conservation et la fixation du carbone. Mais elles constituent également un moyen fort de développement économique. Pour assurer le succès durable de ces programmes il faut montrer aux habitants des zones forestières et aux agriculteurs les intérêts qu'ils peuvent en tirer.

Le secteur privé doit être encouragé à s'investir dans l'agroforesterie. Ces actions doivent être soutenues par l'établissement et le financement de programmes de recherche développement dans le domaine de l'agroforesterie et dans les aires protégées.

Secteur Industrie

Madagascar a déjà adopté la loi MECIE qui mérite une application systématique, aussi bien pour les investissements publics que privés.

Secteur Ressources en eau

L'eau pour tous et tous pour l'eau est un principe sacré. L'eau est source de vie et constitue une ressource fondamentale pour toutes les activités de l'homme. L'utilisation de la géomatique et du SIG permet une meilleure maîtrise des ressources en eau. La décentralisation de la gestion des ressources en eau favorise la participation active des populations. L'amélioration des techniques endogènes à usage communautaire est moins coûteuse pour mettre à profit de toute la population cette ressource en quantité abondante de façon équitable.

Secteur Santé

Les actions en faveur de l'eau et de l'assainissement constituent l'une des bases de la protection des ressources naturelles et ipso facto de la lutte contre la pauvreté en vue d'une amélioration de la santé publique. Citons les technologies de la potabilisation de l'eau (nanofiltration, etc.), l'assainissement et traitement des eaux usées, l'amélioration de l'architecture des maisons et des régulations de température, l'assainissement et traitement des eaux usées.

L'amélioration de l'accès à l'eau potable constitue une action prioritaire avec la réduction des sources vectrices de maladies par l'amélioration de l'environnement. De même, la vulgarisation de l'usage de la médecine traditionnelle et l'utilisation des moustiquaires pour les femmes enceintes et les enfants seraient une mesure d'adaptation pour diminuer le risque de paludisme.

La subvention de l'Etat sur les coûts des soins pourrait faciliter l'accès de la population aux médicaments génériques.

Secteur Transport :

Pour résoudre le problème d'émission de GES, des mesures d'atténuation et d'adaptation sont proposées :

- Production et utilisation locales des biocarburants,
- Construction et aménagement des routes secondaires existantes,
- Aménagement du canal des Pangalanes pour transport fluvial en commun et de marchandises dans la côte Est de Madagascar,
- Relance du réseau ferroviaire déjà existant,
- Envoi des stagiaires physiciens et ingénieurs en énergétiques à l'extérieur pour apprendre la fabrication de véhicules électriques et de véhicules propres,
- Gestion de la circulation et gestion des parcs de véhicules,
- Motorisation des technologies endogènes avec du GNC et du GPL (pousse-pousses, charrettes, etc),
- Adoption du DOES2T pour les contrôles des voitures lors des visites techniques,
- Utilisation de véhicules propres équipés de moteurs hybrides ou électriques.
- Utilisation de filtre à particules,
- Utilisation de tramways et de métros.

Secteur Zones côtières

L'environnement marin et les ressources marines sont soumis à des pressions croissantes. Les mesures d'atténuation et d'adaptation suivantes sont spécifiques à ce secteur :

- Le reprofilage du bourrelet littoral, la pose de brise vent, la remise en état des secteurs dégradés par la déflation ;
- L'acquisition foncière du domaine littoral par la communauté de base.
- La protection des bords de la mer et façade de la côte et d'autre part en l'application d'une politique de gestion efficace et de protection du littoral et du milieu marin par les collectivités territoriales.
- La construction de digues et murs de défense pour la protection des côtes et des terres intérieures.
- Le reboisement des mangroves ;

Priorisation des solutions

Pour traduire les différentes solutions proposées en projets et évaluer leur coût de réalisation, le groupe estime qu'un autre projet d'étude s'avère nécessaire.

Les tableaux suivants résument l'ordre de priorité des mesures d'adaptation et d'atténuation proposées.

Mesures d'ordre institutionnel

Numéro d'ordre	Solutions
1	Mise en place d'un autre projet d'étude pour la traduction de ces mesures en projets ainsi que l'estimation des coûts de réalisation
2	Création d'un centre de transfert de technologie
3	Renforcement de l'éducation de masse
4	Amélioration des formations de formateurs
5	Renforcement des formations professionnalisantes dans l'enseignement public et privé
6	Mise en œuvre d'un programme de recherche-développement en matière de technologie

7	Développement et multiplication des centres de recherche comme l'IMRA, le CNARP, l'HOMEOPHARMA, le RIRA, le CNRE, le CNRIT, l'IME et valorisation des résultats
8	Résolution des problèmes fonciers
9	Acquisition foncière du domaine littoral par la communauté de base.
10	Développement des usines pharmaceutiques locales
11	Redéploiement du personnel médical généralement concentré dans les grandes villes
12	Amélioration des conditions de travail du personnel de la Santé
13	Renforcement des coopérations internationales
14	Echange des informations internationales sur la nature et sur l'étendue du commerce international de bois illicitement abattu
15	Identification et mise en œuvre des mesures efficaces de lutte contre la corruption lors des transactions commerciales nationales et/ou internationales du bois
16	Accorder un mécanisme de financement novateur à l'agroforesterie et à la recherche y afférente
17	Reconsidération de la politique de reboisement et de boisement à Madagascar.
18	Création d'un environnement économique qui permet de garantir une demande soutenue de produits forestiers
19	Adoption d'une structure d'Etat favorable à une stabilité politique

Mesures d'adaptation

1	Mise en application des 17 projets du PANA.
2	Amélioration des technologies endogènes
3	Renforcement de la vulgarisation de moustiquaires pour la prévention du paludisme
4	Amélioration de l'accès à l'eau potable
5	Installation des équipes mobiles de santé pour les zones enclavées
6	Valorisation des résidus végétaux et des déchets animaux
7	Amélioration des systèmes de transformation et de conservation alimentaire
8	Reprofilage du bourrelet littoral, pose de brise vent et remise en état des secteurs dégradés par la déflation
9	Amélioration du confort thermique des bâtiments
10	promouvoir le développement intégré, pratiqué actuellement dans les parcs nationaux et les aires protégés
11	Réduction des sources vectrices de maladies
12	Diminution du coût des soins (subvention de l'Etat) et facilitation de l'importation de médicaments génériques
13	Amélioration de l'hygiène publique, entre autres, l'assainissement des eaux usées
14	Protection des bords de la mer et façade de la côte
15	Construction de digues et murs de défense pour la protection des côtes et des terres intérieures.
16	Reboisement des mangroves

Mesures d'atténuation

1	Utilisation des énergies renouvelables et des biocarburants
2	Renforcement des <i>Programmes Forestiers Nationaux (PFN)</i>
3	Augmenter les budgets gouvernementaux affectés à la protection de la forêt et à la création de forêts.
4	Reboiser ou boiser avec plusieurs variétés d'espèces diversifiées
5	Mise en place d'un programme de grande envergure de reboisement et de boisement

6	Mise en place d'un programme d'assainissement écologique, de lutte contre l'eutrophisation et lutte contre l'érosion hydrique
7	Etude de la possibilité d'utilisation de l'énergie nucléaire

Conclusion

Le changement climatique est réel à Madagascar. Plusieurs secteurs d'activités sont affectés par ce phénomène. Le recensement des technologies endogènes relatives à l'atténuation des émissions de GES et l'adaptation aux changements climatiques, a montré une insuffisance palpable nécessitant une innovation technologique. Le présent travail se veut être en complémentarité et en consolidation du PANA de Madagascar

Comme le pays est à vocation agricole, le changement climatique aura un impact sur l'économie malgache en ralentissant le développement et en accentuant la pauvreté de la population. Une volonté politique s'impose alors de ce fait en mettant en œuvre une stratégie pertinente rassemblant plusieurs instances ministérielles.

Pour atteindre la visée de la CCNUCC, il faut miser sur le transfert rapide et sur l'application de technologies. En vue de l'adaptation aux changements climatiques, le transfert de technologie est aussi un système important dans la réduction de la vulnérabilité aux changements climatiques.

Le développement économique dans les pays en développement ne sera pas durable si ces pays suivent les tendances que les pays développés ont suivies par le passé. Les pays en développement nécessitent une assistance pour mettre en place des institutions et des réseaux appropriés et pour acquérir le matériel correspondant à leurs besoins, en optant des adaptations indispensables.

Il importe donc, pour Madagascar de veiller à ce que les technologies transférées répondent aux priorités et aux besoins locaux afin d'en garantir le succès, et à ce qu'un environnement propice approprié existe pour promouvoir des technologies écologiquement rationnelles (TER).

PARTIE 1 : PROLEGOMENES

Les menaces omniprésentes du déclin de la biodiversité intéressent le monde entier. Le réchauffement climatique à cause des gaz à effet de serre, la destruction de la couche d'ozone, les pluies acides sont autant de phénomènes qui perturbent d'une façon alarmante les équilibres naturels de la biosphère. Ils sont pour la plupart des effets des activités d'origine anthropique.

Il se pose le problème d'adaptation car la hausse rapide de la température ne laisse pas aux êtres vivants le temps de s'acclimater. Une hausse de la température moyenne mondiale comprise entre 1,4 et 5,8°C serait probablement observée d'ici 100 ans. Ainsi, l'homme devra s'adapter et faire face aux conséquences liées aux changements climatiques. Il sentira les impacts par un accroissement des catastrophes naturelles (sécheresses, inondations, cyclones, etc.), des dommages sur les récoltes agricoles mettant en jeu la sécurité alimentaire, et de fortes pressions sur des secteurs financiers tels que l'assurance.

C'est pourquoi, tous les pays du globe sont concernés par la résolution de ce problème de changements climatiques.

Du fait de sa situation de développement, Madagascar n'émet pas de GES en grande quantité par rapport aux autres pays. Toutefois, il n'est pas pour autant épargné par les effets du changement climatique. Ainsi, comme toutes les autres nations du monde, le changement climatique présente pour Madagascar un double défi :

- Premièrement, il doit veiller à transférer des technologies qui visent la réduction des émissions de gaz à effet de serre.
- Deuxièmement, il lui faut prendre des mesures d'adaptation aux changements climatiques actuels et futurs, afin d'atténuer les effets néfastes du réchauffement de la planète sur sa population, son économie et son environnement.

Les mesures d'adaptation sont des mesures de mitigation visant à faire face à l'évolution des conditions climatiques déjà en cours. Elles doivent être prises dès maintenant afin d'éviter les opérations très coûteuses, ponctuelles, soudaines et souvent mal préparées pour répondre à la multiplication des crises et des catastrophes.

La population malgache commence à ressentir de plus en plus les effets nocifs du changement climatique sur sa santé, son emploi, son logement et son environnement. Les personnes les plus démunies de la société sont les premières principales victimes, mais cela ne signifie pas que les autres franges de la communauté soient pour autant épargnées. Pour Madagascar, une partie importante de ces mesures concerne le secteur Santé.

Qu'est ce que le Changement climatique?

D'après la définition du GIEC, c'est la variation statistiquement significative de l'état moyen du climat ou de sa variabilité, persistant pendant une période prolongée (généralement des décennies ou plus). Les changements climatiques peuvent être dus à des processus internes naturels ou à des forçages externes, ou encore à la persistance de variations anthropiques de la composition de l'atmosphère ou de l'utilisation des sols.

La lutte contre la pauvreté est fortement compromise par la brutalité et la répétition des catastrophes naturelles (sécheresses, inondations, cyclones...) liées aux changements climatiques.

Ceci est souligné par la déclaration du Johannesburg sur le développement durable (2001), *“ les effets pervers des changements climatiques sont déjà évidents, les catastrophes naturels sont plus fréquents et beaucoup plus menaçant et les pays en développement sont plus vulnérables.”*

Le changement climatique conduirait à la dégradation de l'environnement naturel de Madagascar. Il nuirait pratiquement à tous les secteurs de la société et de l'économie, notamment l'agriculture, la sylviculture, la pêche, le tourisme et la santé. Les cyclones et les inondations seront plus fréquentes et toucheront plusieurs zones dont notamment les parties littorales, les deltas et les plaines à forte densité de population traversées par des rivières. Le changement climatique pourrait également provoquer d'importants transferts non planifiés ou spontanés, de population immigrante, notamment entre territoires limitrophes.

Comme les effets du changement climatique hantent le présent et le futur ; il est dorénavant plus que nécessaire de nous adapter à cette mutation en plus des diverses mesures de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Des actions anticipées dans ce sens produiraient vraisemblablement des profits économiques importants et permettraient d'esquiver des problèmes sociaux en prévoyant des dommages potentiels et en diminuant les risques de dégradation des écosystèmes et de la santé humaine.

Devant les impacts des changements climatiques, plusieurs technologies disponibles s'avèrent nécessaires. Cependant, leurs applications restent restreintes aux pays riches. Il est donc important et primordial de penser au transfert de certains d'entre elles vers les pays nécessiteux.

Qu'est-ce que le transfert de technologies ?

Il y a transfert de technologies lorsque le savoir-faire détenu par un propriétaire est mis à la disposition d'un acquéreur.

Le Transfert de technologies dans le cadre de changements climatiques

La technologie est définie dans ce contexte comme étant " toute pratique, technique et organisation " mises en œuvre de façon à résoudre un problème pour l'épanouissement de l'homme et conduisant à l'amélioration de son cadre de vie.

En 2001, le GIEC a donné la définition suivante pour le transfert de technologies: " c'est *une large catégorie de processus qui incorporent le transfert de connaissances, des expériences et équipement destinés à l'atténuation et à l'adaptation aux changements climatiques*" conformément aux articles 4.5 et 4.7 et des décisions des COP de la CCNUCC. Le transfert de technologies n'est donc plus un simple échange de savoir faire moyennant finance mais surtout une mise à disposition de technique visant l'atténuation et l'adaptation aux changements climatiques

Conditions propices pour le transfert de technologies

L'article 4.7 de la Convention Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) concerne le transfert de technologies, qui est devenu un thème majeur dans les discussions des parties de la CCNUCC depuis sa septième réunion (COP-7).

Cette décision invite les parties à adopter «**un environnement habilitant** » c'est-à-dire créer des conditions propices au transfert des technologies. Pour ce faire, les pays d'accueil des technologies doivent veiller à l'existence des conditions suivantes :

- a) l'existence d'institutions nationales pour l'innovation technologique;
- b) la prise en compte ou l'incorporation des aspects sociaux et économiques des technologies dans le cadre d'une politique macroéconomique;
- c) l'existence d'une fondation saine pour l'existence des marchés durables pour l'émergence et l'évolution des technologies écologiquement durables;
- d) l'existence et le fonctionnement des institutions nationales qui sont chargées de l'élaboration des codes et normes, la réduction de risques et la protection des droits de la propriété intellectuelle;
- e) le développement de la recherche et des technologies ;
- f) l'existence des moyens financiers et humains.

A l'instar de plusieurs pays africains, Madagascar fait partie des pays d'accueil des technologies.

Présentation du pays

Localisation

La République de Madagascar est une île située au Sud-est de l'Afrique, séparée de la côte Sud-est de l'Afrique par le Canal du Mozambique, dans l'Océan Indien latitude Sud : 11°57'-25°35' et 43°14'-50°27' latitude Est. Madagascar est la 4ème grande île du monde en superficie. Elle couvre une superficie de 587 041 km². Sa capitale est Antananarivo.

Relief

La grande variété des reliefs contribue à la création de nombreux climats locaux avec leurs écosystèmes propres. Les Hautes Terres constituées par un plateau central montagneux de 800 à 1 200 m d'altitude, dominant l'île. À l'Est, le terrain s'abaisse en pente raide vers une étroite bande côtière en bordure de l'Océan Indien, tandis qu'à l'Ouest, il décline doucement vers une plaine côtière plus large, bordant le canal du Mozambique. Les terres les plus fertiles se trouvent le long de la côte et dans les vallées fluviales du plateau central.



Carte de Madagascar

Côtes et fleuves

En raison de la forte déclivité du terrain, à l'exception du canal des Pangalanes sur le long de la côte Est, aucun des principaux fleuves et rivières de Madagascar n'est navigable. Tandis que les fleuves qui coulent vers l'Océan Indien sont courts et rapides en traversant souvent des Hautes Terres en cascades. Le lac le plus important est le lac Alaotra sur les hauteurs, à l'Ouest de Toamasina. Leurs eaux retenues par barrages fournissent de la force motrice et irriguent les cultures de saison sèche.

Le climat

Le plateau central possède un climat tempéré avec des étés chauds et des hivers frais. Il bénéficie d'une humidité faible. Les régions côtières sont généralement chaudes toute l'année. La majeure partie des précipitations ont lieu de Novembre à Avril. L'Est de Madagascar reçoit beaucoup de pluies, déversées par les nuages poussés par les alizés du Sud-est, les précipitations annuelles dépassent par endroits 3 050 mm. Les zones arides du Sud et du Sud-ouest reçoivent moins de 380 mm d'eau par an. Madagascar, sous influence tropicale, est souvent frappée par des cyclones. La mousson du Nord-est est à l'origine des pluies violentes et orageuses qui s'abattent l'été sur les massifs du Nord.

Végétation

La forêt ne couvre plus que 12 millions d'hectares (20,2% de la superficie du pays). Selon les estimations, 128 000 à 300 000 hectares de forêts sont détruits chaque année. Cette déforestation est imputable à l'abattage pour l'obtention de bois d'œuvre et de bois de chauffage et, dans le Sud surtout, à la culture sur brûlis mais aussi aux feux de brousse. A l'exception des zones forestières du Nord, il ne subsiste plus que des formations secondaires (forêts primaires dégradées). La savane prédomine dans les régions plus sèches de l'Ouest et une végétation désertique et épineuse couvre l'extrême Sud-ouest du pays.

La côte occidentale est en de nombreux points bordée de mangroves. L'érosion frappe surtout les Hautes Terres à cause du déboisement massif. Ce qui a fait disparaître la terre arable remplacée par de profondes entailles dans un sol de latérite.

La flore malgache, très diversifiée (entre 8 500 et 12 000 espèces selon les estimations), renferme notamment plus de 1 000 espèces d'orchidées, et 6 des 8 espèces connues de baobabs. L'arbre du voyageur, *ravenala madagascariensis*, et le flamboyant, aujourd'hui cultivés dans tout le monde tropical, sont originaires de la Grande Île.



ravenala madagascariensis,

Tissus économiques

Secteur agricole et élevage

Le secteur agricole est un secteur de base de l'économie malgache. Il occupe environ 80 % de la population active. Il contribue 43% du PIB, en intégrant l'agriculture, l'élevage, la pêche et les industries agro-alimentaires. L'agriculture à elle seule représente 27% du PIB et 40% des exportations du pays. L'agriculture est également tributaire des conditions climatiques par exemple. Toutefois, Madagascar est l'un des pays au monde qui réunit la plus grande variété d'espèces, tant au niveau végétal qu'animal.

Les principales spéculations agricoles sont représentées par ordre d'importance par:

- ♦ les cultures vivrières: riz irrigué et pluvial, manioc, maïs, patate douce, etc.
- ♦ les cultures de rente: girofle, café, anacarde, sisal, vanille, litchi, poivre, etc.
- ♦ les cultures fruitières: bananes, agrumes, ananas, avocat et maraîchères, etc.
- ♦ les produits de cueillette de la forêt: cannelle, raphia, bambou.
- ♦ l'élevage traditionnel extensif : pays d'élevage, Madagascar possédait en 2002
 - un cheptel de 10,3 millions, 2 millions de chèvres et de moutons
 - et 0,85 million de porcs, qui restent dans le circuit national.
- ♦ les produits de la pêche sont peu commercialisés : environ 64 000 tonnes
- ♦ de poissons pêchés chaque année sont consommés sur place.
- ♦ les exportations de crevettes sont en hausse

Malgré cette richesse de ressources, paradoxalement 80% des malgaches pauvres vivent dans les zones rurales; six individus sur dix manquent de nourriture, en quantité et/ou en qualité, et consomment moins de 2 133 kcal/jour. Devant cette pauvreté du monde rural, on assiste à une surexploitation des ressources naturelles due à la pression démographique et à la faiblesse des systèmes de gestion occasionnant la dégradation de l'environnement.

Etant l'aliment de base des malgaches, le riz est la principale culture pratiquée à Madagascar. Les 86% des ménages agricoles sont riziculteurs, soit 1 640 000 exploitations, et la filière touche plus de 10 millions d'habitants.

La riziculture, parcellaire en général, est caractérisée par une technique de production traditionnelle et une faible utilisation d'intrants, avec un rendement moyen ne dépassant pas 2,1 tonnes/ha .Elle couvre la plus grande partie des superficies cultivées, se pratique dans deux situations majeures : le riz pluvial de montagne, *tavy*, et le riz des bas fonds et des plaines irriguées. Hormis le problème de sécurité foncière, de l'étroitesse des exploitations traditionnelles, et des catastrophes naturelles, la maîtrise de l'eau est la contrainte majeure des producteurs. Elle traduit le déficit des services en matière d'infrastructures d'irrigation et de gestion de l'eau.

Secteur foresterie

Ce secteur dispose d'un potentiel important mais souffre d'une gestion inadaptée (surexploitation avec conséquences pour les ressources naturelles, exploitation illégale d'espèces en danger, etc.). La production estimée en 2002 a été de 30 800 m³ pour les bois débités; 409 000 stères pour le bois de chauffe et, 13 700 t pour le charbon de bois. Des programmes timides annuels de reforestation des Hautes Terres, les plus touchées par l'érosion, ont été effectués depuis plusieurs années. La gestion écologique des Aires Protégées et des Parcs Nationaux font l'objet de plusieurs projets environnementaux et retiennent une particulière attention de l'Etat Malagasy, sous l'égide du Ministère de l'Environnement, des Eaux et Forêts.

Secteur industrie

La production minière demeure marginale. Le secteur industriel, qui occupe 5,5 % (1999) de la population active, contribue pour 41 % du PNB. Il est dominé par les industries alimentaires (conserves de viande, brasseries et raffinage de sucre). Le raffinage du pétrole se développe ainsi que la confection, branche favorisée par la création de "Zones Franches" en 1990. Depuis 1997, les capitaux étrangers investissent dans la prospection pétrolière et ont acquis des droits d'exploitation des gisements de cobalt et de nickel. En 2001, Madagascar produisait annuellement 830,2 millions de kilowatt- heure. 63,86% % de l'électricité sont d'origine hydroélectrique grâce aux nombreuses rivières que compte le pays.

Secteur Transports

Antananarivo est le nœud du réseau de communications. Ce réseau est limité en raison de la topographie et de la pauvreté de l'infrastructure et du parc automobile. Un tiers du commerce avec l'étranger transite par Toamasina, le port principal. Madagascar possède les principaux aéroports suivants : Antananarivo, Nosy Be, Majunga, Toamasina et, Antsiranana. La compagnie aérienne nationale est Air Madagascar dont les appareils suppléent à l'insuffisance des moyens de communications terrestres.

Secteur Energie

La politique du Gouvernement pour le secteur de l'énergie est d'aider directement les pauvres en assurant une fourniture durable et de bonne qualité à des prix raisonnables de l'énergie. Cette politique énergétique mettra l'accent sur trois principes fondamentaux:

- ♦ économique : rationaliser les conditions d'approvisionnement, de production, de distribution et de consommation d'énergie ;
- ♦ environnemental : respecter les équilibres écologiques fondamentaux et encourager une gestion rationnelle des espaces ruraux dans les zones d'exploitation forestière à usage énergétique;
- ♦ social : permettre aux populations, en milieu rural et urbain, d'avoir accès à un minimum de services de l'énergie.

Les bénéfices escomptés sont considérables et comprennent :

- ♦ la diminution des risques pour la santé du fait de l'usage du bois énergie pour la cuisson et le chauffage.
- ♦ la diminution de la déforestation, de l'érosion et des pertes de la biodiversité.
- ♦ la diminution des gaz à effet de serre.
- ♦ la diminution des dépenses d'énergie dans le budget des ménages.
- ♦ la création des emplois et génération des revenus pour améliorer le niveau de vie dans les campagnes.

Madagascar est conscient de ces problèmes environnementaux causés par les activités irréfléchies de l'homme. C'est pour cette raison qu'il s'est doté de deux instruments règlementaires fondamentaux pour protéger l'environnement :

- La loi N° 90-003 du 21 décembre 1990 portant Charte de l'environnement. D'après l'article 10 de cette loi, les projets d'investissement publics ou privés susceptibles de porter atteinte à l'environnement doivent faire l'objet d'une étude d'impact, compte tenu de la nature technique, de l'ampleur desdits projets ainsi que la sensibilité du milieu récepteur.

- Le décret N° 92-926 du 21 octobre 1992 relatif à la Mise En Compatibilité des Investissements à l'Environnement ou décret M.E.C.I.E., remplacé par le décret N° 95-377 du 23 mai 1995 qui a été modifié par le décret N° 99-954 du 15 décembre 1999, lui-même remanié par le décret N° 2004-167 du 03 février 2004. Selon l'article 3 de ce décret, les projets d'investissement publics ou privés, qu'ils soient soumis à autorité administrative ou qu'ils soient susceptibles de porter atteinte à l'environnement doivent faire l'objet d'une étude d'impact.

D'autres textes juridiques s'ajoutent à ces deux lois pour réglementer chaque secteur en terme de protection de l'environnement.

Lorsqu'on discute de transfert de technologie en relation avec les changements climatiques, il importe de distinguer entre les technologies d'*atténuation* et celles d'*adaptation*. En termes simples, *les technologies d'atténuation* sont celles qui visent à ralentir les changements climatiques tandis que *les technologies d'adaptation* sont celles qui réduisent la vulnérabilité aux effets des changements climatiques.

Les technologies d'adaptation comprennent tout ce qui va des pratiques agricoles jusqu'à la gestion des zones côtières. Nombre d'entre elles réduisent la vulnérabilité, non seulement aux impacts anticipés des changements climatiques, mais aussi aux risques existants associés à la variabilité du climat. En ce sens, l'adaptation peut apporter des avantages immédiats et accroît aussi la capacité de faire face aux changements climatiques futurs.

Le groupe a identifié les neuf principaux secteurs suivants qui sont plus ou moins directement concernés par le transfert de technologies pour l'atténuation des effets du changement climatique :

- ♦ Agriculture et Elevage
- ♦ Bâtiment
- ♦ Energie
- ♦ Foresterie
- ♦ Industrie
- ♦ Ressources en Eau
- ♦ Santé
- ♦ Transport
- ♦ Zones Côtières

PARTIE 2 : ETUDE DES TRANSFERTS DE TECHNOLOGIES PAR SECTEUR

Il s'agit dans cette deuxième partie pour chaque secteur de réaliser les points suivants :

- ♦ L'état des lieux du secteur
- ♦ L'analyse des technologies et savoir-faire écologiquement rationnel et l'opportunité de leurs applications y compris les technologies endogènes existantes
- ♦ L'identification et l'analyse des barrières liées au transfert de technologies et savoir-faire écologiquement rationnel
- ♦ Les propositions de mesures pouvant aider à surmonter les barrières et améliorer les technologies endogènes

2.1.-SECTEUR AGRICULTURE ET ELEVAGE

2.1.1.- ETAT DES LIEUX

L'agriculture est une des activités importantes pratiquées dans le pays. Elle participe à la croissance économique de la grande île. En général, ce sont des exploitations de type traditionnel à caractère extensif utilisant peu d'intrants. L'agriculture est consacrée aux cultures vivrières (riz, maïs, tubercules, légumineuses, etc.) et aux cultures de rente (ananas, banane, mangue, letchis, café, poivre, etc.). Elle est à l'origine d'un cinquième environ de l'effet de serre anthropique produit de l'ensemble des émissions de CH_4 et de N_2O d'origine humaine. De plus, les activités agricoles (reconversion forestière non comprise) sont responsables de 5 % environ des émissions anthropiques de CO_2 . L'agriculture a donc un effet sur le changement climatique

L'élevage est pratiqué dans presque toutes les régions. On élève des bovins, des ovins, des caprins, des porcins et de la volaille, etc.

L'élevage contribue beaucoup au réchauffement climatique. Il a également un impact sur l'écologie. En effet, la viande nuit à l'environnement. C'est la conclusion à laquelle parvient l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO).



Mesurée en équivalent CO_2 , la contribution de l'élevage au réchauffement climatique est plus élevée que celle du secteur transport. L'activité est responsable de 65 % des émissions d'hémioxyde d'azote, un gaz au potentiel de réchauffement global 296 fois plus élevé que celui du CO_2 , essentiellement imputable au fumier. De plus, le bétail produit 37 % des émissions de méthane liées aux activités humaines. Ce gaz, produit par le système digestif des ruminants, agit 23 fois plus que le CO_2 sur le réchauffement.

Selon la FAO, les pâturages occupent 30 % des surfaces émergées, alors que 33 % des terres arables sont utilisées pour produire l'alimentation du bétail et ces surfaces sont insuffisantes pour répondre à la demande, ce qui entraîne le défrichage de forêts. La hausse du niveau de vie s'accompagne d'une consommation plus importante de viande et de produits laitiers.

La production mondiale de viande devrait donc plus que doubler d'ici 2050, passant de 229 à 465 millions de tonnes par an. La viande constitue un apport en protéines primordial pour les populations mal nourries et que l'élevage fait vivre 1,3 milliard de personnes. C'est la seule activité économique possible pour les populations pauvres. La diminution de la consommation excessive de produits animaux parmi les populations riches pourrait limiter les dégâts de l'élevage.

Cependant, ces 2 secteurs d'activités ont un impact énorme sur le changement climatique du fait de leur importante production de GES. En général, on observe un accroissement rapide de l'utilisation d'engrais et de la production végétale. Les mesures d'atténuation doivent contrebalancer l'augmentation prévue des émissions de N_2O et de CH_4 . Il importe donc d'évaluer l'évolution des émissions et les besoins en matière d'atténuation.

Origines des GES anthropique

Par ordre croissant, l'agriculture émet 3 gaz à effet de serre :

- ♦ le CO_2 (dioxyde de carbone) : utilisation d'énergie sur l'exploitation (chauffage des bâtiments d'élevage, utilisation de carburants pour les engins agricoles, etc.) ou en amont pour fabriquer les engrais ;
- ♦ le N_2O (protoxyde d'azote) : principalement par l'épandage d'engrais azotés et,
- ♦ le CH_4 (méthane) : fermentation entérique des ruminants et fermentation des déjections animales (Journal " Le Monde " - Article paru dans l'édition du 05.12.2006)
 - CH_4 formé par décomposition de composé organique à l'abri de O_2 par fermentation et putréfaction.
 - CH_4 dégagé à partir de la combustion des brûlis, de la biomasse et de la combustion incomplète du bois.
 - CH_4 issu de l'élevage des ruminants par ingestion des aliments qui fermentent dans leur estomac et par les décharges.
 - CH_4 dégagé par les zones humides lors de la culture du riz (cas des marécages et du riz inondé).

2.1.2.- ANALYSE DES TECHNOLOGIES ET SAVOIR-FAIRE ECOLOGIQUEMENT RATIONNELS ET L'OPPORTUNITE DE LEURS APPLICATIONS Y COMPRIS LES TECHNOLOGIES ENDOGENES EXISTANTES

Technologies adoptées

Pour la réduction des émissions de CO_2 :

- ♦ limitation de l'utilisation d'énergie fossile à des fins agricoles.
- ♦ irrigation régulière, séchage des récoltes au soleil et amélioration des techniques de fertilisation.
- ♦ séquestration du carbone dans le sol.
- ♦ transformation du CH_4 en carburant.

Plan d'action par moyen économique

Calculer pour chacun des GES un PRG « Pouvoir de Réchauffement Global ». PRG signifie un forçage radiatif (puissance radiative que le GES renvoie vers le sol) d'une quantité de gaz donné cumulé sur une durée de 100 ans. Cette puissance se mesure au CO_2 c'est-à-dire, combien de fois

plus un gaz fait effet de serre sur 100 ans comparé à ce que ferait une quantité de CO₂ émise au même moment = c'est le PRG relatif.

Le PRG du méthane / CO₂, visé par le protocole de Kyoto est égal à 23 (*source GIEC*).

Donc : 1kg de CH₄ produit le même effet que 23 Kg de CO₂ aujourd'hui soit 1kg de CH₄ fait 23 fois effet de serre qu'1kg de CO₂ : CH₄ est plus puissant que CO₂ pour l'effet de serre.

Les émissions de GES se mesurent en équivalent carbone : 1kg de CO₂ vaut 0,2727 éq. C

1eq C = PRG relatif x 0,2727

Donc pour le méthane éq C = 23 x 0,2727 = 6,27.

1 tonne éq C vaut 1000 €, donc l'émission d'une tonne de CH₄ = 6270 €

L'objectif est d'avoir un avenir sans carbone donc en appliquant la taxe carbone, on peut décourager ses émissions.

Pour la réduction des émissions de CH₄ :

- ♦ ammonisation des pailles.
- ♦ améliorer l'efficacité de l'alimentation pour un bon déroulement des phénomènes de digestion et d'absorption donc une meilleure gestion des nutriments doit être effectuée.
- ♦ recyclages des déchets issus des ruminants, accroître la digestibilité des aliments pour bétail, améliorer la génétique animale et la reproduction.
- ♦ proposition de l'introduction de la taxe carbone (voir plus loin dans le plan d'action).
- ♦ augmentation de la matière organique du sol par la pratique du tallage dans l'agriculture, soit par exemple le système multiplication des racines et tiges du riz lors de la culture.

Pour la réduction des émissions de N₂O

- ♦ limiter l'usage d'engrais azotés.
- ♦ réutiliser le fumier aux fins de production végétale à son maximum.

Dans les 3 cas :

- ♦ extension des moyens de crédit et épargne pour assister les paysans à gérer la variabilité croissante de leur environnement.
- ♦ encourager la libre circulation de connaissances des travailleurs qualifiés afin d'expliquer la pratique innovante.
- ♦ améliorer ou développer le système national d'information en agriculture et vulgariser les technologies disponibles, assister les agriculteurs et identifier leurs besoins (machinisme agricole).

2.1.3.- IDENTIFICATION ET ANALYSE DES BARRIERES LIEES AU TRANSFERT DE TECHNOLOGIES ET SAVOIR-FAIRE ECOLOGIQUEMENT RATIONNELS

Toutefois, dans la plupart des régions tropicales, il existe des obstacles économiques, éducatifs et sociologiques à l'amélioration de la gestion des sols.

Barrières

- Manque d'informations.
- Manque de moyens financiers, humains et matériels.
- Méfiance vis-à-vis de la protection de propriété intellectuelle, défavorisant ainsi la recherche-développement (R&D) dans le secteur.

- Insuffisance d'éducation voire absence d'informations et communication sur les technologies.
- Les informations et les conditions climatiques ne sont pas maîtrisées.
- Paradigme de la culture et l'élevage traditionnels par refus d'adoption de nouvelles techniques.
- Insuffisance de sensibilisation et de vulgarisation par manque de moyens financiers.
- Pas d'amélioration de système d'irrigation dans la culture de riz.

2.1.4.- PROPOSITIONS DE MESURES POUVANT AIDER A SURMONTER LES BARRIERES ET AMELIORER LES TECHNOLOGIES ENDOGENES

Des mesures de réduction des émissions de gaz à effet de serre doivent être impérativement entreprises dans le secteur agricole. Un certain nombre de solutions techniques sont envisageables entre autres la mise en place d'un programme axé sur le marché permettant de réduire et de réformer les politiques d'appui à l'agriculture, d'introduire des taxes sur l'utilisation d'engrais azotés, mais surtout l'octroi de subventions pour la production et l'utilisation d'énergie issue de la biomasse.

A cet effet, il s'avère nécessaire de prendre des dispositions réglementaires telles la limitation de l'utilisation des engrais azotés, l'adaptation réciproque du soutien apporté à l'agriculture et des objectifs environnementaux. En effet, pour améliorer la fixation du carbone dans les terres agricoles, un aménagement des sols doit être pratiqué par suite d'accords volontaires. En vue de prioriser la promotion du transfert de technologies, des programmes internationaux dans le domaine de l'agriculture seraient un appui potentiel.

Il s'avère intéressant que les pouvoirs publics encouragent un usage plus efficace des engrais en incitant les exploitants agricoles à produire des cultures et à adopter des pratiques qui soient moins tributaires des engrais commerciaux. En effet, les initiatives visant à appuyer et à encourager les techniques de gestion les mieux à même de freiner la dégradation des sols et de lutter contre la pollution de l'environnement sont tout à fait compatibles avec les mesures de réduction des émissions des gaz à effet de serre. En encourageant de meilleurs modes d'utilisation des terres, on ne peut que favoriser le stockage du carbone. On peut aussi avoir recours à des mesures incitant les exploitants à gérer les terres actuellement en culture d'une manière durable et écologiquement rationnelle.

En général, les techniques de réduction des émissions de gaz à effet de serre proposées dans le secteur de l'agriculture doivent répondre aux besoins mondiaux en matière d'alimentation et recueillir l'approbation des agriculteurs. En effet, les agriculteurs n'ont aucune raison d'adopter des techniques d'atténuation des émissions des gaz à effet de serre si celles-ci n'améliorent pas la rentabilité de leurs exploitations. Ainsi, l'amélioration de la gestion des exploitations et un meilleur usage des engrais azotés, permettront de préserver ou d'accroître la production agricole tout en ayant des effets positifs sur l'environnement. Des pratiques permettant d'obtenir des produits agricoles acceptés par les consommateurs et de dégager les bénéfices escomptés seront facilement adoptées.

Réduction des émissions de dioxyde de carbone

En premier lieu, il faut réduire les émissions provenant des sources actuelles puis créer et renforcer des puits de carbone. Parmi les mesures relatives aux réductions, les terres agricoles jouent un rôle

prépondérant comme puits de CO₂, en stockant le carbone dans des sols aménagés ou bien en fixant le carbone après retour des terres agricoles en surplus à l'état d'écosystèmes naturels.

De plus, en augmentant la teneur en carbone du sol, la productivité et la durabilité des systèmes de production agricole sont améliorées. En effet, actuellement, la moitié seulement des forêts tropicales converties à des usages agricoles contribue à un accroissement des terres cultivées productives.

La réduction de la mise en jachère à nu contribue à accroître les stocks de carbone dans le sol. En adoptant des programmes d'irrigation, le séchage des récoltes au soleil et l'amélioration de la gestion des engrais permettent de réduire la consommation de combustibles fossiles à des fins agricoles. La possibilité de se procurer des intrants tels que des engrais ou des herbicides reste un problème pour les agriculteurs par manque de moyens. Ainsi, les résidus de récolte sont souvent utilisés comme aliments du bétail, comme combustibles ou pour d'autres usages ménagers, ce qui réduit d'autant les apports de carbone dans le sol.

A Madagascar, des terres de faible rendement ou nécessitant une régénération, pourraient servir à la production de biocombustibles. Une production agricole à grande échelle de biocombustibles peut avoir une incidence considérable en matière de réduction des émissions de CO₂. La récupération et la transformation de 25 % de l'ensemble des résidus de récolte (les 75 % restants retournant au sol) pourraient permettre de remplacer 100 à 200 millions de tonnes supplémentaires de carbone issu de combustibles fossiles par an. En général, les cultures telles les plantes oléagineuses et la canne à sucre utilisées respectivement pour l'huile et le sucre sont intéressantes en matière de réduction des émissions de CO₂ par suite des faibles quantités d'énergie nette produites et des apports relativement importants de combustibles. En effet, la combustion de la totalité de la biomasse végétale en remplacement des combustibles fossiles constitue une solution efficace en matière d'atténuation des émissions de CO₂.

Réduction des émissions de méthane

Les ruminants domestiques et la riziculture sont les principales sources agricoles de CH₄. La riziculture continuera de se développer au même rythme qu'actuellement afin de satisfaire les besoins alimentaires. Les rizières inondées produisent des émissions de CH₄ qui peuvent être réduites par des mesures de gestion appropriées.



L'amplitude de l'écart entre les réductions possibles évoquées est l'indice d'une certaine incertitude concernant l'efficacité des mesures d'atténuation et le degré d'additivité des effets, notamment dans le cas de la riziculture. Pour que la mise en œuvre des techniques d'atténuation disponibles soit un succès, il convient de démontrer i) que le rendement céréalier ne diminuera pas et pourra même augmenter, ii) que l'on fera des économies de main-d'œuvre, d'eau et d'autres facteurs de production et, iii) que les consommateurs locaux s'accommoderont des cultivars de riz qui rejettent moins de CH₄.

Il est possible de réduire les émissions de CH₄ imputables aux ruminants domestiques en recourant à des systèmes pastoraux améliorés, fondés sur la consommation de fourrages de grande qualité. En effet, les animaux qui paissent sur des parcours de médiocre qualité produisent davantage de CH₄ par unité d'aliment consommé. L'alimentation des animaux en bâtiment clos à l'aide de rations équilibrées facilitant la digestion d'aliments hautement énergétiques peut aussi contribuer à réduire les émissions directes, mais peut par contre augmenter les émissions indirectes liées à la production et au transport de ces aliments.

Réduction des émissions d'oxyde nitreux

L'azote est le principal constituant des engrais minéraux. Des rejets de composés azotés dans l'environnement associés aux activités agricoles nécessitent d'importants moyens de production. La gestion de l'azote dans les systèmes de production végétale et animale pour atténuer l'incidence de cet élément sur l'environnement doit être améliorée. En effet, grâce à certains systèmes de gestion, on peut réduire la quantité d'azote rejeté dans le milieu, soit sous la forme d'émissions de gaz ammoniac ou de N₂O, soit par lessivage des nitrates dans le sous-sol. Pour parvenir à améliorer l'efficacité, on utilise, dans certains cas, moins d'engrais et, dans d'autres, on augmente les rendements sans modifier la concentration d'azote.

En ce qui concerne l'agriculture, les principales sources de N₂O sont les engrais minéraux, les cultures de légumineuses et les déchets d'élevage. Ces pertes sont souvent accentuées par le mauvais état physique des sols. Une partie du N₂O rejeté provient de la combustion de la biomasse. L'emploi de techniques agricoles perfectionnées (utilisation d'engrais à libération contrôlée et d'inhibiteurs de nitrification, vulgarisation des épandages d'engrais azotés, gestion des ressources en eau, etc.) devrait limiter la formation de N₂O tout en permettant un usage plus efficace de l'azote. En effet, en adoptant une meilleure utilisation de l'azote contenu dans les engrais (y compris le fumier) la production de N₂O est limitée. Ainsi, les quantités d'azote qui s'échappent du système seront réduites.

2.2.- SECTEUR BATIMENT

2.2.1.- ETAT DES LIEUX

Un bâtiment est une construction servant à abriter (logements, bureaux, centres commerciaux, bâtiments industriels). A Madagascar, on peut classer les constructions en bâtiments urbains et ruraux des hautes terres et des côtes. Les émissions de GES du secteur bâtiment sont encore relativement faibles. Toutefois, il faut dès maintenant prévoir et instaurer des mesures susceptibles de les réduire davantage. Ce secteur doit aussi participer aux efforts que le pays déploie pour s'adapter aux changements climatiques

Le secteur bâtiment produit 31% des émissions mondiales de CO₂ découlant de l'emploi de combustibles fossiles.

Le climat de Madagascar est assez clément et ne nécessite que peu de dépense d'énergie pour le chauffage sauf pour certains bâtiments qui utilisent la cheminée intérieure de chauffage comme décoration plutôt que comme élément indispensable. Cependant, la climatisation des maisons en dur (surtout des bâtiments administratifs) sur les côtes dépense aussi beaucoup d'énergie surtout si ce bâtiment n'a pas été conçu, de par son architecture, pour climat chaud (doté d'un pare-soleil par exemple).

Origines des GES anthropique

Le dioxyde de carbone provenant de l'emploi des combustibles fossiles et de la biomasse est la source principale d'émissions de gaz à effet de serre d'origine anthropique :

- ♦ CO₂ provenant de la cuisson des aliments : Par exemple, le bois - ou plus généralement la biomasse - représente le combustible le plus courant dans les pays en voie de développement (le bois de chauffage, le bois et la paille pour cuire les aliments, la bouse de vache, etc.). Le bois et le charbon de bois demeurent les principaux combustibles, utilisés pour leur pouvoir calorifique aussi bien en ville qu'en campagne. Le bois en tant que combustible représente encore aujourd'hui environ 10 % des sources d'énergie mondiale.
- ♦ CO₂ provenant des chauffages. : La chaleur nécessaire au chauffage est fournie par différentes méthodes soit par combustion de combustibles solides, liquides ou gazeux, directement ou dans une centrale thermique soit par l'énergie électrique (chauffage électrique).
- ♦ CO₂ provenant indirectement des installations de ventilation pour maintenir un équilibre de concentration en gaz carbonique d'une part et, d'autre part issu de la climatisation dont la création et le maintien d'un air ambiant à température, humidité et pureté suivant des normes dépendent de l'énergie électrique.
- ♦ CO₂ provenant des fabrications des matériaux de construction : ciment, chaux, briques et tuiles cuites, etc.
- ♦ CH₄ provenant des installations sanitaires (fosses septiques).
- ♦ CH₄ provenant des étables et fermes des animaux domestiques (poules, vaches laitières, zébus, chèvres, moutons, cochons, chevaux, etc.).

2.2.2.- ANALYSE DES TECHNOLOGIES ET SAVOIR-FAIRE ECOLOGIQUEMENT RATIONNELS ET L'OPPORTUNITE DE LEURS APPLICATIONS Y COMPRIS LES TECHNOLOGIES ENDOGENES EXISTANTES.

Technologies et savoir faire écologiquement rationnels.

C'est lors de la construction que les meilleures techniques d'économie d'énergie peuvent être prises en compte. Si l'on appliquait des techniques de construction appropriées, la consommation d'énergie pourrait être réduite de 20 %, la période d'amortissement de l'investissement étant inférieure à cinq ans.

- ♦ Le choix de systèmes de chauffage et de cuisson doit tenir compte des pertes de chaleur de l'intérieur vers l'extérieur. Ils sont donc liés à l'isolation thermique du bâtiment et à la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur. Une isolation thermique correcte du bâtiment réduit la dépense en combustible donc la production supplémentaire de CO₂.
- ♦ Le procédé de chauffage domestique peut être direct : on utilise une cheminée ou un poêle, ou indirect : on distribue de la chaleur à partir d'un point central. S'il s'agit du chauffage central, le poêle est utilisé. C'est un appareil clos en métal ou en céramique, à l'intérieur duquel brûle le composé liquide ou solide. Ses surfaces sont en contact avec l'air de la pièce et transfèrent, par convection, de la chaleur à l'air qui circule au-dessus du poêle. Un poêle peut distribuer jusqu'à 80 % de l'énergie produite par la combustion
- ♦ Pour améliorer l'efficacité du chauffage, certaines cheminées modernes sont munies de conduits intérieurs, dans lesquels l'air froid de la pièce est chauffé et rediffusé dans celle-ci. Les dispositifs à soufflerie avec élément en céramique ont également un très bon rendement, mais nécessitent plus d'attention quant aux risques d'incendie.

- ♦ Les appareils de chauffage électrique par rayonnement, de conception plus récente, offrent un rendement supérieur, mais leur prix d'achat est plus élevé. Les systèmes de chauffage à briques réfractaires présentent, quant à eux, l'avantage de pouvoir consommer de l'électricité en dehors des heures de pointe, ce qui permet une meilleure gestion de la production d'électricité.
- ♦ Le chauffage central au gaz est plus économique et offre un confort supérieur aux convecteurs électriques, mais son installation est nettement plus onéreuse.
- ♦ Le chauffage central au fuel engendre des émissions polluantes, et le prix de son installation ne se justifie que pour de grandes surfaces habitables.
- ♦ Un tirage adéquat à la combustion est nécessaire
- ♦ Pour l'isolation, les travaux concernent les murs, les sols, la toiture et les ouvertures. Le polystyrène expansé est un bon isolant thermique. Avec ce matériau, on peut recouvrir à peu de frais les murs intérieurs des habitations, ou encore le mélanger au béton afin de réaliser des dalles de sol isolantes. La laine de verre est aussi un excellent isolant thermique, notamment pour l'isolation des combles. Des procédés récents permettent de monter des cloisons au moyen de plaques de plâtre à fixer sur des rails, entre lesquelles on place de la laine de verre, pour ses qualités d'isolant à la fois thermique et phonique.
- ♦ La ventilation permet également de réduire la chaleur, les odeurs désagréables et l'humidité.
- ♦ En éclairage, des ampoules à basse consommation d'électricité permettent d'obtenir un rendement supérieur de 40 % par rapport à celui des ampoules à incandescence traditionnelles.
- ♦ Le recyclage des déchets provenant des sanitaires produit du méthane CH₄ dont la combustion produit de la chaleur pour le chauffage.
- ♦ La récupération des calories excédentaires au moyen d'échangeurs de chaleur, de pompes à chaleur et de programmateurs thermiques améliore l'économie en énergie.
- ♦ L'installation de chauffe-eau solaire et de panneaux solaires pour le chauffage et des panneaux photovoltaïques pour l'éclairage. La technologie du chauffe-eau solaire, accessible à un coût modéré, nécessite des températures de l'ordre de 60 ou de 70°C et des capteurs plans simples. L'économie apportée par ce moyen de chauffage est importante.
- ♦ La domotique est une des technologies novatrices qui limitent les émissions de CO₂ par la gestion automatique des systèmes de production, de distribution et de consommation d'énergie (Exemple : gestion par les NTIC dans l'utilisation rationnelle des énergies : logiciel permettant de surveiller les dépenses en énergie dans tout le bâtiment).

Applications de ces technologies et du savoir faire et des technologies endogènes

A court terme et pour ne pas heurter les sensibilités et les habitudes des habitants auxquels ces technologies seront soumises, nous proposons de n'adopter dans un premier temps que celles qui sont déjà préexistantes et qui améliorent l'efficacité. Les matériaux locaux sont en général très adaptés au climat de la région dans laquelle on les trouve: exemple, le bois est un très bon isolant thermique et présent à l'Est et au centre Ouest du pays. La terre rouge est un matériau à inertie thermique élevée et peut servir dans la construction de maisons d'habitation des régions fraîches en hiver (Vakinankaratra) à condition que les murs soient suffisamment épais.



Maison traditionnelle malgache

- ♦ A moyen terme, ces mêmes constructions seront dotées de chauffe-eau et panneaux solaires.
- ♦ A plus ou moins long terme, les technologies nécessitant de beaucoup plus de savoir-faire seront introduites progressivement pour aboutir à la domotique.

Moyens à mettre en œuvre

La hausse des prix de l'énergie doit être prise en compte en priorité. Ce qui conduit à considérer les mesures suivantes:

- mise en œuvre de campagnes d'information du public.
- incitation à prendre de bonnes habitudes pour réduire les dépenses en énergie, Exemple : éteindre la lumière dans une pièce non occupée.
- extension des moyens de crédit et épargne pour assister les propriétaires aux dépenses supplémentaires en isolation et en adoption des technologies adéquates.
- encouragement sur la libre circulation de connaissances et formation d'ouvriers qualifiés aptes à transférer toute pratique innovante.
- vulgarisation des technologies disponibles et assistance aux entreprises de construction à l'identification de leurs besoins.
- instauration des mesures incitatives : primes, aides, réduction d'impôts et taxes pour les bâtiments respectant l'environnement.
- introduction de normes d'efficacité énergétique pour les nouveaux bâtiments et des normes en matière de technologie et de performance.
- aménagement rétroactif des systèmes plus performants de chauffage, d'isolation et d'éclairage, ou généralisation de l'usage des systèmes informatiques de gestion de l'énergie, l'installation de dispositifs de régulation, de climatisation, de réfrigération, de conception récente (domotique).
- mise en place des systèmes d'aides aux particuliers et aux entreprises qui investissent dans les travaux précités.
- création d'une Agence Nationale pour :
 - 1) récompenser les entreprises respectueuses du climat par des dégrèvements fiscaux et des subventions et pénaliser les autres.
 - 2) mettre en place des systèmes d'aides aux particuliers et aux entreprises qui investissent dans des travaux qui tiennent compte de l'efficacité énergétique
- création d'un Centre de Transfert de Technologie en s'inspirant sur le modèle de certains pays africains (exemple : la Guinée) pour améliorer les connaissances et encourager la recherche contre les effets néfastes du changement climatique (Exemple: les constructions anti-cycloniques). Ce Centre formerait des gestionnaires et des techniciens et pourrait transférer le savoir-faire nécessaire pour exploiter et reproduire de manière durable les nouveaux dispositifs technologiques. Les nouvelles technologies seraient, en vertu de la Convention sur les changements climatiques, compatibles avec les priorités et stratégies nationales en matière d'environnement et de développement. (Cf. MAP. Engagement 2, défi 1, Stratégies 6 Engagement 3, défi 4, Projets et activités prioritaires 6)

2.2.3.- IDENTIFICATION ET ANALYSE DES BARRIERES LIEES AU TRANSFERT DE TECHNOLOGIES ET SAVOIR-FAIRE ECOLOGIQUEMENT RATIONNELS

- ♦ Non maîtrise des informations et des conditions climatiques.
- ♦ Insuffisance en capacités humaines et en matériel (manque de moyens financiers, humains)
- ♦ Absence en protection des propriétés intellectuelles. Cet état de fait démotive les chercheurs et défavorise la recherche et le développement dans le secteur.
- ♦ Des obstacles politiques et économiques comme le manque de capitaux.
- ♦ Des barrières commerciales; des limitations commerciales à cause du coût élevé des transactions et rejet des risques dans les institutions financières.
- ♦ Des limitations institutionnelles comme l'insuffisance de la protection juridique et des normes et des codes environnementaux inadéquats.
- ♦ Absence de fixation des prix du coût complet à cause de la difficulté sur l'estimation en matière de technologies adéquates.
- ♦ Insuffisance d'éducation voire absence d'informations et communication sur les technologies.
- ♦ Insuffisance de sensibilisation et de vulgarisation.
- ♦ Méfiance sur l'adoption de nouvelles techniques.
- ♦ Manque de compréhension des besoins locaux (absence d'études).

2.2.4.- PROPOSITIONS DE MESURES POUVANT AIDER A SURMONTER LES BARRIERES ET AMELIORER LES TECHNOLOGIES ENDOGENES

D'après les projections, les émissions globales de CO₂ provenant des bâtiments à usage résidentiel, commercial et institutionnel devraient augmenter, passant de 1,9 GtC par an en 1990 à 1,9 à 2,9 GtC par an en 2010, puis à 1,9 à 3,3 GtC par an en 2020 et enfin à 1,9 à 5,3 GtC par an en 2050 soit une diminution de 50 % environ.

L'emploi de techniques à haut rendement énergétique dans l'industrie de second œuvre, dont le surcoût pour le consommateur serait amorti en cinq ans ou moins, offre la possibilité économique de réduire les émissions de carbone provenant de bâtiments à usage résidentiel ou commercial de 20 % environ d'ici à 2010, de 25 % d'ici à 2020 et de près de 40 % d'ici à 2050 dans le cas des scénarios IS92 de référence correspondant à une amélioration du rendement énergétique.

Les améliorations de l'enveloppe des bâtiments (réduction des échanges thermiques, orientation convenable des bâtiments, fenêtres à haut rendement énergétique et albédo des parois extérieures adapté au climat), associées à une période d'amortissement de cinq ans ou moins, offrent également la possibilité économique de réduire la consommation d'énergie servant au chauffage et à la climatisation des bâtiments à usage résidentiel d'environ 25 % en 2010, de 30 % en 2020 et de 40 % au plus en 2050 dans le cas des scénarios IS92 de référence.

Pour parvenir à réduire les émissions, on dispose de quatre sortes principales de mesures :

- 1) les programmes axés sur le marché, où les consommateurs ou les fabricants bénéficient d'une assistance technique et/ou de mesures d'incitation.
- 2) les normes obligatoires en matière de rendement énergétique, applicables au moment de la fabrication ou de la construction;

- 3) les normes librement adoptées en matière de rendement énergétique; et enfin
- 4) l'intensification des programmes publics ou privés de Recherche- Développement en vue de mettre au point des produits de meilleur rendement énergétique. Il importe d'adapter avec soin ces mesures de manière à surmonter les éventuels obstacles commerciaux. Vu que l'ensemble de ces mesures entraîne certains frais d'administration et de transaction, elles auront une incidence globalement favorable sur l'économie dans la mesure où les économies d'énergie seront efficaces par rapport au coût.

En conséquence, à l'échelle de la planète, la réduction totale réalisable des émissions de carbone imputables au secteur des bâtiments devrait varier approximativement (selon les scénarios IS92c, a et e) de 0,175 à 0,45 GtC par an d'ici à 2010, de 0,25 à 0,70 GtC par an d'ici à 2020 et de 0,35 à 2,5 GtC par an d'ici à 2050

D'après les estimations, les réductions réalisables (le potentiel offert par le marché), à l'exclusion des réductions imputables à l'application de normes librement adoptées en matière de rendement énergétique, devraient atteindre quelque 10 à 15 % en 2010, 15 à 20 % en 2020 et 20 à 50 % en 2050 dans le cas des scénarios IS92. En conséquence, à l'échelle de la planète, la réduction totale réalisable des émissions de carbone imputables au secteur des bâtiments devrait varier approximativement (selon les scénarios IS92c, a et e) de 0,175 à 0,45 GtC par an d'ici à 2010, de 0,25 à 0,70 GtC par an d'ici à 2020 et de 0,35 à 2,5 GtC par an d'ici à 2050.

En 1990, les trois secteurs d'utilisation finale de l'énergie responsables des plus fortes émissions de CO₂ résultant de l'utilisation directe de combustibles ont été l'industrie (45 % des rejets totaux de CO₂), les transports (21 %) et les bâtiments à usage résidentiel, commercial ou institutionnel (29 %).

23.-SECTEUR ENERGIE

2.3.1.- ETAT DES LIEUX

Le secteur de l'énergie intéresse un grand nombre de procédés complexes qui permettent l'extraction des ressources énergétiques, la conversion de ces ressources en énergie facilement utilisable et la distribution de l'énergie en fonction de la demande.

Un sérieux problème touche le secteur énergétique malgache. Madagascar dispose d'énormes ressources d'énergies essentiellement renouvelables (hydraulique, solaire, éolienne, etc.) non exploitées et la consommation énergétique globale reste encore très faible. Cette consommation énergétique est dominée par le bois et ses dérivés. Cependant, très peu de personnes à Madagascar ont accès à des sources d'énergie modernes. En outre, les personnes qui n'y ont pas accès doivent utiliser des sources d'énergie de moins bonne qualité, inefficaces et, souvent polluantes.

Le potentiel hydraulique du pays est de l'ordre de 7800 MW, mais seulement environ 115 MW sont exploitées représentant environ 1,3 %.

L'énergie solaire est exploitée actuellement pour le chauffage de l'eau, le séchage des produits agricoles et la génération d'électricité pour les télécommunications, l'éclairage, la conservation des médicaments et le pompage.

Le gisement éolien est considérable mais sa potentialité diffère d'une région à une autre. Cette forme d'énergie reste compétitive pour le pompage et la génération d'électricité.

Le pays dispose de quelques sites de ressources d'énergie géothermique. Cependant, dans les conditions économiques actuelles, la mise en oeuvre de cette technologie demande des efforts financiers et techniques importants, ce qui la rend peu accessible et peu intéressante pour des investisseurs sans des mesures importantes d'appui.

Autres énergies

Le charbon minéral est abondant à Madagascar, mais les coûts d'exploitation sont très élevés. La bagasse est un sous-produit valorisé directement dans les sucreries.

La mélasse est exploitée pour la production d'alcool. Son utilisation en tant que carburant de substitution est envisageable.

La balle du riz est destinée essentiellement pour la cuisson des briques de construction. Cette ressource offre un potentiel de développement très appréciable pour les zones de production de riz.

Le biogaz est un produit issu des déchets d'origine animale ou végétale. La technologie, qui est relativement facile, est accessible en zone rurale et sa vulgarisation est à encourager.

Le bois énergie : la prédominance du bois dans la consommation énergétique du pays, avec 80% du bilan, a des impacts non négligeables sur le système écologique terrestre et aquatique. On observe un déboisement considérable de la campagne aux abords des centres urbains, ce qui n'est pas sans laisser de séquelles environnementales importantes : érosion et perte de sols arables, inondations, envasements des rivières, des ports. Les solutions traditionnelles utilisées (pétrole lampant, bougies, suifs, etc.) en l'absence de service électrique sont plus polluantes. Une solution de type thermique conventionnel représente déjà un progrès en termes d'émission de GES de plus de 50% par rapport aux lampes à pétrole.

Dans le domaine des hydrocarbures, le sous-secteur pétrole joue un rôle important dans le développement économique de Madagascar. Pourtant, les infrastructures pétrolières sont vétustes et ne répondent plus aux normes de sécurité. Par ailleurs, elles ne permettent plus d'assurer un approvisionnement optimal de l'ensemble du pays.

Dans le domaine de l'électricité, les infrastructures sont insuffisantes et une grande partie des installations de production et de distribution existantes sont vétustes et ne peuvent plus satisfaire la demande croissante actuelle.

Depuis longtemps, on a observé une hausse de la consommation mondiale d'énergie à un rythme annuel moyen d'environ 2 %, ce qui varie toutefois considérablement suivant les époques et les régions (SAR II, SPM.4.1).

Dans le cas où les tendances observées jusqu'à présent se poursuivent, les émissions de GES dues à la consommation d'énergie augmenteront plus lentement que la consommation d'énergie en général et que les besoins du secteur de l'énergie en particulier.

L'ensemble des scénarios IS92 établis par le GIEC, a permis de calculer l'augmentation des émissions de CO₂ dues à la consommation d'énergie comme suit : de 6 GtC en 1990, elles atteindraient 7 à 12 GtC d'ici à 2020, puis 6 à 19 GtC d'ici à 2050 (Climate Change, 1994.6), ce qui comprend pour le secteur de l'énergie 2,3 à 4,1 GtC (1,4 à 2,9 GtC dans les pays cités à l'Annexe I (Kyoto)) d'ici à 2020 et 1,6 à 6,4 GtC (1 à 3,1 GtC dans les pays cités à l'Annexe I (Kyoto)) d'ici 2050.

L'utilisation des combustibles fossiles est basée sur des réactions de combustion qui génèrent une partie importante de GES.

2.3.2.- ANALYSE DES TECHNOLOGIES ET SAVOIR-FAIRE ECOLOGIQUEMENT RATIONNELS ET L'OPPORTUNITE DE LEURS APPLICATIONS Y COMPRIS LES TECHNOLOGIES ENDOGENES EXISTANTES

Pour le secteur énergie, les techniques et les infrastructures possèdent une durée de vie économique assez longue. Les transformations correspondantes nécessitent plusieurs décennies. Ainsi, la mise en place des actions gouvernementales et des mesures techniques demande beaucoup de temps.

En s'orientant davantage vers l'énergie produite par des centrales hydroélectriques ou par biomasse, il est possible sur le plan technique de réaliser une réduction importante des émissions de GES dans le secteur de l'énergie.

Techniques de réduction des émissions de GES dans le secteur de l'énergie

Plusieurs techniques efficaces pour la réduction de l'émission de GES sont proposées :

- ♦ conversion plus efficace des combustibles fossiles ;
- ♦ passage à des combustibles fossiles à faible teneur en carbone ;
- ♦ décarburation des gaz de combustion et des combustibles et stockage du CO₂;
- ♦ passage à l'énergie nucléaire;
- ♦ passage à des sources d'énergie renouvelables (SAR II, SPM.4.1.3).

Ces solutions présentent des caractéristiques particulières qui en déterminent le rapport coût/efficacité ainsi que l'acceptabilité auprès de la société et des pouvoirs publics. Il faut évaluer les coûts et les incidences sur l'environnement par des analyses complètes des cycles de vie. Dans chaque cas, on examine, pour une sélection de techniques d'atténuation, le potentiel techniquement réalisable en matière de réduction des émissions de CO₂.

Augmentation du rendement de conversion des combustibles fossiles

Dans la plupart des cas, les nouvelles techniques offriront vraisemblablement de meilleurs rendements de conversion. On peut envisager de faire passer le rendement de la production d'électricité d'une moyenne mondiale d'environ 30 % actuellement à plus de 60 % à long terme. De plus, le recours à la production combinée d'électricité et de chaleur, appliquée, quand cela est possible, à des procédés industriels ou encore au chauffage ou à la climatisation des locaux, permet une amélioration sensible du rendement des combustibles (SAR II, SPM.4.1.3.1). L'intégration de la conversion énergétique allant de températures très élevées à des températures très basses, que l'on appelle aussi utilisation ou récupération de l'énergie séquentielle ou en cascade, laisse espérer d'autres augmentations de rendement (SAR II, 20.4.2.3).

Les réserves reconnues pour la période 2020 à 2025 sont les suivantes :

Source d'énergie	Réserves reconnues Ej	Potentiel Ej
Pétrole		
Classique	6100	110
Non classique	7100	130
Gaz :		
Classique	4800	72
Non classique	6900	103
Charbon	25200	638
Total combustibles fossiles	50000	1053
Energie nucléaire	1800	-
Hydraulique	35-55	-

Géothermique	4	-
Eolienne	7-10	-
Energie des Océans	2	-
Solaire	16-22	-
Biomasse	72-137	-
Total Energie renouvelable	130-230	-

Les facteurs dont dépendent les dépenses associées aux augmentations de rendements sont :

- ♦ le taux de rotation des biens de production et,
- ♦ le taux d'actualisation des travaux de recherche.

Cependant plusieurs techniques présentent déjà un bon rapport coût/efficacité.

Pour promouvoir d'autres techniques, les pouvoirs publics pourraient intervenir comme suit :

- ♦ accorder des subventions au secteur énergie
- ♦ financer des travaux de recherche
- ♦ prendre des mesures d'incitation pour l'introduction des nouvelles techniques sur le marché.
- ♦ lancer des mesures temporaires d'incitation à l'introduction rapide de ces techniques sur le marché, dès qu'elles sont prêtes à être commercialisées.

En conséquence, bien qu'il soit possible d'améliorer le rendement de la production d'électricité dans le monde, cette amélioration risque d'entraîner des dépenses supplémentaires et de ne pas se concrétiser si les pouvoirs publics ne prennent pas les mesures qui s'imposent pour réduire les émissions de GES.

Le potentiel théorique des augmentations de rendement est très important, mais les filières énergétiques actuelles sont très loin d'atteindre les rendements maximums théoriques que suggère le deuxième principe de la thermodynamique. De nombreuses études montrent que, par rapport à ces rendements théoriques, la plupart des procédés de conversion actuels sont peu efficaces. Il faudra vaincre beaucoup de résistances passives avant de pouvoir concrétiser ne serait-ce qu'une fraction de ce potentiel et surmonter de nombreuses barrières, telles que le comportement social, les structures de générations, les coûts, les lacunes relatives à la dissémination de l'information et des connaissances et les insuffisances en matière d'incitation par les pouvoirs publics. En ce qui concerne les combustibles fossiles, indépendamment des coûts, on peut déceler, à partir des plus fortes augmentations de rendement que l'on puisse envisager, les domaines où l'on pourrait obtenir les réductions d'émissions les plus importantes (SAR II, B.2.2).

En général, ce sont le processus normal de déclassement des équipements dans les filières énergétiques et les prévisions de croissance de la demande qui déterminent l'application de techniques efficaces de nouvelles générations. A court terme, l'augmentation du rendement fondée sur la rotation normale des biens de production sera plus rapide dans les pays qui connaîtront la croissance économique la plus rapide (SAR II, 19.1). C'est donc dans les pays cités à l'Annexe I (Kyoto) en cours de transition vers une économie de marché et dotés de systèmes de conversion d'énergie inefficaces, que l'on peut envisager les plus fortes augmentations de rendement.

Dans le monde, le rendement moyen des centrales à combustible fossile est de 30 % environ. Il est de 35 % dans les pays de l'OCDE.

Pour ce qui est des combustibles fossiles, les rendements de conversion les plus élevés sont obtenus par les centrales à cycle combiné alimentées au gaz naturel : 45 % actuellement, 55 % sous peu et plus encore à plus lointaine échéance. Les coûts d'investissement des centrales à cycle

combiné sont inférieurs de 30 % à ceux des centrales classiques alimentées au gaz naturel, mais le prix de l'électricité dépendra des coûts des combustibles, habituellement plus élevés pour le gaz naturel que pour le charbon. Par ailleurs, les centrales à cycle combiné sont plus chères que celles à cycle simple, d'un moins bon rendement mais aussi plus rapide à installer (SAR II, 19.2.1.1).

La réduction possible des émissions de GES est proportionnelle à l'augmentation de rendement réalisée. Si l'on opte pour des techniques de pointe utilisant toutes le même combustible fossile, l'augmentation de rendement se traduit par une diminution des prix du combustible, ce qui peut souvent compenser les coûts d'investissement plus élevés. Les progrès techniques peuvent en outre apporter des avantages secondaires importants, tels qu'une réduction des émissions d'autres polluants (ex. : SO_2 , NO_x et particules). Bien souvent, les suppléments de coûts sont négligeables car l'augmentation de rendement ne nécessite pas des modifications techniques radicales. Les augmentations de rendement énergétique présentent aussi l'avantage qu'elles peuvent être reproduites.

Dans le cas de la cogénération ou production combinée électricité et chaleur, le rendement énergétique fait un bond puisqu'il atteint jusqu'à 80 voire 90 %, soit bien plus que la production distincte d'électricité et de chaleur (SAR II, 19.2.1.4). Les facteurs économiques qui entrent alors en jeu sont la disponibilité ou la création de réseaux de distribution.

Passage à des combustibles fossiles à faible teneur en carbone

Le passage à des combustibles dont le rapport atomique hydrogène/carbone est plus faible, notamment le passage du charbon au pétrole ou au gaz naturel, peut conduire à une réduction des émissions. Parmi les combustibles fossiles, le gaz naturel est celui qui rejette le moins de CO_2 par unité d'énergie : 15 kg C/GJ environ, contre 20 kg C/GJ environ pour le pétrole et 25 kg C/GJ environ pour le charbon (valeurs correspondant toutes à un faible pouvoir calorifique). Les combustibles à faible teneur de carbone permettent en général d'obtenir un meilleur rendement de conversion que le charbon. Il existe de vastes ressources de gaz naturel dans de nombreuses régions (SAR II, SPM 4.1.3.1). La nouvelle technique du cycle combiné, peu coûteuse et très efficace peut permettre de réduire considérablement le coût de l'électricité dans certaines régions où le prix du gaz naturel est relativement bas par rapport à celui du charbon.

En remplaçant le charbon par le gaz naturel sans modifier le rendement de conversion combustible/électricité, on pourrait réduire les émissions de 40 %. Compte tenu du rendement de conversion du gaz naturel, généralement plus élevé que celui du charbon (SAR II, 19.2.1), il serait possible d'atteindre une réduction des émissions par unité d'énergie de l'ordre de 50 %.

Bien que le gaz naturel soit une ressource abondante, plusieurs pays ne le comptent pas parmi leurs richesses naturelles. Par conséquent, si le passage au gaz naturel prenait de l'ampleur, les dépendances énergétiques seraient modifiées, ce qui soulèverait des problèmes que les gouvernements devraient résoudre. Les dépenses d'investissement et les frais administratifs à engager pour un tel passage risquent d'être considérables, puisqu'il faudrait créer de nouvelles infrastructures de transport, de distribution et d'utilisation finale. Il se pourrait donc que les réductions d'émissions véritablement envisageables diffèrent beaucoup d'une région à l'autre, compte tenu de conditions locales telles que les prix des différents combustibles ou la disponibilité du gaz naturel.

Si elle se développe, l'utilisation du gaz naturel risque d'entraîner davantage de fuites de méthane (CH_4), principal élément de ce gaz. Il existe des méthodes permettant de réduire les émissions de

CH₄ dans une proportion qui pourrait atteindre 30 à 90 % pour ce qui est de l'extraction du charbon, plus de 50 % dans le cas de la mise à l'air libre et du torchage du gaz naturel et jusqu'à 80 % quant aux fuites des réseaux de distribution de gaz naturel (SAR II, 22.2.2). Certaines de ces méthodes pourraient se révéler économiquement viables dans de nombreuses régions du monde, puisqu'elles apporteraient tout un éventail d'avantages et permettraient notamment d'utiliser le CH₄ comme source d'énergie. (SAR II, 19.2.2.1)

Décarburation des gaz de combustion et des combustibles, stockage et piégeage du CO₂

Les centrales alimentées par les combustibles fossiles déversent des effluents gazeux à partir desquels le CO₂ peut être piégé et stocké dans des gisements épuisés de gaz naturel ou les océans, en combustibles riches en hydrogène, tels que l'hydrogène, le méthanol, l'éthanol ou le méthane. Cependant, les combustibles peuvent être convertis directement en ces derniers produits. Toutefois, ces deux techniques diminuent le rendement de conversion et accroît sensiblement le coût de production de l'électricité. Par ailleurs, la gazéification du charbon accompagnée du piégeage du CO₂ par production d'un gaz de synthèse constitue aussi une technique de décarburation des combustibles.

Dans le cas d'une centrale classique au charbon ayant un rendement de 40%, l'extraction de 87 % du CO₂ contenu dans les gaz de combustion (la teneur passant de 230 à 30 g C/kWh) ramènerait le rendement à 30 % et augmenterait de 80 % environ les coûts de production d'électricité.

Dans le cas d'une centrale à cycle combiné alimentée au gaz naturel ayant un rendement de 52 %, le fait de réduire d'environ 82 % les émissions de CO₂ (pour passer de 110 à 20 g C/kWh) ramènerait le rendement à 45 % et augmenterait de 50 % environ les coûts de production d'électricité (SAR II, 19.2.3.1). Bien que les coûts de la réduction des émissions par tonne de carbone soient plus élevés pour le gaz naturel que pour le charbon, le coût supplémentaire par kWh est en réalité plus faible puisque le gaz naturel contient moins de carbone.

Dans le cas d'une centrale au charbon à gazéification intégrée à cycle combiné d'origine ayant un rendement de 44 %, le fait de réduire d'environ 85 % les émissions de CO₂ (pour passer de 200 à 25g C/kWh) ramènerait le rendement à 37 % environ et augmenterait de 30 à 40 % les coûts de production d'électricité. (SAR II, 19.2.3.2).

Dans le cas de la récupération du CO₂ par reformage à la vapeur du gaz naturel, on chiffre les coûts de piégeage et de stockage dans un gisement de gaz naturel peu éloigné à moins de 30 \$/tC non émis (SAR II, 19.2.3.2). L'exploitation future de techniques de conversion telles que les piles à combustible, susceptibles d'utiliser l'hydrogène avec un bon rendement, serait en faveur de cette dernière solution. La distribution d'énergie finale sous forme d'électricité et d'hydrogène aurait pour effet d'éliminer virtuellement les émissions au point d'utilisation finale et de permettre de piéger et de stocker le carbone dans le secteur même de l'énergie.

Les profondeurs des océans pourraient constituer le plus vaste réservoir de CO₂ (SAR II, 19.2.3.3). On pourrait en effet envisager d'immerger le CO₂ directement dans les océans. Le CO₂ ainsi stocké serait éloigné de l'atmosphère durant au moins plusieurs siècles.

Passage à l'énergie nucléaire

Dans de nombreuses régions du monde, l'énergie nucléaire pourrait remplacer les combustibles fossiles utilisés pour produire l'électricité de base. Une analyse de sondages d'opinion indique que

les craintes et les doutes du public à ce sujet portent principalement sur le stockage des déchets radioactifs et l'usage détourné des matières fissiles.

Compte tenu du prix de revient normalisé de la production électrique de base, prévu pour le tournant du siècle, l'énergie nucléaire demeurera une solution viable dans plusieurs pays possédant des centrales en exploitation et en construction.

D'autres concepts sont élaborés dans le but d'améliorer l'énergie nucléaire pour des applications autres que la production d'électricité, notamment pour répondre aux besoins en chaleur des procédés industriels et des systèmes de chauffage urbain. Par ailleurs, on peut envisager à long terme d'utiliser l'énergie nucléaire pour produire de l'hydrogène (SAR II, 19.2.4).

Passage aux sources d'énergie renouvelables

Les progrès techniques offrent de nouvelles possibilités et réduisent les coûts de production de l'énergie provenant des sources d'énergie renouvelables. A long terme, ces sources pourraient répondre à une grande partie de la demande énergétique mondiale. Quelques émissions de CO₂ sont à prévoir dans le cas d'une exploitation non durable de la biomasse, qui tendrait par exemple à réduire la biomasse sur pied et/ou qui entraînerait la décomposition de la biomasse dans les retenues d'eau (SAR II, 19.2.5.). De façon générale, les sources d'énergie renouvelables pourraient réduire considérablement les émissions de GES à comparer aux combustibles fossiles (SAR II, 19.2.5).

Hydroélectricité

La réduction des émissions de GES réalisable est fonction du combustible fossile remplacé. S'il s'agit de charbon, la réduction économiquement réalisable à long terme se situe entre 0,9 et 1,7 GtC (en fonction de la technique et du rendement) et s'il s'agit de gaz naturel, entre 0,4 et 0,9 GtC.

Selon les investissements engagés dans 70 pays en développement dans des projets hydroélectriques, au cours des années 90, on estime à 7,8 ¢/kWh le prix de revient moyen de l'hydroélectricité récente distribuée à l'utilisateur final.

Les petites centrales hydroélectriques peuvent tenir une place importante à l'échelle régionale, en particulier quand elles sont rentables. Par ailleurs, la phase de construction des grandes centrales peut avoir des conséquences sociales et des incidences directes ou indirectes sur l'environnement, telles que la dérivation des eaux, la modification des pentes, la préparation du réservoir, la création des infrastructures destinées à la main-d'œuvre importante ou le fait de porter atteinte aux écosystèmes aquatiques, ainsi que des effets néfastes sur la santé. Les conséquences sociales comprennent le déplacement de la population ainsi qu'un effet emballement- effondrement sur l'économie locale.

Energie de la biomasse

Dans le potentiel d'énergie que représente la biomasse, il faut inclure les résidus urbains solides (RUS), les résidus industriels et agricoles, les forêts sur pied et les cultures énergétiques (SAR II, 19.2.5.2.1).

Les quantités d'énergie verte que l'on peut produire et les coûts de cette production sont fonction des conditions locales, telles que les disponibilités en terres et en déchets, et des techniques de production. De façon générale, sur le plan énergétique, le rapport production/apport des cultures

vivrières de grande qualité est faible à comparer à celui des cultures énergétiques, ce dernier dépassant souvent dix fois le précédent. Les estimations quant aux coûts de la production de biomasse varient énormément.

Le coût de la réduction des émissions que permettrait l'utilisation de diverses formes d'énergie verte, telles que l'électricité, la chaleur, le biogaz, ou les biocarburants dans les transports, dépend non seulement du coût de production de la biomasse, mais aussi des caractéristiques économiques des différentes techniques de conversion des combustibles.

Une unité future, intégrée à cycle gazogène à biomasse/turbine à gaz, ayant un rendement énergétique moyenne permettrait de produire de l'électricité pour un prix comparable à celui obtenu avec du charbon. Dans ce cas, le coût de la réduction des émissions obtenue pourrait bien devenir négligeable.

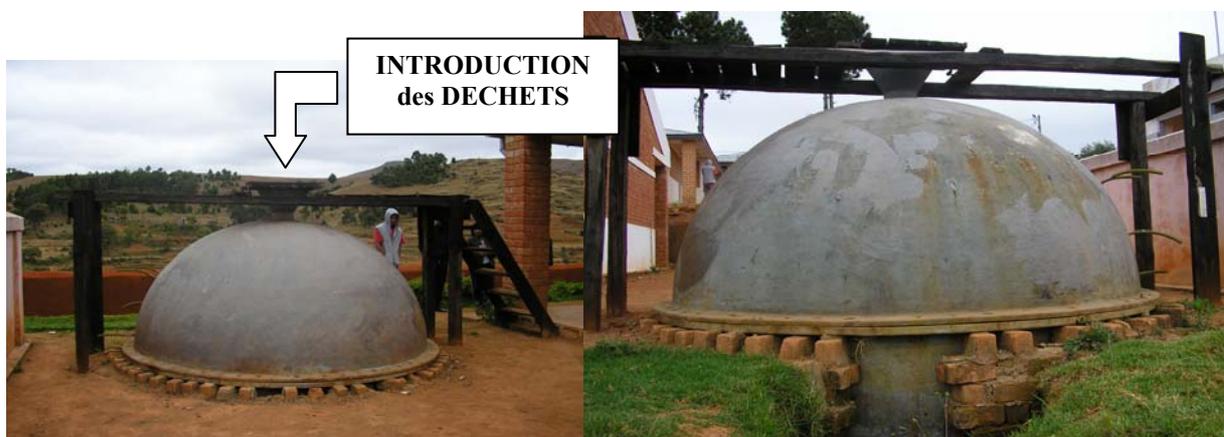
Avec des biocombustibles évolués obtenus à partir de matières ligneuses, on peut envisager une production énergétique moins coûteuse et moins polluante que celle basée sur la plupart des biocombustibles classiques. Par ailleurs, l'éthanol, le méthanol et l'hydrogène sont potentiellement des biocombustibles prometteurs.

L'énergie verte moderne offre également de nouvelles sources de revenus dans le milieu rural. Ces revenus pourraient permettre aux agriculteurs des pays en développement de moderniser leurs pratiques culturales et en conséquence d'augmenter la production.

A l'heure actuelle, les techniques modernes de conversion de la biomasse ainsi que les plantations produisant de la biomasse en sont à leur début et nécessitent davantage de travaux de Recherche-Développement pour évoluer sur le plan technique et devenir économiquement viables.

Le biogaz constitue une solution partielle aux problèmes d'énergie et d'environnement. Devant la hausse constante du prix du baril de pétrole, la biodigestion peut devenir une source d'énergie d'intérêt économique. Elle utilise comme matières premières les bouses de vache, le lisier de porc, la fiente de volaille et les déchets organiques provenant des ordures ménagères.

La biodigestion présente deux aspects complémentaires : *i*) la réduction de la production de gaz à effet de serre (G.E.S.) et *ii*) énergie renouvelable. Un biodigester de taille variable peut être adapté à la taille de la commune d'implantation. Le coût de biodigester à installer dans une commune peut être adapté au budget de la commune comme celui installé dans la commune rurale d'Ankadinandriana.



Biodigester installé dans la commune rurale d'Ankadinandriana

Energie éolienne

On estime que, au sein d'un grand réseau, l'énergie éolienne de nature intermittente pourrait fournir entre 15 et 20 % de la production annuelle d'électricité, sans que des dispositions particulières soient prises quant au stockage, aux dispositifs de secours et à la gestion de la charge appelée (SAR II, 19.2.5.3.2, 19.2.6.1). Il est prévu qu'en 2020, l'énergie éolienne pourrait fournir entre 700 et 1 000 TWh (SAR II, B.3.3.2) si cette forme d'énergie était choisie pour remplacer les combustibles fossiles et que l'on ne prenne pas en compte les coûts. Cela entraînerait une réduction des émissions de CO₂ de 0,1 ou 0,2 GtC par an.

Actuellement, le prix de revient de l'électricité tirée de l'énergie éolienne est d'environ 10 ¢/kWh en moyenne, mais il est très variable. Jusqu'en 2010, il se peut que l'énergie éolienne soit compétitive de 6 % face aux combustibles fossiles et à l'énergie nucléaire (SAR II, 19.2.5.3.3). Le coût de la réduction des émissions de CO₂ ainsi obtenue est alors négligeable, voire même nul ou négatif si l'électricité produite à partir du charbon est plus chère. Certains pays exploitent de grandes éoliennes qui ont parfois suscité l'opposition du public en raison de facteurs tels que le bruit des éoliennes, la nuisance visuelle et l'impact sur la faune.

Energie solaire

Les techniques photovoltaïques et thermo- hélioélectriques permettent de convertir directement le rayonnement solaire en électricité et en chaleur. La conversion photovoltaïque est déjà compétitive en tant que source d'électricité autonome, isolée des réseaux de distribution d'électricité. Elle ne l'est cependant pas pour des applications de masse couplées aux réseaux.

Compte tenu de la modularité de la technique photovoltaïque, il est fort probable que l'expérimentation et les innovations techniques dans le domaine permettront une diminution des coûts d'investissement (SAR II, 19.2.5.4.1). Dans des conditions normales de fonctionnement, les dispositifs photovoltaïques ne polluent pas, mais certains systèmes nécessitent l'emploi de matières toxiques dont la fabrication, l'utilisation et l'élimination présentent des risques.

Energie géothermique et énergie des océans

Vingt et un pays utilisent l'énergie géothermique pour produire de l'électricité. Le prix de l'électricité ainsi obtenue est d'environ 4 ¢/kWh, et celui de la chaleur produite de 2 ¢/kWh_{th}. Une quarantaine de pays utilisent directement l'eau géothermale; quatorze disposent d'une puissance installée supérieure à 100 MW_{th} (SAR II 19.2.5.6.1).

On associe divers types d'émissions à l'énergie géothermique, notamment le CO₂, le sulfure d'hydrogène et le mercure. Les roches chaudes et sèches et d'autres gisements non hydrothermiques constituent de nouvelles ressources. Malgré l'importance qu'elle peut revêtir sur le plan économique locale, cette énergie ne peut apporter qu'une faible réduction des émissions de carbone.

2.3.3.- IDENTIFICATION ET ANALYSE DES BARRIERES LIEES AU TRANSFERT DE TECHNOLOGIES ET SAVOIR-FAIRE ECOLOGIQUEMENT RATIONNELS

Les ressources naturelles (eau, vent) disponibles ne sont pas suffisamment utilisées. En effet, malgré l'existence de plusieurs sites hydrauliques à Madagascar, l'incitation pour la mise en place de l'énergie hydroélectrique est encore insuffisante. Il en est de même pour les ressources éoliennes présentes dans plusieurs régions malgaches (Antsiranana, Toliara, Taolagnaro) qui ne sont pas exploitées.

Les moyens financiers et techniques mis à la disposition de l'ADER (Agence de Développement de l'Electrification Rurale), ne sont à la hauteur de ses objectifs.

Le manque d'information sur les énergies nouvelles et renouvelables ne favorise pas leur promotion. De plus, l'insuffisance de moyens financiers limite les PME/PMI à s'engager dans une production à grande échelle.

2.3.4.- PROPOSITIONS DE MESURES POUVANT AIDER A SURMONTER LES BARRIERES ET AMELIORER LES TECHNOLOGIES ENDOGENES

Suivant des conditions assurant parfaitement le jeu de la concurrence, l'application d'un régime de taxes sur les émissions ou de contingents d'émission négociables amènerait les responsables des émissions à réduire celles-ci jusqu'à ce que les coûts marginaux des mesures d'atténuation égalent le montant des taxes sur les émissions ou le prix d'équilibre des contingents d'émission. En menant des travaux de Recherche- Développement sur les techniques de réduction des émissions, il est envisageable d'éviter de payer des taxes ou d'acheter des contingents (SAR III, 11.5).

Réduction progressive des subventions accordées à titre permanent

Les subventions accordées systématiquement dans le secteur de l'énergie faussent les indicateurs du marché aussi bien pour les producteurs que pour les consommateurs, elles peuvent abaisser les prix de l'énergie au-dessous des coûts réels et l'on observe une distorsion dans l'affectation des ressources intrinsèquement sous optimale. Le fait de subventionner certaines technologies crée des barrières artificielles à l'entrée de nouvelles technologies sur le marché. Afin d'améliorer les possibilités d'entrée sur le marché de technologies modernes moins polluantes, on a proposé d'adopter une tarification au coût marginal et la minimisation, voire la disparition à long terme, des subventions systématiques qui tendent à accroître les émissions de GES (SAR II, SPM.4.4). Ces subventions absorbent de grandes quantités de capitaux et réduisent d'autant les capacités d'investissement en faveur du rendement énergétique, des travaux de Recherche- Développement portant sur les techniques d'atténuation des émissions de CO₂ ou d'autres activités économiques.

Toutefois, un tel raisonnement ne doit pas s'opposer à la possibilité de recourir à des subventions temporaires pour favoriser l'entrée sur le marché de techniques d'atténuation des émissions de GES, telles que l'utilisation des sources d'énergie renouvelables, de l'énergie nucléaire ou de la combustion *des coûts complets*.

Si l'on tenait compte des externalités propres au secteur de l'énergie, on améliorerait la compétitivité de l'utilisation des énergies peu polluantes (SAR II 19.4). Sachant que les coûts externes des techniques existantes et nouvelles demeurent inconnus et qu'il est vraisemblable qu'ils varieront fortement suivant les pays et les régions, un pays qui déciderait unilatéralement d'appliquer la méthode de fixation des prix en fonction des coûts complets risquerait de mettre à mal, à court terme, la compétitivité de ses entreprises à l'échelle internationale. Il faudrait probablement passer des accords internationaux pour résoudre ce type de problème.

Contingents et permis d'émission négociables

Il est possible aussi d'appliquer d'autres mesures, notamment l'établissement de contingents d'émission et la mise en circulation de permis d'émission négociables. A l'échelle internationale, le fait de devoir satisfaire des contingents d'émission peut favoriser les actions entreprises conjointement qui permettraient un transfert de technologie et de fonds vers les pays non cités à l'Annexe I (Kyoto) et certains pays à économie de transition cités à l'Annexe I (Kyoto), tout en contribuant à la mise en œuvre internationale des stratégies à moindre coût.

2.4.-SECTEUR FORESTERIE

2.4.1.- ETAT DES LIEUX

La photosynthèse permet aux végétations d'absorber les gaz carboniques. Lors des incendies forestiers ou par voie de décomposition, les arbres rejettent du carbone. Les forêts forment ainsi à la fois un puits et une source de CO₂ atmosphérique. Elles contribuent donc à la réduction des émissions de gaz à effet de serre, car elles constituent un grand réservoir de conservation et de piégeage du carbone. Les 3,4 milliards d'hectares de forêts du monde stockent environ 330GtC dans la végétation vivante et morte au-dessus et au-dessous du sol. (SAR II, 24.2.2).

Comme tous les pays en voie de développement, les forêts et les arbres sont, pour Madagascar, une richesse non négligeable et constituent une source vitale de bienfaits économiques et sociaux pour les communautés locales et l'ensemble du pays. Mis à part ce rôle socio-économique, elles assurent également des fonctions environnementales fondamentales telles que la préservation de la biodiversité et la protection des terres de culture.

Fonctions économiques

Le rôle économique joué par la forêt est non négligeable, car 2% du produit intérieur brut mondial et 3% des flux commerciaux internationaux proviennent des produits et des services de la forêt. En Afrique, l'exploitation des forêts apporte une contribution relativement élevée au PIB (6%). Les services non mesurables tels que le stockage du carbone ou la protection de la biodiversité fournis par la forêt ne sont pas comptabilisés dans ces estimations. L'utilisation non commerciale des produits forestiers dérivés du bois ou non ligneux par les populations locales n'est pas également incluse dans ces calculs.

Aspects sociaux

Le secteur forestier intéresse bon nombre d'entités de la société. Les populations locales, les agriculteurs, les industriels et les décideurs politiques ont tous des intérêts, plus ou moins directs, vis-à-vis de la forêt.

Il ne faut pas également oublier le fait que les forêts présentent une très grande signification culturelle pour la plupart des populations locales. Elles jouent ainsi un rôle important et particulier pour leur existence. C'est pourquoi, les aspects sociaux doivent être considérés, en premier lieu, chaque fois qu'une action est entreprise en faveur de la forêt.

Fonctions environnementales

Les forêts tropicales abritent la moitié de toutes les espèces végétales et animales. Ces espèces forment des écosystèmes dans lesquels des processus biologiques et abiotiques sont intimement liés.

Les forêts et les arbres protègent les sols contre le glissement et l'érosion. Ils préservent les nappes phréatiques en filtrant les eaux. Sur le plan planétaire, la couverture forestière contribue à la stabilité de l'environnement, car elle joue à la fois le rôle de source et d'absorbant de CO₂. Les forêts peuvent donc atténuer mais aussi contribuer aux changements climatiques.

Pour ces différentes raisons, depuis déjà plusieurs années, des ressources considérables ont été allouées, au développement forestier par la communauté internationale. Elle a pris l'engagement dans le cadre de la Convention des Nations Unies sur la Diversité Biologique (CDB) de préserver cette biodiversité. C'est pourquoi, la quatrième conférence du CDB en 1998 a approuvé le programme pour la protection des forêts afin d'arrêter l'altération dramatique des diversités biologiques ainsi que leur rapide disparition.

Dans le monde entier, les gouvernements intensifient les efforts pour la conservation de la biodiversité et pour l'extension des zones forestières.

Malgré ces initiatives, la superficie forestière continue de diminuer, dans la plupart des pays, notamment à Madagascar, à cause d'une déforestation incontrôlée.

Cette déforestation, notamment par le défrichement et les feux de brousse, produit comme effet immédiat la disparition d'un grand nombre d'espèces dans les zones qui hébergent une très abondante diversité biologique et a également, à termes, des effets sur le climat global. Autrement dit, la spoliation des forêts détruit à la fois leur richesse en diversité spécifique et l'écosystème dans son ensemble, tout en provoquant des conséquences néfastes pour le climat régional et global.



Feux de brousse à Madagascar

Il est connu qu'à Madagascar, la déforestation est souvent accompagnée de tentatives d'y établir des cultures ou des plantations (cultures sur brûlis ou TAVY). Les paysans savent qu'après deux ou trois années de récoltes fructueuses, les terrains de culture ainsi obtenus deviennent infertiles. En effet, l'obtention de l'équilibre des forêts tropicales est extrêmement complexe. Elle est assurée par l'existence d'un écosystème, qui repose sur la complémentarité d'un grand nombre d'espèces. Ce qui garantit sa stabilité fragile sous des conditions pédologiques pauvres. Une fois perturbée, la perte en biodiversité est irréversible. C'est pourquoi, le terrain de culture obtenu n'est plus fertile après deux ou trois années d'exploitation et la régénérescence de la forêt est quasi impossible.

La première communication nationale a évoqué cette situation alarmante du secteur forestier à Madagascar. Elle a pris l'exemple de Tampoketsa et d'Ambovombe Androy. Depuis des siècles, les phénomènes d'érosion pluviale et éolienne ont conduit à la dégradation de la forêt.

Les activités de la population riveraine constituent une pression sur les ressources naturelles et ne font qu'accroître cette décadence.

En y ajoutant les effets du changement climatique, d'ici 2100, dans l'hypothèse d'une simple augmentation de température de l'ordre de 2,5 °C, on assisterait à un ensablement total des vallées de Tampoketsa, des villages, des pâturages et du Bush xérophytique du Sud, dans la contrée d'Ambovombe Androy.

2.4.2.- ANALYSE DES TECHNOLOGIES ET SAVOIR-FAIRE ECOLOGIQUEMENT RATIONNELS ET L'OPPORTUNITE DE LEURS APPLICATIONS Y COMPRIS LES TECHNOLOGIES ENDOGENES EXISTANTES.

Plusieurs techniques et stratégies sont actuellement mises en œuvre pour parvenir à l'atténuation des changements climatiques par la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans le secteur des forêts. Ces différentes technologies peuvent être rassemblées en trois catégories :

1 - Entretien des réservoirs de carbone existants dans un but de conservation, par la mise en œuvre des politiques et/ou des programmes nationaux et/ou internationaux des forêts (PNF). Il s'agit entre autres de maîtriser la déforestation, de protéger les forêts situées dans des réserves, de régulariser et normaliser les régimes d'exploitation et enfin de maîtriser les perturbations d'origine anthropique (incendies, invasion de parasites, etc.).

En Inde, cela a permis de maintenir à 64 Mhectares l'espace forestier depuis 1980. A Madagascar, cette opération est sous la tutelle de l'ANGAP.

2 - Création de forêts. Il s'agit d'augmenter la taille des bassins de carbone pour faciliter le piégeage, c'est-à-dire la fixation et le stockage du carbone par des reboisements ou boisements appropriés. On parle de reboisement lorsque la zone a été déboisée depuis moins de 50 ans. Dans le cas contraire où la zone a été démunie de couvert forestier depuis plus de 50 ans, on procède au boisement. Le reboisement et le boisement permettent de conforter les biotopes forestiers par l'augmentation de la superficie et de la teneur du sol en carbone dans les forêts naturelles et les plantations. Cette augmentation concerne également le stockage dans des produits du bois durables. Ces techniques sont actuellement maîtrisées. Dans les pays développés, comme le CANADA par exemple, le reboisement a atteint un rythme de croisière de 0,72 Mhectares par an durant les années 80. A Madagascar, un programme d'envergure de ce genre n'a pas encore eu lieu.

En 1992, le constructeur automobile japonais Toyota a lancé un programme dit : «La forêt de Toyota». Son objectif est d'utiliser les biotechnologies pour transformer les arbres en agents de dépollution. Cette technique consiste à faire pousser vite et à faire résister les arbres aux environnements difficiles, aux maladies et aux parasites. En augmentant le nombre de chromosomes de certains arbres, leur capacité d'absorption de gaz toxiques a été accrue de 30%.

3 - Gestion durable des forêts (GDF) et agroforesterie, par une exploitation rationnelle de leurs produits biologiques, en utilisant la technique de substitution. Un arbre abattu est remplacé systématiquement par plusieurs autres nouvelles plantes. Les combustibles fossiles sont substitués par de la biomasse. Le bois est utilisé à la place des matériaux de construction dont la fabrication

nécessite des quantités énormes d'énergie (le ciment, etc.). Cette technique permet d'entretenir le bassin forestier. Il ne faut pas en effet oublier que le piégeage suit la dynamique de la croissance biologique de la forêt. Il débute doucement, atteint un maximal puis diminue indéfiniment s'il n'y a pas substitution.

L'utilisation de la bioénergie pour l'électrification rurale, constitue un savoir faire écologiquement rationnel pour Madagascar. En effet, plus de 70% de la population malgache vit en milieu rural où l'électrification est encore très faible. L'état malgache, par l'intermédiaire de l'ADER (Agence de Développement de l'Electrification Rural), possède un vaste programme d'électrification rurale à Madagascar. Le privé prend une place prépondérante dans ce programme. Comme dans tout pays en développement, le milieu rural malgache est caractérisé par son caractère dispersé qu'il est difficile de raccorder à un réseau.

Des centres de recherche comme le CNRIT et l'IME et des ONG, sont en train d'expérimenter des techniques pour utiliser la biomasse ligneuse dans des générateurs gazogènes.

Les systèmes bioénergétiques peuvent ainsi concourir au développement du monde rural car ils contribuent à la revalorisation des terres dégradées, à la promotion de la biodiversité par le biais de pratiques forestières adéquates et à la création d'emplois.

Notons que les études qui ont été effectuées au niveau mondial ont montré que les zones subtropicales et tropicales représentent un grand potentiel d'atténuation du carbone atmosphérique. Le coût de l'atténuation biologique dans ces zones (de 0,1 \$US/tC à environ 20 \$US/tC) sont nettement inférieurs à ceux des autres zones (de 20 \$US/tC à 100 \$US/tC).

Il est donc incontestable que le développement du secteur forestier à Madagascar, contribue de façon positive à la réduction des gaz à effet de serre et par conséquent atténuer les changements climatiques. Toutefois des barrières persistent pour aller dans ce sens.

2.4.3.- IDENTIFICATION ET ANALYSE DES BARRIERES LIEES AU TRANSFERT DE TECHNOLOGIES ET SAVOIR-FAIRE ECOLOGIQUEMENT RATIONNELS

Les barrières ayant un impact négatif sur le développement du secteur forestier sont en général locales. Les plus importantes sont :

- ♦ Le manque de moyens financiers, humains et matériels.
- ♦ Beaucoup de projets d'agroforesterie, montés par des ONG ou des individus n'arrivent pas à voir le jour faute de financement. L'application de la loi en matière de gestion durable des forêts laisse à désirer car l'Etat n'a pas assez de moyens financier et humain pour la faire respecter. Ainsi l'abattage des arbres, y compris les bois précieux, ne fait pas toujours l'objet de remplacement comme il se doit. Les abattages illicites continuent d'exister, faute de contrôle et de surveillance.
- ♦ L'absence de financement et de mesures d'incitation à la recherche sur le reboisement adéquat défavorisent ainsi la recherche et développement dans le secteur.
- ♦ La carte, sur les espèces adaptées pour chaque région, n'a pas encore vu le jour. En outre, la maîtrise des informations et les conditions climatiques ne sont pas encore fiables.
- ♦ L'existence des investissements et/ou des subventions pour les activités incitant indirectement au déboisement. A titre d'exemple, des permis de construction sont octroyés pour des bâtiments individuels, administratifs ou commerciaux dans les

grandes villes au profit des espaces verts. Ce qui se passe dans les quartiers administratifs d'Anosy et Ampefiloha de la Capitale illustre bien ce phénomène.

- ♦ L'insuffisance d'éducation, d'informations et de communication sur les technologies forestières. Les élèves des classes primaires et secondaires sont conscientisés sur la nécessité, l'utilité et les bienfaits du développement du secteur forestier, mais les détails techniques de sa mise en œuvre ne sont pas enseignés.
- ♦ L'absence de transparence sur l'état de l'utilisation des ressources forestières. Les informations correspondantes ne sont pas à la portée du public, qui semble pourtant être intéressé par le développement du secteur.
- ♦ Le laxisme en matière de reboisement. En effet cette activité, depuis la deuxième république, reste une activité de détente ponctuelle et saisonnière des fonctionnaires d'un ministère. Le reboisement ou le boisement est plutôt une instrumentation politique qu'une stratégie de lutte contre la pauvreté, la dégradation du sol et le changement climatique.
- ♦ L'existence de problèmes fonciers qui ne sécurise pas les individus où les entreprises qui veulent s'investir dans l'agroforesterie.

2.4.4.- PROPOSITIONS DE MESURES POUVANT AIDER A SURMONTER LES BARRIERES ET AMELIORER LES TECHNOLOGIES ENDOGENES.

Le présent paragraphe donne les diverses pratiques et mesures forestières applicables à l'échelle nationale et internationale susceptibles d'être mis en œuvre avec succès pour surmonter les barrières que nous avons citées plus haut. Ces mesures visent à réduire de façon notable les émissions globales de carbone, mais en même temps elles fourniront des avantages socio-économiques à l'échelon local et/ou national :

- Renforcement des *Programmes Forestiers Nationaux (PFN)* :

L'effort de la Communauté Internationale doit aider les pays en voie de développement à élaborer des Programmes Forestiers Nationaux efficaces. Les assistances financière et technique doivent être augmentées pour les pays qui possèdent des programmes de gestion durable des forêts qui s'appuient sur les meilleures connaissances scientifiques disponibles.

- Créer un centre de transfert de technologie, dont le rôle est de contribuer au développement de la recherche, de l'information, de la création de compétences et des transferts de technologies du secteur

- Etablissement et financement des programmes de recherche développement dans le domaine de l'agroforesterie et dans les aires protégées :

Il s'agit d'accorder une place prépondérante à la recherche afin de renforcer l'efficacité de la gestion des aires protégées et afin d'accroître les connaissances scientifiques liées aux forêts, pour une meilleure préservation des ressources génétiques et de la biodiversité. Il faut adopter une nouvelle approche et établir des partenariats et des réseaux de recherches multidisciplinaires intégrant les sciences économiques et sociales, naturelles et humaines ainsi que le savoir ancestral. Cette mesure va inciter le monde scientifique malgache à l'accroissement des résultats de recherche afin de promouvoir une innovation technologique écologiquement rationnelle au sein du secteur forestier. Il s'agit particulièrement de mieux appréhender l'incidence des perturbations d'origine anthropique et naturelle sur les écosystèmes forestiers, puis de mettre au point des outils et des techniques d'aménagement forestier.

Les recherches menées dans les différents centres de recherche comme le département forêt de l'École Supérieure des Sciences Agronomiques de l'Université d'Antananarivo, le CNRE, le FOFIFA, etc. revêtissent dans ce sens une grande importance et nécessitent d'être valorisée.

- Accorder un mécanisme de financement novateur à l'agroforesterie et à la recherche y afférente. Un projet d'agroforesterie, c'est-à-dire le développement d'une forêt de production, nécessite toujours une longue durée et un investissement énorme. Les acteurs doivent donc être accompagnés techniquement et financièrement dans leurs démarches.
- Encourager le Secteur privé, par des allègements fiscaux ou des subventions, à investir dans ce domaine. Il faut parvenir à l'encourager à adopter des codes de conduite visant à rendre effective la gestion durable des forêts. L'opérateur privé qui opte pour cette voie peut par exemple bénéficier d'un financement bancaire à des taux d'intérêt inférieurs à ceux du marché
- Renforcer le partenariat entre les centres de recherche et le secteur privé afin de communiquer et appliquer de façon rapide et efficace les résultats de la recherche forestière.
- Augmenter les budgets gouvernementaux affectés à la protection de la forêt et à la création de forêts. Le recrutement et la formation de nouveaux gardes forestiers doivent être inclus dans ces budgets
- Favoriser une coopération permanente pour faciliter l'échange des informations internationales sur la nature et sur l'étendue du commerce international de bois illicitement abattu. Cela va permettre de contrôler et de réglementer le commerce de bois exotiques des entreprises nationales et internationales puis de faire le suivi par des programmes de gestion forestière durable et de conservation d'espèces.
- Identifier et mettre en œuvre des mesures efficaces de lutte contre la corruption lors des transactions commerciales nationales et/ou internationales du bois.
- Continuer à promouvoir le développement intégré, pratiqué actuellement dans les parcs nationaux en associant le développement du secteur forestier aux intérêts des populations et du développement économique du pays.
- Cibler les zones de création de forêts de conservation dans des terrains qui ne sont pas susceptibles de faire l'objet d'autres usages à long terme. En effet, les principales causes de la déforestation à Madagascar sont le défrichement à des fins d'agriculture, l'extraction des minéraux, l'aménagement de réservoirs hydroélectriques ainsi que la production de bois de feu et du charbon de bois.
- Reboiser ou boiser avec plusieurs variétés d'espèces diversifiées. Cela diminue le risque d'une aggravation d'atteintes avec des maladies et des parasites. Cela sert également à restreindre les dégâts cycloniques.
- Reconsidérer la politique de reboisement et de boisement à Madagascar. Il faut que cette activité devienne une activité professionnelle. Un programme de grande envergure de reboisement et de boisement doit être mis en place.
- Assurer que le régime foncier soit dépourvu d'ambiguïté et qu'il ne donne pas lieu à aucun démêlé juridique. Sans ce garanti, aucun opérateur économique ne s'aventurera à s'investir dans l'agroforesterie.
- Créer un environnement économique qui permet de garantir une demande soutenue de produits forestiers.

En résumé, étant situé dans une région tropicale, Madagascar possède le nécessaire pour la mise en œuvre d'un vaste programme de ralentissement de la déforestation, de la régénération, de la création de forêts de conservation et de l'agroforesterie. Ces principales mesures d'atténuation concernent la conservation et la fixation du carbone. Mais elles constituent également un moyen fort de développement économique. Pour assurer le succès durable de ces programmes, il faut

montrer aux habitants des zones forestières et aux agriculteurs les intérêts qu'ils peuvent en tirer.

Le secteur privé doit être encouragé à s'investir dans l'agroforesterie, car diverses activités industrielles nécessitent la plantation d'arbres. Citons à titre d'exemple la production de papier, l'industrie du bâtiment et du mobilier.

2.5.-SECTEUR INDUSTRIE

2.5.1.- ETAT DES LIEUX

Origines industrielles des gaz à effet de serre (GES)

L'industrialisation à Madagascar est encore dans un état embryonnaire mais déjà certaines composantes et certains projets industriels présentent des impacts environnementaux négatifs. Citons à titre d'exemples la raffinerie de pétrole, les usines sidérurgiques (fer et acier), les projets industriels de petite et moyenne taille comme les industries de produits chimiques agricoles, textiles ou alimentaires, etc. En général, ce sont surtout les déchets industriels non traités, contenant des métaux lourds, des acides minéraux, des pesticides, de l'ammoniac ou d'autres substances directement toxiques, qui sont à l'origine de ces impacts sur les eaux souterraines et de surface.

En outre, les principaux polluants de l'air sont les GES et les substances toxiques dégagés par les cheminées. Les eaux de surfaces, les nappes phréatiques et la mer contaminées empoisonnent incontestablement la flore et la faune aquatique.



Smog des industries

Notons que dans le domaine de l'industrie, les conséquences néfastes sur l'environnement ne sont pas localisées et les pollutions engendrées peuvent nuire les écosystèmes des alentours.

L'extension des villes, l'exploitation des ressources naturelles, l'extraction minière, le développement du secteur industriel et bien d'autres aspects de la modernisation ont métamorphosé et réduit les espaces naturels. Ce qui met en danger l'habitat de la biodiversité. Ainsi, toute action qui veut protéger, contrôler et restaurer durablement cette biodiversité, doit viser en même temps le bien-être des populations qui vivent et travaillent dans les espaces concernées.

Les gaz à effet de serre émis par l'industrialisation résultent notamment de sa consommation énergétique et des procédés qu'elle utilise.

Ce sont essentiellement :

- ♦ le gaz carbonique (CO₂) dégagé lors de la fabrication de différents matériaux comme le ciment et la chaux (procédé de calcination), l'acier (fabrication de coke et de fonte d'affinage), l'aluminium (oxydation des électrodes), l'hydrogène (raffinage et industrie chimique) et l'ammoniac (engrais et produits chimiques) ;

- ♦ les chlorofluorocarbones (CFC), les hydrofluorocarbones (HFC) et les hydrochlorofluorocarbones (HCFC) produits comme solvants, gaz propulseurs d'aérosol, frigorigènes et agents de gonflement pour la mousse ;
- ♦ le méthane (CH₄) dégagé lors de divers processus de production industrielle (fer et acier, raffinage du pétrole, ammoniac et hydrogène) ;
- ♦ le protoxyde d'azote (N₂O) dégagé lors de la fabrication de différents produits chimiques comme l'acide nitrique et l'acide adipique (fabrication du nylon); les hydrocarbures perfluorés, tels que le tétrafluorométhane (CF₄) et l'hexafluoroéthane (C₂F₆), issus de la fabrication de l'aluminium (électrolyse) et servant à la fabrication des semi-conducteurs; et l'hexafluorure de soufre (SF₆) issu de la fabrication du magnésium.

2.5.2.- ANALYSE DES TECHNOLOGIES ET SAVOIR-FAIRE ECOLOGIQUEMENT RATIONNELS ET L'OPPORTUNITE DE LEURS APPLICATIONS Y COMPRIS LES TECHNOLOGIES ENDOGENES EXISTANTES

Lorsqu'on parle de transfert de technologie dans l'industrie, on pense au contrat de vente entre le propriétaire et un acquéreur, des droits d'utilisation d'un produit. Il peut également s'agir d'une technique, d'un procédé, ainsi que le savoir-faire nécessaire à la production industrielle du produit que le propriétaire transmet à l'acquéreur. Dans le cadre de notre travail, le transfert des technologies ne se limite pas à cet aspect. Il consiste surtout à promouvoir et à transporter des technologies et des applications scientifiques pour consolider l'aptitude et la capacité du pays afin de résoudre les problèmes de protection de l'environnement ainsi que son adaptation aux changements climatiques.

Le gouvernement doit, en conséquence, élaborer un programme de transfert, d'innovation et de développement technologiques d'atténuation des changements climatiques, c'est-à-dire de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) et de contribution à d'autres avantages environnementaux, conduisant au développement durable.

L'élaboration de document sur les cartes routières technologiques, sur la capture et le stockage du dioxyde de carbone doivent faire l'objet de ce programme.

L'appel à des technologies à faible émission de carbone permettra à Madagascar, non seulement de réduire les émissions de GES, mais aussi d'engendrer d'autres bienfaits économiques. Les procédés qui utilisent de moins en moins les combustibles fossiles seront préférés et les économies d'énergie qui en résultent ne procureront que des avantages pour les industries énergétivores.

Cela contribuera à une modernisation plus poussée du matériel et à une amélioration des taux de production, tout en aidant Madagascar à honorer les engagements du protocole de Kyoto.

Les recherches sur les technologies et le savoir faire écologiquement rationnel évitant les changements climatiques doivent être effectuées et soutenues dans les universités et les centres de recherche.

Technologies existantes

Le monde industriel a déjà développé des technologies qui visent à réduire les émissions de GES. Nous citons à titre d'exemples :

- ♦ Les nouveaux procédés : réduction par l'hydrogène des oxydes métalliques dans les minerais, fabrication d'hydrogène et d'ammoniac sans émission de carbone, électrodes non réactives adaptées à la fabrication de l'aluminium, fabrication de l'aluminium sans fluor.
- ♦ L'amélioration du rendement énergétique : amélioration de l'efficacité des ampoules, des moteurs et des pompes, récupération améliorée de la chaleur, utilisation de l'énergie thermique en cascade comme la récupération de la chaleur résiduelle de faible température à des fins appropriées.
- ♦ Le remplacement des combustibles : passage au gaz naturel, passage à la biomasse, passage aux sources d'énergie renouvelables comme l'éolienne et les panneaux solaires.
- ♦ La cogénération : chaleur et électricité combinées dans les nouvelles installations industrielles et la modernisation des anciennes installations, turbine à gaz et turbine à vapeur combinées dans les industries des pâtes et papiers, piles à combustible.
- ♦ Le perfectionnement des procédés : réduction d'émission de N_2O dans la fabrication du nylon, réduction de CF_4 dans la fabrication de l'aluminium, élimination des HCFC.
- ♦ Le remplacement des matériaux : remplacement des métaux par les matières plastiques, remplacement du ciment par le bois ou les matières plastiques. Il est à noter également que plus les matériaux sont légers moins leur transport libère du CO_2 . Il y a aussi l'utilisation de produits chimiques tirés de végétaux.
- ♦ Le recyclage et la réutilisation des matériaux : utilisation à la conception des matériaux recyclés même de moins bonne qualité. Ceci permet d'économiser l'énergie et de réduire en outre les émissions de GES dans l'atmosphère.
- ♦ Utilisation du simulateur multi dynamomètre (Multi DST) : c'est une technologie innovatrice de dynamomètre de châssis dans le cadre de la vérification des gaz d'échappement des véhicules.
- ♦ Utilisation des micro-ondes : pour économiser l'énergie et réduire les solvants toxiques. En effet, on peut réduire considérablement les besoins énergétiques grâce au procédé assisté par micro-ondes. Notamment utilisé pour l'extraction de produits chimiques, ce système permet de réduire l'émission de gaz à effet de serre dans l'atmosphère.
- ♦ Ajout de sous-produits de déchets au ciment : permettant de réduire les émissions de dioxyde de carbone. La production de ciment est un procédé qui produit des quantités appréciables de dioxyde de carbone. Pour l'industrie du ciment, cette technique offre des avantages sur le plan tant environnemental qu'économique. Les sous-produits de déchets industriels utilisés en additifs sont surtout des cendres volantes et des scories de fourneau. Le procédé de fabrication de ciment devient alors moins cher et le dépôt des déchets industriels dans les milieux d'enfouissement diminue.
- ♦ Purification et réutilisation des réfrigérants hydrocarbonés.

En ce qui concerne *les technologies endogènes*, le tissu industriel est encore très faible. Les procédés sont pour la plupart, semi industriels. Pourtant le souci de la protection de l'environnement semble être présent, surtout dans les fabrications semi artisanales. Nous les présentons ici dans un tableau suivant leurs impacts sur l'environnement :

Technologies endogènes	
Avec des impacts négatifs sur l'environnement	Sans risque d'émission de gaz à effet de serre
<ul style="list-style-type: none"> - Fabrication d'articles en aluminium « vilany Ambatolampy » - Extraction d'huiles essentielles utilisant le bois de feu dans les chaudières - Fabrication mécanique - Tannage (Anjeva) - Machines et outils agricoles - Fonderie - Sucrierie - Ferronnerie - Menuiserie bois - Marqueterie, sculpture - Briqueterie - Distillerie - Huilerie - Fabrication de peinture - Cimenterie - Raffinerie de pétrole - Usines textiles - Industries alimentaire - Fabrication de savon traditionnel « savony gasy » - Fabrication de poterie céramique ... 	<ul style="list-style-type: none"> - Fabrication de pâte de sucre traditionnel « Siramamy gasy » - Presses à huile traditionnelles manuelles - Séchage de fruit artisanal utilisant l'énergie solaire - Séchage de divers produits alimentaires utilisant l'énergie solaire - Récupération de caoutchouc - Fabrication de foyers améliorés « Fatana mitsitsy - Elevage de soie - Tissage de tapis mohair - Vannerie - Production de foie gras - Fabrication de papiers Antemoro - Fabrication de four solaire - ...

2.5.3.- IDENTIFICATION ET ANALYSE DES BARRIERES LIEES AU TRANSFERT DE TECHNOLOGIES ET SAVOIR-FAIRE ECOLOGIQUEMENT RATIONNELS

Plusieurs raisons peuvent être à l'origine des barrières liées au transfert de technologies dans le secteur industriel à Madagascar:

- ♦ Le manque de moyens financiers qui entraîne le faible engagement de l'Etat en matière de transfert de technologies. Le fait que Madagascar est un pays pauvre ne lui permet pas d'honorer ses ambitions dans le choix des technologies et savoir faire écologiquement rationnel. Nous pouvons citer l'exemple de la production d'électricité. Madagascar ne peut se passer des centrales thermiques, malgré l'existence d'autres solutions alternatives comme les centrales hydroélectriques.
- ♦ L'inexistence de programme de recherche-développement en matière de technologies et savoir-faire écologiquement rationnels. Les technologies endogènes ne font pas l'objet de recherche en vue de leur amélioration
- ♦ L'insuffisance de compétences. Les formations en ressources humaines qualifiées sont insuffisantes.
- ♦ L'insuffisance de savoir-faire transféré concernant les procédés et fabrications industriels. Ce qui justifie la faiblesse du tissu industriel à Madagascar.

- ♦ L'instabilité politique et macro-économique. Les événements politiques qui surviennent cycliquement tous les dix ans à Madagascar ne permettent pas au tissu industriel de se développer. Les opérateurs économiques craignent la sécurité de leurs investissements. De ce fait, le gouvernement en place hésite, par souci de clientélisme politique, à appliquer les lois en vigueur.
- ♦ Le manque d'information et de communication sur les avantages économiques apportés par la protection de l'environnement pour l'industriel. En conséquence, il persiste une crainte sur la rentabilité effective de la transaction lorsqu'on prend en compte la dimension environnementale.

2.5.4.- PROPOSITIONS DE MESURES POUVANT AIDER A SURMONTER LES BARRIERES ET AMELIORER LES TECHNOLOGIES ENDOGENES

Diverses mesures pourraient permettre de stimuler l'amélioration du rendement énergétique et la réduction des émissions de gaz liées aux procédés industriels. L'emploi de procédés de moindre intensité énergétique ou utilisant moins de combustibles fossiles est fortement préconisé. En outre, une stratégie pour la protection de la diversité biologique doit à la fois responsabiliser les pays riches et tenir en compte la situation précaire des pays pauvres. Des mesures de réhabilitation et de conservation de la biodiversité doivent être prises en compte et les ressources naturelles devront être équitablement utilisées de manière durable.

Par ailleurs, pour contrôler et protéger l'environnement contre les effets négatifs des programmes et des projets industriels, un certain nombre de mesures d'atténuation et d'options de gestion peuvent être considérées et mises en oeuvre. Ces mesures doivent être combinées à un plan d'action. A cet effet, il serait nécessaire de :

- 1) Trouver le financement nécessaire pour promouvoir et développer l'industrialisation à Madagascar. La mise en oeuvre des projets qui respectent l'environnement doit être facilitée. Des incitations fiscales et des facilitations des crédits bancaires seront octroyées.
- 2) Créer un centre de transfert de technologies qui permettra de coordonner les actions entreprises à Madagascar dans ce domaine. Ce centre se chargera de l'information et de la communication sur le savoir-faire écologiquement rationnel.
- 3) Instaurer un programme de recherche-développement en matière de technologie
- 4) Renforcer les formations professionnalisantes dans l'enseignement public et privé. La mise en place du système dans les universités doit être effective.
- 5) Normaliser l'implantation industrielle à Madagascar en accord avec la loi MECIE. Les conditions suivantes seront exigées :
 - Imposer des installations de traitement des eaux d'égout, des eaux usées et des déchets solides des industries et les réutiliser, pour différentes activités agricoles ou industrielles,
 - Imposer une alimentation adéquate en eau,
 - Traiter les déchets qui sont déversés dans les cours d'eau en y implantant des usines à décharges liquides. C'est le cas du fleuve d'Ikopa à Antananarivo.
 - Choisir les lieux d'implantation des industries qui dégagent des émissions toxiques gazeuses. L'endroit idéal serait des altitudes élevées dans une zone où les vents prédominants sont dirigés vers des régions faiblement habitées,
 - Choisir un emplacement pratique d'une zone industrielle pour que le transport des déchets solides soit facilité. Sa superficie devrait en plus être suffisante afin de mettre en place une zone de remblayage ou un dépotoir.

- Utiliser des technologies qui permettent de réduire les produits chimiques toxiques comme le chrome, le cuivre, le nickel et le zinc (exemple : par précipitation chimique et filtrage),
- Utiliser des technologies qui permettent de réduire la demande en oxygène chimique grâce à des méthodes appropriées de traitement chimique, physique et/ou biologique,
- Etablir une carte des sources d'émission en fonction de leur emplacement géographique afin de gérer la dispersion des produits polluants dans l'air,
- Utiliser des technologies qui ont recours à des systèmes d'épuration et de récurage chimique (catalytique) pour contrôler les émissions de gaz qui sont à l'origine des pluies acides et de l'effet de serre,
- Utiliser des technologies qui permettent de réduire les décharges de fumées par l'emplacement de systèmes de recueil des fumées et de hottes d'aspiration au point d'émission.

6) Instaurer un système politique stable en adoptant une structure de l'Etat qui favorise cette stabilité.

2.6.- SECTEUR RESSOURCES EN EAU

2.6.1.- ETAT DES LIEUX DU SECTEUR.

Les ressources en eau comprennent : l'eau salée : mer et océan ; les eaux saumâtres: lagunes, estuaires et mangroves ; l'eau douce continentale : milieux d'eau courante (sources, ruisseaux, fleuves et rivières) et milieux d'eau dormante (lacs naturels et réservoirs d'eau artificiels, mares, étangs, marais et marécages) ; les eaux souterraines et nappes phréatiques ; les sources et eaux thermales ; la vapeur d'eau atmosphérique et nuages ; les précipitations : pluie, brouillard, brume, rosée, neige ; l'eau condensée en glace : glaciers des hautes montagnes ; iceberg et banquise dans les zones polaires.

Le potentiel et la répartition des ressources en eau de Madagascar sont très hétérogènes. Il existe ainsi des régions qui ne semblent pas exploiter suffisamment les ressources disponibles, alors que d'autres régions n'en disposent pas assez. L'état des lieux des ressources en eau permet de mettre en évidence cette hétérogénéité. Il concerne aussi bien l'aspect quantitatif que l'aspect qualitatif du secteur.

Climat et Ressources en Eau

Les précipitations

Le secteur des ressources en eau, très dépendant des variations temporelles et spatiales du climat présente des traits caractéristiques identiques à ceux de l'agriculture. En vue de diminuer l'impact de la diminution continue de la ressource, il est envisagé la mise en œuvre de techniques pour réduire les pertes diverses des lacs et retenues d'eau et augmenter les capacités de stockage

La disponibilité de l'eau douce est surtout liée aux conditions climatiques. La source primaire d'eau douce provient des précipitations. Madagascar reçoit en moyenne 1513 mm de précipitations par an. Cependant, il existe de *fortes disparités* entre les régions en matière de pluviométrie. Certaines régions jouissent d'une abondance en eau tandis que d'autres endroits de l'île souffrent de pénuries d'eau. De la baie d'Antongil au Nord-est à l'extrême Sud-ouest, la pluviométrie varie de 3800 mm à 380 mm ; entre le littoral et les premiers reliefs de la bordure orientale, elle présente une certaine

homogénéité allant de 2500 mm à 3500 mm ; sur la côte Ouest : du Nord (Analalava) au Sud (Faux-Cap), elle décroît progressivement de 1760 mm à 380mm d'Est en Ouest, on observe aussi généralement dès les hauts-plateaux une diminution des précipitations moyennes annuelles ; au Nord sur le massif du Tsaratanàna, au Nord-ouest axe Mahajanga-Maevatanàna et, sur les massifs centraux Ankaratra et Andringitra, les précipitations observées sont abondantes et sont respectivement de 2500 mm ; entre 1500 mm et 2000 mm et, 2500 mm ; au Sud, de Fort-Dauphin à Ambovombe, le contraste est le plus accentué car sur quelques dizaines de kilomètres, les moyennes annuelles passent de 1500 mm à moins de 500 mm.

En ce qui concerne la période de la saison sèche et le nombre de mois secs, une forte disparité est également constatée. La saison sèche se situe entre avril et novembre et le nombre de mois secs varie de 0 à 6 sur les hauts plateaux et de 5 à 9 au Sud et à l'Ouest. Sur la côte, elle s'étale tout au long de l'année, avec un minimum entre août et novembre, la température moyenne varie de 27°C au Nord à 23°C au Sud et peut être inférieure sur les hauts-plateaux.

Concernant le climat et la pluviométrie, le tableau suivant présente les quatre zones climatiques observées :

Type climat	Zones/régions	Pluviométrie (mm/an)	Mois secs/an	Température minimale
tropical humide	Province de Toamasina et une partie de la Province d'Antsiranana dans l'Est	> 1 500	1 ou 2	15°C
tropical d'altitude de 900 à 2 000 m	Provinces d'Antananarivo et de Fianarantsoa dans la région de Tsaratanana dans les hautes terres	> 1 500	4 ou 5	10°C et 15°C
tropical sec	Province de Mahajanga et la partie Nord de la Province de Toliary dans la région côtière Ouest	< 800	8	20°C
semi-aride	partie Sud de la province de Toliary	< 400	8	20°C

Indépendamment de la répartition de la population, les ressources en eau versus climats sont estimées à 337 km³/an pour les ressources en eau renouvelables internes comme le montre le tableau ci-après :

Estimation précipitation 1961-1990 (km ³ /an)	Total ressources en eau renouvelables internes (km ³ /an) (1=2+3-4)	Eaux souterraines internes produites (km ³ /an) (2)	Eaux de surface internes produites (km ³ /an) (3)	Partie commune: eaux de surface et souterraines (km ³ /an) (4)	Ressources en eau : total renouvelables (naturelles) (km ³ /an) (a)	Ressources en eau : total renouvelables (actuelles) (km ³ /an) (a)	Dépendance ratio (%)	Ressources en eau: total renouvelables (actuelles) (m ³ /capita/an) (année 2000)	Ressources en eau exploitable km ³ /an
888.2	337.0	55.0	332.0	50.0	337.0	337.0	0.0	21 102	888.2

(a) Ensemble des données possibles pour les ressources en eau renouvelables internes seulement et non pas le total des ressources en eau renouvelables internes,

Source: FAO/AQUASTAT. 1995. *Water resources of African countries: a review*. Revised by Jean Margat in 2001, Revision by AQUASTAT and Jean Margat in 2005

Pour les ressources en eau versus population, l'augmentation de la population fera diminuer considérablement la quantité d'eau disponible par personne car pour une période de plus de 25 ans seulement (1998 à 2025), la diminution des ressources en eau internes renouvelables est estimée à 59% comme le montre ce tableau :

Estimation de l'augmentation de la population entre 1998 et 2025 (%)	Ressources en eau internes renouvelables (m ³ /capita/an) 1998	Ressources en eau internes renouvelables (m ³ /capita/an) 2025	Diminution de ressources en eau internes renouvelables entre 1998 et 2025 (%)
44	23 820	9 775	59

(Source : World Resources Institute et. al. 1999. World Resources Database CD-rom 1998-99. A Guide to the Global Environment. Environmental Change and Human Health
World Bank. 1999. World Development indicators 1999. Banque de données sur CD-ROM.
Programme AQUASTAT -FAO. Rap. Sur l'Eau 7 : L'irrigation en Afrique en chiffres. Extrait du site Internet)

Topographie et ressources en eau

Les ressources en eau d'un pays varient non seulement selon des facteurs climatiques mais aussi des facteurs topographiques.

Les eaux de surface :

Le réseau hydrographique (fleuves, rivières)

Madagascar dispose de plus de 3.000 km environ de fleuves et rivières. Les principaux fleuves et rivières drainent près de 335 405 km² de bassins versants, soit 57% de la superficie totale du pays. Le réseau hydrographique est naturellement divisé en cinq ensembles d'importance très inégale :

- ♦ les Versants de la Montagne d'Ambre (11.200 km²) dont les principales rivières sont : Irodo, Saharenana, Besokatra.
- ♦ les Versants du Tsaratanàna (20.000 km²) ayant pour principale rivière la Mahavavy du Nord avec 4 affluents: Antsiatsia, Sambirano, Maevarano, Bemarivo.
- ♦ le Versant Est (150.000 km²) dont les principales rivières sont : Maningory, Ivondro Rianila, Mangoro, Mananjary, Namorana, Faraony, Mananara.
- ♦ le Versant Ouest (365.000 km²) le plus étendu avec les principaux fleuves : Sofia dont les principaux affluents : Mangarahara, Anjobony, Bemarivo ; Betsiboka avec principal affluent l'Ikopa ; Mahajamba, Mahavavy du Sud, Manambolo, Tsiribihina avec Sakeny, Mahajilo-Kitsamby, Mangoky les principaux affluents ; Onilahy ayant Imaloto-Lalana comme principal affluent.
- ♦ les Versants Méridionaux (48.750 km²) avec principaux fleuves et rivières : Mandrare, Manambovo, Menarandra, Linta.

(Les superficies désignent celles des bassins versants)

(Source : Fleuves et Rivières de Madagascar)

Les autres milieux aquatiques et zones humides

Constitués principalement par les lacs qui couvrent environ 2000 km², ce sont :

- ♦ les plans d'eau naturels : les lacs et les lagunes
- ♦ les plans d'eau artificiels : les barrages
- ♦ les canaux littoraux et les mangroves.

Les récifs coralliens et les Mangroves

Les récifs coralliens et les mangroves sont des milieux naturels parmi tant d'autres qui constituent les écosystèmes marins et côtiers.

Situés surtout le long de la côte Ouest, les récifs s'étendent sur une longueur totale de plus de 1000 km dont la plupart sont des récifs barrières qui se trouvent à une certaine distance de la côte et forment des lagons de quelques kilomètres de largeur et d'une dizaine de kilomètres de longueur. Les récifs sont de très importants fournisseurs de produits alimentaires, une source de coquillages ornementaux et de chaux. Leur rôle de protection des côtes contre les grandes houles et l'érosion marine est encore plus important

La mangrove est la partie des marais maritimes couverte par un type de formation végétale amphibie composée d'essences particulières, halophiles (ou Palétuviers) au niveau des estuaires, des deltas, des lagunes, des baies, etc. La côte Ouest de configuration basse, plate, assez découpée, sujette à des fortes différences de marée, et présentant des eaux calmes, est favorable à l'extension de ces formations tandis que la côte Est presque rectiligne, avec peu d'estuaires importants, un faible retrait des eaux souvent agitées et formant une "barre" qui affouille les sables en permanence, offre peu de possibilités pour leur installation.

Madagascar compte de 300.000 à 400.000 ha de mangroves. Les nouvelles estimations tenant compte de l'ensemble des mangroves et tannes (surfaces nues ou herbeuses en arrière de la mangrove) comptent environ 425.000 ha pour l'ensemble des marais maritimes dispersés sur 6.597 km de littoraux, et dont 99% sont cantonnés à l'Ouest de l'île. Avec les marais à mangroves à l'embouchure de certains fleuves, les mangroves Estran (zone de balancement des marées) procurent des ressources importantes (forestières et halieutiques) pour les populations vivant sur ces côtes. Les mangroves sont les écosystèmes les plus productifs en biomasse de notre planète. Elles sont un habitat important pour les invertébrés. Les plus importants du point de vue économique sont le crabe *Scylla serrata* et deux espèces de crevettes: *Penaeus indicus* et *P. monodon* (pêche et ramassage encore artisanaux quoi que de nombreuses sociétés de pêche opérant depuis plusieurs années dans les zones du Nord-ouest ont tendance à devenir industrielles).

Les eaux souterraines

Une connaissance précise des ressources en eaux souterraines fait encore défaut pour Madagascar. Cependant, des différentes études et travaux ont permis d'obtenir certains résultats susceptibles d'éclairer sur la situation générale des ressources par zone géographique :

- bassin sédimentaire de l'extrême-Sud :

Pour le bassin sédimentaire de l'extrême-Sud, on peut distinguer l'existence de nappes profondes situées à 50 - 170 m, exploitables à des débits très faibles ($< 3 \text{ m}^3/\text{h}$) et de nappes superficielles contenues dans les sables, les sables blancs et les alluvions. Les nappes situées à des profondeurs inférieures à 20 m ont des débits très faibles (1 à $4 \text{ m}^3/\text{h}$).

- zone cristalline à faible pluviométrie du Sud :

La zone cristalline à faible pluviométrie du Sud s'agit de nappes de fissures qui offrent des perspectives pour l'alimentation en eau dans le Sud. Des forages ont été réalisés depuis 1980, mais les débits sont faibles pour les puits à une profondeur de 15 à 20 m, par contre ils sont plus élevés ($10 \text{ m}^3/\text{h}$) à une profondeur de 50 à 70 m.

- bassin sédimentaire de Toliara :

Le bassin sédimentaire de Toliara est constitué des nappes variées (calcaires, sables superficiels, sables de plage, etc.) qui sont déjà exploitées de manière plus ou moins satisfaisante pour l'alimentation en eau de plusieurs localités. Leurs débits vont jusqu'à 3000 m³/h notamment pour la nappe calcaire de l'éocène qui assure l'alimentation en eau de Toliara.

- bassin sédimentaire de Morondava :

Le bassin sédimentaire de Morondava dont les principales nappes sont actuellement bien connues et exploitées (Dabaraha, Isalo, Morondava) pour l'alimentation en eau et l'irrigation.

- bassin sédimentaire de Mahajanga :

Le bassin sédimentaire de Mahajanga assure l'alimentation en eau de Mahajanga, Ambato-Boeni et Antsohihy par l'exploitation des principales nappes (calcaires éocènes et grès).

- bassin sédimentaire de la cote Est :

Le bassin sédimentaire de la côte Est constitué d'une part de la nappe alluviale exploitée par des captages de sous-écoulement (Sambava, Antalaha), des puits et forages (Fénériver-Est) et, d'autre part de la nappe des sables de dunes et des plages exploitée par des puits (Mahanoro, Vatomandry, Mananjary, Vohémar).

- les Hauts-Plateaux du centre :

Dans la zone des Hauts-Plateaux du centre, on rencontre des nappes alluviales qui donnent des débits de l'ordre de 25 m³/h/m (Maevatanàna, Mampikony, Fenoarivo Be) tandis que la nappe des altérites a des débits très faibles (0,1 à 0,2 m³/h/m). La nappe de fissures est encore mal connue.

- bassin sédimentaire d'Antsiranana (Nord) :

Les nappes constitutives du bassin sédimentaire d'Antsiranana (Nord) connues sont des nappes des sables de plages (10 à 12 m³/h) et des nappes de formations volcaniques (25 m³/h).

Toujours est-il nécessaire de signaler l'importance des nappes d'altérite et des nappes du socle fissuré qui sont à l'origine des écoulements de surface à Madagascar. De ce fait, elles peuvent assurer l'alimentation en eau des villes et en milieu rural, mais aussi pour l'agriculture ou l'élevage.

- Sources minérales ou thermales

Madagascar est riche en eaux minérales ou thermales. Les nombreuses sources minérales ou thermales sont très profitables non seulement à l'écotourisme mais aussi et surtout à l'hygiène par la cure thermique. On peut citer notamment les sources minérales d'Iharandriana et d'Andranovelona, les stations de vichy à Antsirabe, les stations thermales à Antsirabe, Betafo, Ranomafana, Bezaha, Boeny, les geysers au Nord d'Analavory, etc.



Utilisation des Ressources en eau

- Eaux de surfaces et eaux souterraines

Etant un bien public relevant du domaine public (Loi N° 98 – 029 du 20 janvier 1999 portant Code de l'Eau) et une ressource naturelle fondamentale pour le développement humain, l'eau est un bien rare dont l'accès se restreint de plus en plus. La désertification menace le tiers des terres. L'état de développement économique d'un pays et la technologie disponible pour extraire ou traiter cette eau en fonction des différents besoins (eau potable, industrielle, irrigation) jouent un rôle non négligeable.

L'eau est un bien collectif et précieux. Omniprésente dans les milieux, l'eau intervient donc soit comme ressource pour l'alimentation en eau potable, soit comme vecteur de transfert d'éléments minéraux ou organiques mobilisés par les pratiques agricoles, soit comme milieu récepteur d'écoulements et rejets polluants, soit encore comme constituant principal des milieux aquatiques continentaux.

L'eau est utilisée de bien des façons auxquelles nous accordons des valeurs différentes. Le mode d'utilisation de l'eau peut être classé en deux grandes catégories. Les *utilisations sur place* pour le transport et les loisirs, etc. Le plus grand nombre et la plus grande diversité d'utilisations – et de loin – ont lieu sur terre. On parle alors *d'utilisations par prélèvement*. Quoiqu'il en soit, l'Eau est utilisée dans toutes les activités de l'homme :

- ♦ domestique, pour l'hygiène collective et individuelle,
- ♦ agricole ;
- ♦ industrielle ;
- ♦ thérapeutique (cure thermale) ;
- ♦ loisirs (baignade, ski nautique), etc.

Le prélèvement en eau renouvelable en 2000 est estimé à 14.970 km³ dont :

- ♦ 14.313 km³ pour l'agriculture (95.6 %) ;
- ♦ 0.423 km³ pour la consommation domestique (2.8 %) et,
- ♦ 0.234 km³ pour l'industrie (1.6 %)

Les 13 retenues les plus importantes ont une capacité totale d'environ 493 millions de m³, dont

- ♦ 108 millions sont destinés à l'irrigation, et
- ♦ 385 millions à l'hydro-électricité.

Par rapport aux autres secteurs, l'agriculture est la plus grande consommatrice d'eau. Par ailleurs, vu le coût élevé d'exploitation des eaux souterraines, l'irrigation utilise principalement l'eau de surface. Toutes les cultures de rente : rizières, champs de coton et de canne à sucre, plantations d'agrumes qui se substituent à la polyculture traditionnelle sont de grandes consommatrices d'eau. Au niveau mondial, 70% des prélèvements mondiaux sont imputables à l'agriculture, contre 20 % pour l'industrie et 10 % pour les collectivités urbaines. En 2030, selon les projections de la FAO, les prélèvements en eau pour l'irrigation auront augmenté de 14 % (FAO, Direction de la Division de la mise en valeur des terres et des eaux).

A Madagascar, le taux d'accès à l'eau est de 27% pour une population totale évaluée à près de 17 millions pourtant, l'île ne manque pas d'eau mais celle-ci est inégalement répartie. Les statistiques montrent que 3% des ruraux et 34% des urbains seulement y ont accès. Le faible taux d'accès à

l'eau rend impossible l'évacuation des matières fécales qui sont donc en majorité stockées sur place dans des fosses sèches.

- Les mangroves et leur biodiversité

A l'exclusion de l'exploitation tannifère du début de ce siècle, les mangroves demeurent encore peu exploitées. Néanmoins, la menace semble provenir aujourd'hui de l'exploitation du bois de palétuvier pour alimenter les centres urbains en bois de feu, en charbon de bois et en bois de construction (cas de Mahajanga et Toliara) à laquelle s'ajoute le démarrage récent de l'aquaculture de crevettes dans les mangroves encourageant pour l'économie (cas de la Mahajamba). Cette activité en démarrage constitue le principal danger par la destruction massive de la mangrove pour assurer l'aménagement des bassins d'élevage (deux fermes opérationnelles d'exploitation aquacole semi-intensive de crevettes en zones de mangrove).

Aspect qualitatif

Cette section est consacrée à la mise en évidence de la dégradation de la qualité des ressources en eau à Madagascar qui est fortement tributaire des activités humaines. Le premier objectif du Plan d'Actions National d'Adaptation aux Changements Climatiques (PANA) de Madagascar est d'adresser des mesures d'adaptation aux changements climatiques urgentes et prioritaires, relatives au cinq secteurs prioritaires : l'agriculture et l'élevage, les ressources en eau, la santé, la foresterie, les zones côtières et marines. Comparativement aux autres secteurs, le secteur ressources en eau n'est un émetteur important de gaz à effet de serre. Outre les différentes formes de pollution sur ces ressources, elles subissent plutôt les effets de GES émis par les autres secteurs.

Les GES d'origine anthropique

Durant ces dix dernières années, Madagascar a connu plusieurs bouleversements climatiques dont les plus importants sont les cyclones, les inondations et les sécheresses. Ces perturbations deviennent de plus en plus fréquentes et intenses et génèrent des impacts importants notamment en matière de pertes de vie humaine, d'agriculture et d'élevage rendant ainsi précaire la sécurité alimentaire, des ressources en eau, de santé publique et de régression de ses côtes.

Outre le méthane (CH₄), le secteur ressources en eau n'émet pas directement d'autres gaz à effet de serre. Cependant, les eaux usées domestiques et industrielles, les déchets chimiques, les produits phytosanitaires, les hydrocarbures, etc. découlant des activités de l'homme contribuent directement ou indirectement à la dégradation des ressources en eau

Émissions de méthane (CH₄)

Les émissions de méthane résultent de l'évacuation des eaux usées d'origine ménagère et industrielle. La décomposition anaérobie des matières organiques que contiennent les déchets solides et les eaux usées donne lieu à des émissions de méthane. Au niveau mondial, elles représentent encore 10 % de l'ensemble des émissions globales d'origine humaine. Les émissions proviennent en grande partie des eaux usées industrielles, et principalement celles produites par les industries alimentaires et l'industrie des pâtes et papiers. Le rejet des eaux usées d'origine ménagère et commerciale est moindre. Cette situation vient du fait de l'absence de gestion efficace des flux d'eaux usées ménagères et de déchets industriels ou leur maintien dans des conditions anaérobies faute de toute mesure de réduction des émissions de méthane.

- La vapeur d'eau : H₂O

Les principaux gaz à effet de serre (GES) d'origine anthropique [Dioxyde de carbone (CO₂); méthane (CH₄); oxyde nitreux (N₂O); hydrofluorocarbones (HFCs); hydrocarbures perfluorés (PFCs); hexafluorure de soufre (SF₆) : Protocole de Kyoto] des différents secteurs d'activités sont, selon leur **pouvoir de réchauffement global (PRG)** respectif (CO₂ combustible fossile : 59 %; CH₄ : 18 %; CO₂ déforestation : 10 %; Halocarbures : 8 %; N₂O: 5 %), responsables de l'émission de la vapeur d'eau (H₂O) par l'évaporation et l'évapotranspiration. Proprement parlant, la vapeur d'eau ne constitue pas des GES, mais d'une manière ou d'une autre son apport contribue aux changements climatiques.

- L'évaporation

Globalement, les valeurs moyennes annuelles de l'évaporation sur nappe d'eau libre sont environ de :

- ♦ 2000 mm dans le Nord-ouest
- ♦ 1600 mm dans le Sud
- ♦ 1400 mm dans le Sud-ouest
- ♦ 1000 à 1100 mm sur les Hauts-Plateaux
- ♦ 700 mm sur le versant oriental

- L'évapotranspiration

- ♦ sur le versant oriental et la côte Nord-ouest : évapotranspiration réelle comprise entre 1000 et 1300 mm. ;
- ♦ à l'Est, entre le versant oriental et les Hauts-Plateaux, et au Nord-ouest (Nosy Be à Morondava) : les valeurs comprises entre 800 et 1000 mm et,
- ♦ sur les Hauts-Plateaux, elles sont de 700 mm à 800 mm pour descendre jusqu'à moins de 400 mm sur le littoral du Sud et du Sud-ouest.

- L'infiltration

L'infiltration s'observe surtout aux lacs et retenues d'eau.

- La pollution des eaux

A Madagascar, le problème de la pollution des eaux commence à devenir de plus en plus préoccupant. Nonobstant l'existence de législation relative à la prévention de la pollution, le processus de la dégradation des ressources en eau s'accélère de façon progressive. En effet, la pollution des eaux provient de quatre origines:

- ♦ une origine naturelle par le passage des eaux dans des sols à fortes concentrations minérales les rendant impropres à de multiples usages, notamment de consommation, et des origines liées à l'activité anthropique :
- ♦ agriculture (*pollutions agricoles diffuses*) et élevage,
- ♦ usages domestiques et
- ♦ usages industriels.

Les déchets sont des résidus de l'activité humaine. Pour le moment, il n'existe pas encore de contrôle efficace et sévère sur les rejets polluants (liquides et solides) des installations industrielles et des eaux usées des ménages qui contaminent les lacs et cours d'eau avoisinants.

La pollution chimique de l'eau s'observe généralement dans les branches textiles, chimiques et parachimiques. Un accent particulier sera accordé au problème de l'utilisation industrielle de produits chimiques dont une part importante se retrouve dans les eaux usées, ce qui est particulièrement le cas dans les régions d'Antananarivo et d'Antsirabe.

L'urbanisation rapide et anarchique entraînant d'une part l'apparition de nombreux bidonvilles à proximité des rivières, cours d'eau et lacs et, d'autre part rendant très précaires les conditions sanitaires des grandes villes, où beaucoup ne disposent ni d'eau courante, ni d'un service de ramassage des ordures et des systèmes de canalisation des eaux usées et des eaux de pluie très performants font que la situation dans les villes de Madagascar doit être probablement alarmante. En 2004, le taux d'accès de la population aux infrastructures d'assainissement de base est de moins de 20%. A titre d'exemple, on peut citer le cas du lac de Mandroseza dont les eaux contiennent des indices de pollution fécale à un taux élevé. Ceci est dû à la présence d'habitations autour du lac. L'Ikopa, principale rivière de la ville d'Antananarivo (Madagascar) est utilisée comme milieu récepteur des eaux usées domestiques et industrielles. Il en est de même pour le canal de Pangalanes (Toamasina) et de la Rivière Sahatsiho (Antsirabe).

La pollution domestique (eaux usées, déchets ménagers) est fonction de la vitesse de l'urbanisation laquelle est étroitement liée à l'accroissement de la population. La quantité et la nature des déchets urbains sont toujours en augmentation. Faute de capacité financière suffisante, elle pose des problèmes d'enlèvement, de stockage et de traitement normaux (traitement des lixiviats) et est à l'origine de la pollution des nappes phréatiques et des cours d'eau.

Par ailleurs, la dégradation des ressources en eau a des effets négatifs sur l'environnement notamment :

- ♦ eutrophisation des lacs et rivières, comme les lacs de Behoririka (Antananarivo) et d'Andranomaimbo (Antsirabe) qui répandent des odeurs nauséabondes dans les zones d'habitation environnantes, Le grand coupable est le phosphore (des phosphates) contenu dans les détergents à lessive rejetés dans le lac.
- ♦ dégradation biologique et de la qualité chimique des ressources en eau à l'origine des pertes de surfaces de cultures, de risques d'empoisonnement et d'extermination de la faune et flore aquatique.
- ♦ croissance accélérée des plantes aquatiques : la croissance et la reproduction des plantes aquatiques sont stimulées par l'eutrophisation, un processus naturel qui, sur une période géologique plus ou moins longue, transforme un lac en tourbière et finit par l'assécher. Aujourd'hui, à de nombreux endroits, ce processus est accéléré par la présence de concentrations de phosphore (détergents à lessive rejetés dans le lac) et d'azote (provenant des engrais, par exemple) qui enrichissent l'eau en nutriments, ce qui occasionne la prolifération des plantes aquatiques. L'explosion de cette croissance a pour effet de réduire radicalement la quantité d'oxygène que les plantes partagent normalement avec les autres organismes qui vivent dans l'eau. Lorsque les plantes meurent, elles se décomposent en consommant encore plus d'oxygène. Finalement, les poissons suffoquent et meurent, et l'activité bactérienne diminue (les lacs de Mahazoarivo, d'Itasy proche d'Ampefy, d'Alaotra à Ambatondrazaka, etc.).

L'érosion hydrique fait partie intégrale de la pollution de l'eau. L'érosion est due essentiellement aux eaux de ruissellement et aux eaux de pluie qui attaquent directement les sols en l'absence de végétation. La déforestation, la culture sur brûlis (tavy), les feux de brousse, les feux de pâturage en sont les principales origines. La perte importante en sols provoquée par l'érosion constitue l'un des facteurs pour lesquels l'utilisation optimale des ressources en eau s'avère difficile voire impossible. En effet, parmi les effets négatifs de l'érosion figurent les problèmes d'envasement et d'ensablement des lacs, des barrages et des canaux d'irrigation ainsi que de l'usure prématurée des turbines et des stations de pompage. En outre, la détérioration de la qualité physique des ressources en eau du fait du transport de particules quartzitiques et argileuses en suspension rend impossible l'utilisation de ces ressources pour l'alimentation en eau.

- La pollution marine

La pollution marine concerne à la fois les rejets domestiques, industriels et agricoles, et ceux en provenance de la haute mer, tels les rejets d'hydrocarbures et, des déchets toxiques à l'origine de l'intoxication alimentaire par la consommation de poissons et d'invertébrés marins des milieux coralliens littoraux et océaniques contenant des toxines à des doses variées. Un cas grave s'est présenté à Madagascar en novembre 1993 concernant la consommation de requin par des habitants de Taolagnaro qui a causé 309 victimes (malades enregistrés à l'hôpital) dont 59 n'ayant pas survécu.

La pollution des eaux marines et des zones côtières peut être groupée en trois catégories :

- ♦ *La pollution tellurique* : provenant des terres et sédiments arrachés par l'érosion hydrique (défavorable à la constitution des nappes phréatiques) dans les bassins versants dénudés occupant plus de 77% de la superficie totale de l'île et dans les installations minières. Ces éléments charriés par les fleuves aboutissent à la mer ou se déposent dans les zones côtières, ayant pour effets :
 - de combler certaines parties des mangroves, entraînant ainsi l'asphyxie des palétuviers et de la faune;
 - de dégrader les bancs de récifs par étouffement et par modification de la qualité des eaux chargées en particules solides ;
 - d'entraîner la disparition des principales espèces faunistiques, source d'alimentation et de revenu des populations riveraines dont la pêche est souvent la principale activité.

Il en est de même des zones d'extraction minière (mica, quartz, fer, chrome, graphite) dont les polluants sont constitués de rejets solides et des suspensions de boues minérales.

- ♦ *La pollution chimique et industrielle* : certains déchets chimiques agricoles et industrielles des grands périmètres agricoles ou des usines implantées dans les zones côtières sont entraînés par les eaux de ruissellement et polluent ainsi aussi bien les terrains de cultures, que la nappe phréatique, les cours d'eau et finalement les écosystèmes marins et littoraux. Ces déchets sont souvent toxiques sur la biodiversité, la santé humaine et l'environnement en général. L'apport en nutriments provenant de certaines industries (sucreries, pêcheries : déchets de la pêche industrielle ; eaux de ballast des navires, abattoirs, etc.) avec la température et le relief sous-marin, font qu'il y a *prolifération de dinoflagellés* pouvant aboutir à des intoxications alimentaires par la consommation des denrées correspondantes.

Les grandes plantations de coton, de sisal, de canne à sucre utilisant différents produits de traitement sont en grande partie localisées dans la zone de grande répartition des mangroves et des récifs.

La plupart des polluants sont biodégradables mais il existe des polluants organiques persistants d'insecticides hautement toxiques comme le D.D.T. intradomiciliaire utilisé dans la lutte antipaludique (sur les plateaux 300 tonnes/an que les eaux de ruissellement peuvent véhiculer), et les phénols émanant des industries du bois (34% des industries en zone côtière). Cette pollution est liée à la fois à l'intensité de la sédimentation d'origine continentale amenée par le fleuve Fiherenana et à l'accroissement des rejets polluants urbains (domestiques et industriels) de Toliary, une ville côtière à forte croissance démographique.

Bien que Madagascar dispose de législation et de réglementation régissant le traitement des polluants (Loi n° 98 - 029 du 20.01.1998 portant Code de l'Eau et Décret n° 2003-943 du 09.09.2003 relatif aux déversements, écoulements, rejets, dépôts directs ou indirects dans les eaux superficielles ou souterraines), les moyens technologiques pour en faire l'évaluation lui font défaut.

- ♦ *La pollution par les hydrocarbures* : depuis le passage obligatoire dans l'Ouest de l'Océan Indien des gros tankers transportant du pétrole et autres huiles lourdes en provenance ou à destination des pays producteurs du Moyen-ouest, le risque d'accident et de pollution marine pèse aussi sur les zones littorales malgaches (fuites naturelles, déversements accidentels, accidents de navigation, etc.). Des cas plus que probables sont constitués par les navires qui déversent délibérément ou accidentellement du pétrole dans les enceintes portuaires ou dans les zones limitrophes des côtes. De telles pratiques indécrites et dangereuses sont malheureusement incontrôlables. Les effluents de la raffinerie de pétrole à Toamasina, du chantier naval à Antsiranana, contiennent des polluants d'origine naphthénique, des sulfures et des thiophénols dont on ignore complètement leur situation polluante sur l'écosystème côtier.

- Autres problèmes

- ♦ les modifications hydrodynamiques sur le littoral sont à l'origine de l'érosion côtière dont l'ampleur est surtout observée sur les côtes Ouest, Nord-ouest et Est de Madagascar (régions de Mahajanga, de Maintirano, de Morondava et de Manakara),
- ♦ la montée des eaux du milieu marin : même si elle reste limitée, elle risque d'entraîner la salinisation des deltas et des nappes phréatiques côtières, rendant ainsi l'eau potable de ces zones encore plus rare sans parler de l'appauvrissement de leur biodiversité. La production halieutique subira des perturbations dues au dérèglement des courants fluviaux et à l'intrusion d'eau salée aux niveaux des lagunes et des estuaires en aval.

2.6.2.- ANALYSE DES TECHNOLOGIES ET SAVOIR-FAIRE ECOLOGIQUEMENT RATIONNELS ET OPPORTUNITE DE LEURS APPLICATIONS Y COMPRIS LES TECHNOLOGIES ENDOGENES EXISTANTES

Etant une ressource naturelle, l'eau est fondamentale pour le développement humain. Pour y parvenir, plusieurs technologies et savoir-faire sont utilisés pour son exploitation aux diverses fins des activités humaines. Certaines technologies sont endogènes, d'autres sont mixtes ou importées. Loin d'être exhaustive, la liste des techniques hydrauliques est longue.

- ♦ Puisages, forages, Adductions d'Eau Potable Gravitaires (AEPG) et captages, essentiellement destinés à l'approvisionnement en eau potable des zones urbaines et rurales surtout pour les trois premières ;

- ♦ pompage à eau sous diverses formes : manuelles (japy, Canzee, etc.), à pédales, solaire, éolienne, à chaleur, à moteur (thermique ou électrique), etc. ;
- ♦ barrages de retenues (pour les centrales hydroélectriques, les irrigations agricoles : périmètres irrigués) ;
- ♦ modes d'irrigations économes en eau ;
- ♦ traitement des eaux usées (procédés anaérobies mis au point récemment ; méthodes classiques d'épuration des eaux usées en milieu aérobie) :
 - station d'épuration des eaux usées domestiques et industrielles : pour illustration, la station d'épuration d'eaux résiduaires des tanneries d'Anjeva, usine de traitement de peaux de bovidés qui en déverse 180,95 m³ par jour, contenant 0,03 g/litre d'oxyde de chrome nocif pour la santé humaine et des résidus de calcium, de rognage et de poils favorables aux cultures maraîchères et rizicoles. Le processus de purification comprend trois étapes suivant les activités effectuées sur les peaux de bovidés : désulfuration par oxydation de l'eau d'épilage, précipitation et recyclage du chrome de l'eau de tannage, et, dégraissage et déshuilage de l'eau de retannage avec colorant. Avant son déversement dans la rivière, l'eau clarifiée dégagée sera par la suite traitée biologiquement, et filtrée : sans odeur et sans couleur, au pH neutre. En ce moment, 5% seulement des eaux usées issues des ménages et des zones industrielles sont traitées ou recyclées à Madagascar
 - bassin de décantation (eaux usées domestiques et industrielles) ; décantation chimiquement assistée à l'aide d'un polymère cationique un moyen efficace de lutte contre la pollution pendant les conditions météorologiques humides qui enlève les solides en suspension dans les eaux d'égout car pendant les conditions météorologiques particulièrement mauvaises, les contaminants présents dans les eaux pluviales et les trop-pleins d'égouts unitaires nuisent à la qualité de l'eau et à la santé des systèmes aquatiques des eaux réceptrices urbaines
- ♦ la désalinisation ou le dessalement de l'eau de mer, des eaux saumâtres ou résiduaires pour les zones côtières : un moyen important de lutte contre la pénurie d'eau. ;
- ♦ récupération et stockage des eaux de pluie ;
- ♦ assainissement et traitement des eaux pluviales et des eaux usées des installations industrielles et agricoles (systèmes d'assainissement propres) ;
- ♦ la distillation en évaporant l'eau et puis la condenser pour disposer de ressources en eau alternatives (procédés utilisés : Multistage flash (MSF), Multieffets, (MED) et la Compression de vapeur (VC)) ;
- ♦ l'osmose inverse en appliquant sur l'eau de mer, après l'avoir été prétraitée pour ôter les impuretés et les micro-organismes, une pression suffisante pour la faire passer au travers de membranes semi-perméables ; ensuite, l'eau sera traitée pour la rendre propre à la consommation pour disposer de ressources en eau alternatives
- ♦ recyclage des eaux usées (Re-use) : une ressource alternative possible qui consiste à récupérer les eaux usées traitées en sortie de station d'épuration, de leur appliquer un traitement supplémentaire (variable selon l'usage envisagé) et de les utiliser pour des applications qui n'exigent pas nécessairement une eau potable : arrosage, utilisations industrielles, irrigation, recharge de nappes souterraines (par exemple en cas de salinisation de la nappe) surtout pour les zones où les changements climatiques et le développement économique (en particulier du tourisme) peuvent être à l'origine d'une forte tension sur la ressource (stress hydrique)
- ♦ géomatique comportant au moins trois activités distinctes : collecte, traitement et diffusion des données ;
- ♦ système d'informations géographiques (SIG) pour la surveillance spatiale et temporelle de l'évolution des ressources en eau ;

- ♦ La nanofiltration qui est un procédé de séparation en phase liquide utilise la filtration au travers de membranes semi-perméables sous l'action d'une pression pouvant varier de 10 à 40 bars. Ses capacités de séparation se situent :

- pour les organiques, gamme de poids moléculaire allant de 200 à 600 daltons
- pour les sels minéraux, forte rétention globale des espèces ioniques à de faibles concentrations, et dans une séparation entre mono et multivalents pour des concentrations élevées

Elle est appliquée dans différents domaines notamment au traitement des effluents (contenant des molécules organiques) dans l'industrie du papier, du bois, de la teinture, du textile ; la fabrication d'eaux de procédés ; l'élimination des nitrates de l'eau ; l'adoucissement des eaux de surface ou souterraines, d'eaux potables avec élimination d'ions multivalents et/ou de petites molécules toxiques ; la régénération de bains usés de dépôt de cuivre en traitement de surfaces ; la déminéralisation du lactosérum, et la préparation des acides aminés et peptides

- ♦ L'ultrafiltration qui est un procédé de séparation soluté / solvant. Il s'agit d'une technique membranaire de séparation selon le principe de tamisage par une différence de pression de part et d'autre de la membrane. Les membranes utilisées peuvent être minérales ou organiques est selon la membrane choisie, les tailles des molécules retenues par l'ultrafiltration vont de 0,002 μ à 0,1 μ . Le type de filtration est généralement tangentielle c'est à dire que le fluide circule parallèlement à la membrane, contrairement à la filtration classique qui est dite frontale. En effet, la filtration tangentielle permet de limiter l'accumulation de dépôts qui obturent la surface de filtration. De faible coût d'investissement et d'exploitation, elle permet la production d'une eau de très bonne qualité, l'économie d'eau et de produits chimiques, facilite le recyclage ou la réutilisation de l'eau, réduit ou supprime les rejets d'effluents et de boues. L'ultrafiltration est appliquée dans les domaines industrie agro-alimentaire, bio-industries, mécanique (automobile), traitement de surface, pétrochimie, etc. A titre d'illustration on peut énumérer les applications suivantes : désinfection des eaux ; épuration des saumures de fromagerie ; traitement des bains de soude et de rinçage, des émulsions d'huile dans l'eau ; recyclage d'eau de lavage ; valorisation des eaux d'ateliers de couchage en cartonnerie, des «eaux blanches» en laiterie ; traitement des eaux de lavage d'atelier d'encre, des eaux de conserverie de poissons, d'effluents d'amidonneries ou de féculeries, d'effluents d'encollage et de teinture de l'industrie textile, d'effluents industriels contenant des traces de cations métalliques ; pré-traitement des déchets liquides, etc.

- ♦ La pervaporation (ou perméation liquide) qui est un procédé de séparation des constituants d'un mélange liquide, par vaporisation partielle au travers d'une membrane organique dense présentant une affinité préférentielle pour l'un des constituants. Les membranes organiques denses sont essentiellement de 2 types : hydrophiles ou organophiles. Classiquement, le procédé comprend plusieurs postes : stockage des liquides, chauffage des liquides, module de séparation qui est le cœur du procédé dans lequel se trouvent les membranes, condensation (pompes à vide, groupe froid). Le principe de séparation est le suivant : sorption – diffusion – désorption. A faible consommation d'énergie, elle est surtout appliquée à l'extraction de solvant notamment pour la déshydratation de solvants neutres et de mélanges de solvants (alcools, esters, cétones, etc.) ; la déshydratation à partir d'amines et de mélanges d'amines ; la déshydratation à partir d'acides organiques ou de mélanges contenant des acides organiques ; le traitement des effluents, la dépollution des effluents aqueux ; la séparation des solvants organiques contenus dans l'eau, pour la récupération et le recyclage des eaux qui contiennent des solvants ; la séparation et le recyclage des solvants contenus dans l'eau procédant de cabines de peinture, ayant subi au préalable une floculation visant à séparer les solides contenus

- ♦ L'électrodialyse permet, sous l'action d'un champ électrique continu, d'extraire par migration (transfert) au travers de membranes échangeuses d'ions, les espèces ionisées

contenues dans une solution aqueuse. selon leur taille, leur concentration, leur charge, leur encombrement et selon la température de l'eau, les ions n'ont pas la même mobilité et par conséquent ils ne migrent pas de la même façon à travers les membranes. Économique en énergie, l'électrodialyse est appliquée dans différents domaines notamment l'eau dessalement des eaux saumâtres, des eaux usées en vue de leur réutilisation, de l'eau de refroidissement circulante, en vue de sa réutilisation ; le dessalement dans le rôle d'un traitement pour les effluents d'électrodéposition, dans le rôle de prétraitement dans les eaux de chaudières ; la régénération des bains de dégraissage, de bains usés de décapage des aciers inoxydables, de solutions d'acide fluorosilicique en acide fluorhydrique, d'échangeurs d'ions ; le recyclage des eaux usées industrielles, de l'eau de rinçage ; l'élimination des nitrates en fabrication d'eau potable, d'ions en trop forte concentration en traitement d'eau potable ; la purification des eaux non douces ; le recyclage des bains d'électrolyte (cuivre, nickel, argent) de traitement de surfaces ; la récupération des sels métalliques en traitement de surface ; le traitement des flux d'effluents d'acides aminés, d'effluents (eau de rinçage) en galvanoplastie, afin d'enrichir en les concentrant, les bains de dépôts et les recycler ; la récupération des ions métalliques présents dans les eaux de rinçages des industries de galvanoplastie, etc.

- ♦ La compression mécanique de vapeur (CMV) est un système d'évaporation par compression mécanique de vapeur utilisé dans les cas de concentration par évaporation ou séchage. La vapeur créée par l'évaporation d'un produit dans un procédé industriel est comprimée mécaniquement par un compresseur, ce qui accroît sa température de condensation. Cette vapeur, introduite ensuite dans un échangeur de chaleur se condense, et sa chaleur latente est utilisée pour chauffer et faire évaporer ce produit ou un produit voisin. Cette technique permet de récupérer la quasi-totalité de l'énergie contenue dans la vapeur, puisque la chaleur latente contenue dans la vapeur est réinjectée dans l'évaporateur. La CMV permet d'économiser de l'énergie car à la différence des évaporateurs classiques, dans laquelle la solution est vaporisée avec de la vapeur issue d'une chaudière, ce qui coûte cher en énergie, avec la CMV, l'énergie des buées est récupérée. La CMV récupère la chaleur d'évaporation par le fait que l'eau évaporée se retrouve sous forme liquide, et non en vapeur perdue à l'atmosphère. Cette eau peut être utilisée dans l'usine, en lieu et place d'eau chaude produite à partir de la chaufferie existante, pour des lavages divers (cuves, camions) et les matériels de production. La CMV est généralement appliquée au traitement d'effluents liquides des industries agroalimentaires pour la concentration d'effluents sucrés, d'eaux gélatineuses ou d'eaux de pressage ; de papier et d'imprimerie par la concentration de liqueurs noires, d'acides résiduels ; de métaux par la concentration d'effluents liquides ; textile par la concentration d'effluents de lavage de laine ; chimie par la concentration d'effluents salins, d'acides résiduels, la récupération de l'énergie des rejets liquides ou gazeux, la concentration et cristallisation par évaporation, distillation ; le dessalement d'eau de mer, etc.
- ♦ Captage par condensation.
- ♦ traitement des contaminants organiques toxiques (décontamination) des eaux souterraines *par oxydation* (technologies de traitement avancées trop coûteuses) ; par un moyen rentable et écoénergétique par la concentration des rayons du soleil sur les polluants organiques pour retirer les contaminants comme le BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylène) en exploitant les propriétés naturelles et renouvelables de la photooxydation du soleil pour résoudre les problèmes environnementaux d'une manière plus durable ; par la *phyto-rémediation*, une solution biotechnologique, procédé à la fois autonome et rentable que les méthodes de nettoyage classiques et les mesures de nettoyage et d'assainissement coûteuses, en faisant appel à des plantes appropriées pour retirer des contaminants comme les métaux et les hydrocarbures des sols, des boues, des sédiments et de l'eau car la culture sélective de ces plantes sur un site contaminé permet à leurs processus naturels d'absorber, de

stabiliser et de minéraliser les contaminants présents dans le sol ensuite, on les récolte et on les élimine en toute sécurité ou les traiter pour récupérer et recycler certains de leurs constituants les plus valables ; *par l'enlèvement des substances* se trouvant dans les eaux usées municipales **perturbatrices** du système endocrinien avec effets nuisibles sur les organismes aquatiques, notamment en s'attaquant à leur processus de reproduction et en provoquant des anomalies biologiques.

- ♦ l'hydrologie isotopique, un moyen très rentable d'évaluer la vulnérabilité à la pollution des sources d'eau souterraines car les isotopes permettent de déterminer la rapidité du mouvement de l'eau et la zone d'alimentation du système (ces informations sont déterminantes lorsqu'il s'agit de décider le bon endroit à extraire l'eau)

2.6.3.- IDENTIFICATION ET ANALYSE DES BARRIERES LIEES AU TRANSFERT DE TECHNOLOGIES ET SAVOIR-FAIRE ECOLOGIQUEMENT RATIONNELS

La lutte contre le réchauffement climatique est universelle et ne peut être efficace que dans le cadre de la globalisation. Elle exige la solidarité de la communauté internationale. Tout transfert de technologie écologiquement rationnelle (TER) doit s'effectuer dans le cadre de la mondialisation. Cependant, le passage d'une technologie d'un pays (producteur) à un autre (acquéreur) ne se fait pas de façon mécanique et peut rencontrer diverses barrières plus ou moins importantes. Ces barrières sont de différents ordres et peuvent être d'origine interne (barrières endogènes) ou d'origine externe (barrières exogènes).

Barrières endogènes

- Insuffisance et mauvaise affectation des ressources financières internes.

L'insuffisance des ressources financières de la Grande Ile empêche Madagascar d'affronter et de palier dans l'immédiat les dommages néfastes engendrés par les changements climatiques (cyclones, inondations, sécheresse). Ainsi, Madagascar est vulnérable aux catastrophes étant donné la faiblesse et l'instabilité de ses économies : leur plus grande dépendance sur l'utilisation des ressources naturelles et la portée limitée de ses services sociaux. Les populations pauvres sont les plus vulnérables aux impacts des changements climatiques

- Diffusion descendante source des "dommages collatéraux".

La diffusion descendante d'une technologie exogène provoque des problèmes dits des "dommages collatéraux" : mode d'organisation traditionnel de la vie économique, politique et sociale typique des communautés villageoises des hautes terres. L'exemple typique de *diffusion descendante* comme blocage au transfert de technologie est fourni par le cas d'installation de pompe à eau dans le village d'Amberivery à BEALANANA.

L'analyse des conditions et conséquences du transfert de technologies hydrauliques (une pompe) dans le village d'Amberivery suite aux déclarations du PNUE (Programme des Nations Unies pour l'Environnement) sur les enjeux de la gestion de l'eau en terme de santé a démontré que la méthode de diffusion descendante constitue réellement une barrière au transfert de technologie. Afin de diminuer la pénibilité des transports de l'eau de la rivière (proximité de l'approvisionnement en eau), mais aussi pour éradiquer les pathologies générées par le manque d'assainissement (normalisation sanitaire), des puits de conception occidentale ont ainsi été

proposées par une ONG française à cette communauté villageoise de montagne. Trois mois après l'installation des trois puits du village par des ingénieurs occidentaux, ils étaient sabotés. Un simple outil technique, transposé d'une culture à une autre, sans dispositif de réception préalable (intérêt - appropriation), sans qu'un besoin réel n'ait été exprimé par la population réceptrice, peut bouleverser le *fokonolona* (mode d'organisation traditionnel de la vie économique, politique et sociale typique des communautés villageoises des hautes terres malgaches). Ils ont en fait été rejetés faute d'une réelle proximité avec les besoins de la communauté et parce qu'ils représentaient une menace trop grande pour l'équilibre social du village.

- Information, éducation et communication (IEC) insuffisantes voire inexistantes.

Cette catégorie de barrière est valable pour tous les sous-secteurs du Transfert de technologie. Lorsque les informations sont insuffisantes, voire inexistantes, il n'est pas possible d'agir efficacement. Une bonne communication avec des informations nécessaires et suffisantes est une condition sine qua none d'une meilleure éducation permettant de lever les doutes et incertitudes de tout acquéreur de technologie. Ces trois éléments sont étroitement interactifs l'un sur l'autre. Aucun d'entre eux ne doit être sous estimé pour toute réussite. L'IEC est également tributaire de l'insuffisance financière.

- Faible niveau d'instruction et analphabétisme.

Aux barrières de l'IEC s'ajoutent le faible niveau d'instruction et l'analphabétisme d'une frange plus ou moins importante de la population qui rendent davantage plus difficile et moins efficace les communications pour toute éducation de masse.

- Insuffisance et minimisation des ressources humaines qualifiées.

L'opération de transfert des TER n'est pas suffisante en elle-même pour réussir. L'homme y joue un rôle prépondérant et irremplaçable dans leur mise en oeuvre. Pour les pays économiquement faibles ou pays en développement (PED) et pays pauvres très endettés (PPTE), les ressources humaines qualifiées sont en général non seulement insuffisantes mais aussi minimisées dans l'utilisation efficace des technologies. Cette situation est à l'origine du phénomène anti-développement de "fuite de cerveau".

- Faible mobilisation et responsabilisation des acteurs locaux privés de développement

Les acteurs locaux privés de développement durable comprennent notamment les opérateurs du secteur privé et les organisations non gouvernementales (ONG). Ils sont les partenaires des structures étatiques et des collectivités de différents niveaux mais leur mobilisation et responsabilisation ne sont effectives.

Barrières exogènes

- Accès difficile aux financements extérieurs.

Malgré l'engagement de tous les pays signataires de la Convention Cadre des Nations Unies aux Changements Climatiques de faire face solidairement aux problèmes de réchauffement climatique dû aux émissions de gaz à effet de serre, les PED en général et, en particulier les PPTE, comme Madagascar, ont difficilement accès aux ressources financières internationales pour financer leur programme d'action d'adaptation aux changements climatiques nonobstant la création du Fonds

Environnement Mondial (FEM). L'accès à ces ressources est assorti de différentes conditionnalités qui bloquent les flux des capitaux. Effectivement, il n'y a pas d'autoroute financière internationale.

– Filtrage des technologies

Le transfert n'est universel car il ne s'applique pas à toutes les TER. Au niveau des pays producteurs de ces technologies qui sont généralement constitués des pays du Nord (pays développés), il existe un certain filtrage. Voulu ou non, le filtrage s'opère surtout au niveau du coût élevé des TER que les pays acquéreurs généralement dépourvus des moyens financiers nécessaires et suffisants sont privés de leur acquisition.

2.6.4.- PROPOSITIONS DE MESURES POUVANT AIDER A SURMONTER LES BARRIERES ET AMELIORER LES TECHNOLOGIES ENDOGENES

Les propositions de mesures pouvant aider à surmonter les barrières identifiées et améliorer les technologies endogènes sont de différents ordres : technique, économique, juridico-institutionnel et socio-culturel.

Mesures d'ordres techniques d'atténuation et d'adaptation.

- Solutions techniques permettant de lutter contre les émissions de méthane : récupération du méthane et/ou réduction des émissions de méthane en provenance des eaux usées

Il est possible d'atténuer les émissions de méthane en procédant à une réduction à la source, ou encore à la récupération et/ou à la réduction des émissions de méthane en provenance de déchets solides et d'eaux usées.

La technique consiste à éliminer pratiquement toute émission de méthane en stockant et en traitant les eaux usées et les boues résiduairees en milieu aérobie. Au nombre des solutions visant à empêcher la production de méthane pendant l'épuration des eaux usées et l'évacuation des boues figurent le traitement primaire et secondaire en milieu aérobie et l'épandage. Le méthane est recueilli en vue de l'utiliser comme source d'énergie pour chauffer le digesteur d'eaux usées ou de boues résiduairees. Le méthane en surplus peut être utilisé comme combustible ou servir pour produire de l'électricité. En dernier ressort, on peut faire brûler le méthane, ce qui le transforme en CO₂, un gaz doté d'un potentiel de réchauffement de la planète (PRP) bien inférieur.

Les procédés intensifs de traitement en milieu anaérobie des effluents liquides à forte teneur en matières organiques (eaux d'égout, déchets alimentaires, etc.) peuvent contribuer à réduire les émissions brutes de méthane et sont particulièrement appropriés aux climats chauds de la plupart de PED

- Solutions techniques permettant de réduire les effets négatifs sur l'environnement des rejets polluants (liquides et solides) des installations industrielles et des eaux usées des ménages

Lutte contre l'eutrophisation

Si les apports de phosphore et d'azote sont réduits ou cessent, le système peut se rétablir de lui-même. Il s'agit surtout de réduire la teneur en phosphates des détergents à lessive

L'assainissement écologique «Ecosan»

L'assainissement écologique «Ecosan» est une nouvelle approche de la gestion de l'eau et de l'assainissement. Elle considère les déchets humains et les eaux usées rejetés par les ménages comme une ressource réutilisable et non pas comme des déchets. Elle consiste essentiellement en la valorisation des eaux usées. Afin d'éviter une haute concentration d'éléments nutritifs dans les eaux souterraines dus au traitement des eaux sanitaires usées dans des fosses septiques, il est recommandé d'utiliser des méthodes alternatives pour l'assainissement des eaux usées. Il s'agit de mettre en place des facilités biologiques pour l'épuration des eaux usées dans chaque hôtel par exemple afin d'éviter la contamination des aquifères et des ruisseaux et d'assurer ainsi la meilleure qualité possible de l'eau. La quantité d'eau usée sera aussi minimisée en appliquant des mesures de conservation de l'eau. Le traitement des eaux usées constitue sans aucun doute une alternative face à la diminution des ressources en eau potable.

En définitive, les déchets humains qui ne subissent pas un traitement correct et une élimination adéquate, au point d'origine, ou qui sont recueillis et emportés peuvent poser un risque d'infection par des parasites (à la suite d'un contact direct avec des matériaux fécaux) et l'hépatite et diverses maladies gastro-intestinales, y compris le choléra et la typhoïde (par la contamination des alimentations en eau et des aliments).

Diminution de la pollution phytosanitaire des eaux de surface

- Utilisation de "zones tampons"

En complément de la mise en place de systèmes culturaux moins exigeants en phytosanitaires et de la promotion de bonnes pratiques de traitement, l'utilisation de "zones tampons" permet de limiter la pollution diffuse par les produits phytosanitaires. Compte tenu de la capacité des phytosanitaires à être retenus ou dégradés au cours de leur transfert entre la parcelle d'application et le milieu aquatique récepteur, *tout élément du paysage* susceptible de ralentir leur transfert et/ou de fournir des conditions propices à leur rétention ou leur dégradation est susceptible de contribuer à diminuer les concentrations et/ou les flux de pesticides dans le réseau hydrographique. Ainsi, les dispositifs enherbés ou boisés, les fossés, ou encore les lagunes ou les retenues collinaires qui modifient le cours des écoulements, peuvent présenter des caractéristiques favorisant les processus de dissipation des phytosanitaires.

- Les zones enherbées qui diminuent les transferts de produits par ruissellement

Les zones enherbées ont une efficacité certaine pour diminuer les transferts de produits par ruissellement en retenant des produits aux propriétés variées. Les zones enherbées, les espaces boisés tels les haies, les bosquets et les boisements au bord de cours d'eau, ou bien encore les zones humides sont les éléments du paysage des systèmes d'épuration naturels capables de freiner et d'épurer les eaux d'écoulement avant qu'elles atteignent les eaux de surface.

- Lutte contre l'érosion hydrique

L'utilisation du Vetiver qui est une plante anti-érosive efficace permet de diminuer l'érosion hydrique.

Mesures d'ordres économiques

Ce sont des mesures incitatives en vue d'encourager les bonnes pratiques de gestion des déchets souhaitées, les activités de récupération du méthane.

- La réduction fiscale.

La réduction fiscale constitue la technique généralement utilisée pour inciter les différents secteurs d'activités (ménages, industriels, etc.) émetteurs de méthane, des déchets solides et effluents polluants des ressources en eau. L'application du principe pollueur-payeur constitue également une mesure fiscale négative.

- L'amélioration de l'efficacité de l'eau

L'économie des ressources en eau a trait à la demande et au partage de ces ressources. Ce domaine vise en général à satisfaire les besoins actuels et futurs en eau le plus efficacement possible sur le plan économique". Si un paysan d'un PED aride améliorerait l'efficacité de l'eau en moyenne d'un pour cent, il réaliserait un gain d'environ 200 000 litres d'eau douce par hectare par an. Cela permettrait de fournir de l'eau potable à plus de 150 personnes. L'amélioration de la productivité de l'eau en agriculture permet de mettre une plus grande quantité d'eau disponible pour d'autres secteurs

Accords volontaires

Pour surmonter les obstacles de la mise en œuvre des projets de gestion des déchets, il est possible de recourir à des accords volontaires. Ce qui caractérise les accords volontaires ce qu'ils sont souvent peu coûteux et relativement souples. Ils permettent de définir les principaux obstacles et d'obtenir les informations fiables et l'aide nécessaires pour les surmonter. Concernant par exemple la collecte et l'élimination des déchets, il est essentiel de développer des projets intégrés locaux pour la gestion des déchets. Un projet intégral devra évaluer la composition et le volume de déchets produits par les développements futurs. La collecte et la séparation des déchets solides ainsi que le stockage intermédiaire voire même le traitement et le recyclage des déchets doivent être inclus dans le projet.

Disponibilités des ressources financières internes avec gestion efficiente et bonne gouvernance.

Pour agir efficacement, les ressources financières internes bien qu'insuffisantes doivent d'abord être disponibles. Cette condition nécessaire doit être accompagnée d'une gestion efficiente et transparente des ressources pour optimiser leur taux de rentabilité interne. Cette mesure doit également être appliquée avec plus d'accent aux ressources financières internationales ouvertes aux pays économiquement faibles

Mesures d'ordres juridico-institutionnels et socio-culturels

- Politiques de renforcement du cadre institutionnel et d'assistance technique

L'existence d'une infrastructure adéquate en matière de gestion des déchets, et notamment d'un cadre juridique, est une condition préalable de toute mesure de réduction des émissions de méthane. Sur ce point, Madagascar ne dispose pas suffisamment d'infrastructure adéquate qu'il est

indispensable de la renforcer soit au sein même du pays en procédant à des transferts des zones développées aux zones qui le sont moins , soit au plan international par le biais d'une aide multilatérale ou bilatérale. L'appui accordé au renforcement du cadre institutionnel peut comprendre une aide financière et technique.

- Dispositions réglementaires

Des textes législatifs et réglementaires relatifs à la protection, la conservation, l'exploitation et la pollution des ressources en eau : Code de l'eau (Loi 98 – 029) et les divers textes réglementaires d'application ont été adoptés. L'adoption de ces textes législatifs et réglementaires ne suffit pas à réduire la quantité de déchets solides émise mais il faut surtout les appliquer. Par exemple la réduction de la quantité de déchets solides par le biais du recyclage impose l'application de la méthode de triage à la source, en séparant par exemple les papiers, le verre, les métaux, les matières plastiques, etc. S'agissant des décharges brutes et contrôlées déjà en exploitation, les mesures réglementaires vont de l'obligation de récupérer et de faire brûler le méthane.

- Gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) effective;

Une GIRE efficace nécessite l'application de la méthode participative active (MPA) qui est une méthode mobilisatrice. C'est un processus participatif qui permet de faire participer activement toutes les parties concernées du secteur ressources en eau dans toutes les phases décisionnelles et d'exécution pour assurer une acceptabilité sociale de tout programme à mettre en œuvre dans le domaine du transfert de technologie. En définitive, il s'agit d'appliquer effectivement par des actions concrètes les programmes fixés dans la Stratégie Sectorielle et Plan d'action (SSPA) pour le secteur eau et l'assainissement et la Déclaration de politique sectorielle de l'Eau.

Entre également en compte dans la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) effective le renforcement des compétences et l'amélioration des capacités de tous les intervenants dans le secteur avec un plus grand engagement et une mobilisation générale des acteurs locaux de développement durable.

– Augmentation et valorisation des ressources humaines internes qualifiées et des résultats des recherches.

L'eau pour tous et tous pour l'eau est un principe noble. Cependant il est incomplet dans un pays comme Madagascar où une grande partie de la population est encore victime d'un analphabétisme volontaire ou involontaire. Cette situation nécessite d'abord la mise en valeur des ressources humaines internes qualifiées déjà disponibles qui ont pour rôle d'effectuer des recherches appliquées sur les ressources en eau afin de satisfaire de façon durable les besoins en eau de la population. Il en va de même de la valorisation des résultats de leurs recherches.

Mais compte tenu de l'immensité du domaine des ressources en eau et face aux demandes en eau toujours croissantes, l'augmentation des experts nationaux du secteur eau et assainissement constitue une autre condition à remplir et ipso facto la multiplication des centres de recherche.

- Lutte contre l'analphabétisme

La gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) ne peut être effective et la méthode participative ne peut être active si la grande partie de la population est analphabète et reste des simples spectateurs du développement. L'analphabétisme est rencontré aussi bien chez les adultes que chez

les enfants et jeunes, en milieu rural que dans les villes. L'alphabétisation est la méthode classique à appliquer même si ses résultats ne sont pas immédiats.

Pour pouvoir sensibiliser et conscientiser efficacement la population au danger du changement climatique dû aux GES anthropiques, l'utilisation à outrance et à grande échelle de l'information, éducation et communication (IEC) est recommandée. Les moyens audio visuels existants (radio, télévision, projection vidéo films documentaires, posters, etc.) doivent être mobilisés avec efficacité. La couverture du territoire national en audio-visuel ne doit plus rester le monopole de la radio et de la télévision nationales (RNM et TVM). Il est grand temps et la situation exige qu'elle soit maintenant ouverte aux stations radio et chaînes de télévision privées. L'opération radio, télévision et l'électrification des zones dépourvues par l'exploitation des énergies renouvelables (solaire, éolienne) sont des mesures d'accompagnement nécessaires

2.7.-SECTEUR SANTE

2.7.1.- ETAT DES LIEUX

En Décembre 2003 à GENEVE, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et ses partenaires ont lancé une étude de grande envergure sur les effets des changements climatiques sur la santé. Ils avaient à déterminer comment les phénomènes climatiques, la pollution de l'air et la contamination de l'eau et des aliments agissent sur l'émergence des maladies. Selon les derniers chiffres de l'OMS, 2,4 % de tous les cas de diarrhée dans le monde et de 2 % des cas de paludisme sont dus aux changements climatiques.

Le changement climatique va engendrer des impacts négatifs sur la santé humaine : en effet les vagues de chaleur observées actuellement vont entraîner un accroissement des taux de morbidité et de mortalité. La population est vulnérable due à l'augmentation des températures moyennes, favorables aux vecteurs de maladies notamment : paludisme, dengue, fièvre jaune et certaines encéphalites virales, chinkoungounia, etc. Toutefois, les hausses de température détectées dans les zones froides sont en faveur d'une diminution du nombre de décès.

L'extension des maladies infectieuses et parasitaires endémiques est favorisée par l'élévation des températures. Citons le cas du paludisme qui ne se limitera plus aux zones tropicales, du fait que le vecteur de la maladie, en l'occurrence les moustiques anophèles se développent à des températures situées entre 20°C et 35°C. Ainsi le nombre annuel actuel de décès dépasserait incontestablement les 3 millions.

Toutefois, ces chiffres doivent être considérés avec prudence car l'effet pourrait se produire dans le cas d'une régression des précipitations.

La diminution de l'épaisseur de la couche d'ozone stratosphérique joue en faveur de la transmission des rayons ultraviolets du soleil. Cependant, ce phénomène entraîne des effets nuisibles sur la santé en favorisant le risque du cancer de la peau, des mélanomes malins et des cataractes oculaires.

Les rayons ultraviolets produisent des effets néfastes, non seulement sur l'être humain, mais aussi sur la biodiversité. Ils éliminent le phytoplancton des surfaces océaniques, un des responsables du mécanisme de transformation du carbone. En effet, l'accumulation des GES est tributaire de l'amincissement de la couche de l'ozone.

Effets du changement climatique

Parmi les effets du changement climatique sur la santé humaine, la propagation de nombreux insectes vecteurs et des maladies qu'ils portent, ainsi que le risque accru d'allergies et de maladies d'origine hydrique et alimentaire sont les plus connus.

Les vagues de chaleur sont l'origine des stress thermiques, tandis que la maladie respiratoire est due à la pollution de l'air. Les enfants, les personnes âgées et les personnes atteintes de troubles cardio-respiratoires sont ceux qui courent les plus grands risques de souffrir des effets néfastes de la pollution atmosphérique même à son niveau actuel. Tous les gaz à effet de serre présents dans l'atmosphère affectent la santé de la population. (CO₂, CH₄, NO₂, NO_x, CO, COVNM, SO₂, H₂O et CFC.)

2.7.2.- ANALYSE DES TECHNOLOGIES ET SAVOIR-FAIRE ECOLOGIQUEMENT RATIONNELS ET L'OPPORTUNITE DE LEURS APPLICATIONS Y COMPRIS LES TECHNOLOGIES ENDOGENES EXISTANTES

Les GES d'origine anthropique et le secteur Santé

En matière de transfert de technologie, le secteur Santé est un secteur qui n'utilise pas tellement de technologies émettant des GES. (Acupuncture, Kinésithérapie, Imagerie médicale : radiologie, scanner, échographie, etc., Appareils de dépistage des différentes maladies comme la RMN ou la résonance magnétique nucléaire, Fabrication de Remède Traditionnel Amélioré (RTA), etc.). C'est un secteur qui subit, en conséquence les effets du changement climatique, à titre d'exemple l'inhalation du plomb issu des carburants affectant les voies pulmonaires, les contaminations des eaux potables par les métaux (conduites d'eaux, sols..).

Technologies et Santé.

Pour se faire soigner, la plupart des paysans malgaches, de faible pouvoir d'achat, se contentent de la médecine traditionnelle (herboristeries ancestrales), car elle coûte moins cher.

De plus, l'usage de la médecine traditionnelle favorise l'attachement des malgaches à la nature. Ce fait peut être exploité pour réduire la déforestation et doit être encouragé.

Il existe une corrélation étroite entre l'environnement, l'assainissement et la santé. En effet, l'absence de système d'assainissement adéquat a un impact néfaste sur la santé de la population tout en dégradant inévitablement le milieu.

Selon une estimation effectuée par la DINIKA, le taux de couverture en système d'assainissement en milieu urbain est de 49 % dont 3 % en système collectif et le reste (46 %) en systèmes domestiques (fosses perdues, latrines, fosses septiques,...). En milieu rural, les installations d'assainissement sont très peu nombreuses : environ 5 % de la population sont dotées de systèmes individuels.

Sur le plan sanitaire, l'analyse des indices de santé à Madagascar montre la prédominance des maladies diarrhéiques et autres maladies d'origine hydrique. Le manque d'hygiène et d'eau saine est la cause principale assortie de l'insalubrité du milieu et de l'habitat. Ainsi, les actions en faveur de l'eau et de l'assainissement constituent donc l'une des bases de la protection des ressources naturelles et ipso facto de la lutte contre la pauvreté.

En matière de transfert de technologie, le but est d'identifier et de développer les techniques d'adaptation qui atténuent les impacts des changements climatiques sur la santé de la population. Ces technologies ont été signalées dans les autres secteurs. Nous citons à titre d'exemples

l'utilisation de carburant sans plomb, la potabilisation de l'eau (nanofiltration, etc.), l'assainissement et le traitement des eaux usées, l'amélioration de l'architecture des maisons et la régulations de température.

2.7.3.- IDENTIFICATION ET ANALYSE DES BARRIERES LIEES AU TRANSFERT DE TECHNOLOGIES ET SAVOIR-FAIRE ECOLOGIQUEMENT RATIONNELS

A l'instar des autres secteurs, le secteur santé rencontre des barrières qui sont notamment :

- les barrières psychologiques vis-à-vis de la médecine traditionnelle : Il existe chez les citadins un état d'esprit qui n'accepte pas l'usage des remèdes traditionnels. Ils pensent que manipuler les herbes signifie s'attacher aux esprits sorciers. Ils sont méfiants des effets secondaires provoqués par ces herbes.
- les us et coutumes : Il y a des mauvaises habitudes qui restent ancrées et qu'il est pénible de s'en débarrasser. Pour ne citer que le cas des matières fécales, la majorité des malgaches n'admettent pas se faire doter de toilette appropriée. Il est difficile de les convaincre à ne pas décharger les ordures ménagères dans les canaux d'évacuation d'eaux usées. Ces phénomènes mettent en exergue la détérioration de l'environnement qui à son tour provoque la dégradation la santé humaine.
- la cherté des médicaments scientifiques et des équipements sanitaires. En général, les hôpitaux sont encore mal équipés. Par contre, dans les hôpitaux privés, les coûts de soins sont très onéreux
- l'insuffisance de personnel de la santé (un médecin pour 3 500 habitants environ). De nombreuses ONG et associations sont à pied d'oeuvre sur le terrain pour améliorer les conditions de vie des populations. Cependant, elles rencontrent de nombreuses difficultés : manque de moyens humains, manque de financement, manque de personnel qualifié notamment dans le domaine de la santé.
- la malnutrition, la pauvreté du pays et le faible pouvoir d'achat de la population. Actuellement, 70% de la population de la capitale vit en dessous du seuil de pauvreté. Le pays figure au 150^{ème} rang sur les 174 pays classés selon l'index de développement humain du Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD). L'espérance de vie des Malgaches dépasse à peine 55 ans et 135 enfants sur 1000 meurent avant d'atteindre l'âge de 5 ans. Le manque d'hygiène, la malnutrition chronique et le manque d'accès à l'eau potable favorisent le développement de maladies infectieuses telles que les maladies respiratoires, la tuberculose et l'hépatite. D'après une étude effectuée en 2001 par le système des Nations Unies à Madagascar, il ne sera pas possible d'atteindre l'Objectif 1 de la Déclaration du millénaire, soit de réduire de moitié la proportion de la population vivant dans la pauvreté extrême avant 2015.
- l'insuffisance de financement extérieur pour améliorer les technologies déjà existantes : Le manque de financement ne se fait pas sentir comme dans les autres secteurs, mais l'insuffisance est flagrante.

2.7.4.- PROPOSITIONS DE MESURES D'ADPTATION ET MITIGATION POUVANT AIDER A SURMONTER LES BARRIERES ET AMELIORER LES TECHNOLOGIES ENDOGENES.

Ce secteur devra manager efficacement les effets de santé engendrés par les changements climatiques. Mais les difficultés liées à la santé et au bien-être imputables aux changements climatiques touchent tous les différents secteurs de l'économie. Tous les ministères devront par conséquent ajuster leurs activités et programmes en fonction de l'évolution du climat.

Nous donnons ci-après une liste de mesures d'adaptation qui relèvent du secteur santé mais qui touchent bien d'autres secteurs. Le but étant de prendre les précautions adéquates pour combattre les effets des changements climatiques afin de préserver la santé et le bien-être des malgaches. Des technologies d'atténuation sont disponibles et peuvent être aisément déployées dans ce secteur.

Le Gouvernement Malgache peut intervenir pour faciliter les initiatives de tous les acteurs de développement.

Problèmes concernant la qualité de l'air et de l'eau	Politique et mesures d'adaptation (secteurs concernés : santé, eau, Energie, transport, industrie, bâtiment, agriculture, foresterie)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ pollution de l'air ▪ allergènes/asthme ▪ air intérieur ▪ inondation ▪ ressources limitées ▪ substances toxiques ▪ approvisionnement alimentaire ▪ sécheresse ▪ contamination par l'eau et par les aliments 	<ul style="list-style-type: none"> • Consolidation de la synergie entre les Ministères et les ONG afin d'harmoniser les actions à entreprendre pour atténuer l'émission des GES et pour organiser les activités d'adaptation ; • Renforcement de l'utilisation des NTIC pour la sensibilisation, l'éducation et l'information de la population en matière de protection contre les sources de la maladie, la prévention et le traitement ; • Sensibilisation du public aux incidences du changement climatique et des stratégies d'adaptation adoptées par le gouvernement. • Accroître le suivi et la surveillance ainsi que la collecte de données (atmosphère, eau, nourriture). • Gestion de la prévention des catastrophes (préparation en cas d'inondation, renouvellement de l'infrastructure, barrages, formation, recrutement de volontaires, éducation du public, coordination de l'intervention d'urgence, allocation des ressources). • Amélioration de l'accès à l'eau potable comme une action prioritaire • Mise en place de systèmes d'alerte à la pollution de l'air et aux vagues de chaleur et plans d'intervention en cas d'alerte (Exemples : réduire l'utilisation de peintures à l'huile, des solvants et des produits nettoyant, suspendre l'utilisation des pesticides, réduire l'utilisation du matériel fonctionnant à l'essence, retarder le plein d'essence après la tombée du jour). • Education et sensibilisation de la population, surtout des gargotes qui prolifèrent au pays, du bon entreposage et de la bonne manipulation des aliments en températures chaudes. • Education et sensibilisation de la population à une nutrition saine, à l'exposition aux contaminants. • Promotion des aliments traditionnels qui ne sont pas facilement accessible dans les villes. • Intégration des questions du changement climatique et de la santé dans les évaluations environnementales. • Gestion environnementale (air, eau, produits toxiques), élaboration et mise en application de normes. • Sensibiliser et promouvoir le sport et un mode de vie active pour chaque individu de la société. • Promouvoir de nouvelles approches innovatrices en matière de transport.(exemple : utiliser une bicyclette au lieu d'une voiture ou une moto, aller à pied pour rejoindre son lieu de travail, réduire l'utilisation des

	<p>véhicules à essence et au diesel en promouvant les voitures électriques ou hybrides, minimiser que les moteurs d'automobiles tournent au ralenti, adoption des carburants sans plomb)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Réhabiliter et repenser les structures de retenue et d'assainissement des eaux pour faire face à la plus grande variation des pluies et inondations due à des catastrophes météorologiques exceptionnels (exemple : augmenter la taille des conduits pluviaux, la robustesse des viaducs et des tirants d'eau, augmenter la capacité absorbante des aménagements urbains, élaborer des programmes de protection et de maintenance des égouts pluviaux). • Augmenter la capacité de l'infrastructure hydraulique actuelle (exemple : les barrages, les égouts, les fossés de drainage, les évacuateurs de crues). • Gestion de l'agriculture (sécurité alimentaire, contamination de l'eau).
--	--

Problèmes concernant les maladies infectieuses	Politique et mesures d'adaptation (secteurs concernés : santé, eau, Energie, transport, industrie, bâtiment, agriculture, foresterie)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ maladies à transmission vectorielle ▪ aliments importés ▪ phénomènes météorologiques graves 	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction des sources vectrices de maladies par l'amélioration de l'environnement • Consolidation de la synergie entre les Ministères et les ONG afin d'harmoniser les actions à entreprendre pour atténuer l'émission des GES et pour organiser les activités d'adaptation ; • Renforcement de l'utilisation des NTIC pour la sensibilisation, l'éducation et l'information de la population en matière de protection contre les sources de la maladie, la prévention et le traitement ; • Sensibilisation du public aux incidences du changement climatique et des stratégies d'adaptation adoptées par le gouvernement. • Accroître le suivi et la surveillance ainsi que la collecte de données (atmosphère, eau, nourriture). • Promouvoir la bienfaisance des dons de sang • Planifier la lutte contre les maladies infectieuses qui surviennent après les catastrophes naturelles. • Renforcement de l'infrastructure de santé publique en vue du suivi et de la surveillance des maladies infectieuses (exemple : accès accru aux services médicaux, capacité d'information sur la santé, vérification de l'eau des puits privés, surveillance et inspection alimentaire, etc.). • Améliorer les services de vaccination et de médicaments destinés à combattre les maladies infectieuses. • Promotion de la santé, prévention des maladies et soins aux populations migrantes et aux voyageurs.

- Renforcement de la vulgarisation l'utilisation de moustiquaires pour la prévention du paludisme, surtout pour les femmes enceintes et les enfants



Des enfants malagasy sous une moustiquaire

- Développement des usines pharmaceutiques locales
- Redéploiement du personnel médical dans les zones rurales
- Meilleure formation en épidémiologie et surveillance sur le terrain, amélioration des méthodes et modèles épidémiologiques et des systèmes de surveillance des maladies.
- Intégration des éléments de changement climatique et de la santé dans les activités d'importation et réglementation alimentaire.
- Développement des centres de recherche sur les plantes médicinales malgaches, comme l'IMRA, le CNARP, l'HOMEOPHARMA, le RIRA et valorisation des résultats.
- diminution du coût des soins (subvention de l'Etat) pour pallier le faible pouvoir d'achat de la population, ainsi que la facilitation de l'importation de médicaments génériques
- Redynamisation et la priorisation de la formation continue à tous les niveaux du personnel de la santé.
- Amélioration des conditions de travail du personnel de la Santé (plan de carrière, revenu, logement, indemnités...) et la réhabilitation de tous les Centres de Santé de Base afin que les agents de santé puissent offrir le paquet de service de base de qualité d'un CSB2 actuel,
- Installation d'équipes mobiles de santé pour les zones enclavées et à faible densité de population
- Mise en place d'un système de contrôle de qualité des médicaments au niveau des formations sanitaires périphériques en incluant : les formations, la logistique, le contrôle (Centrale d'achat, pharmacie de gros, FS)

Problèmes concernant les populations vulnérables	Politique et mesures d'adaptation (secteurs concernés : santé, eau, Energie, transport, industrie, bâtiment, agriculture, foresterie)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Indigènes ▪ enfants ▪ personnes âgées ▪ handicapés ▪ sans-abri / faible revenu ▪ immigrants 	<ul style="list-style-type: none"> • Consolidation de la synergie entre les Ministères et les ONG afin d'harmoniser les actions à entreprendre pour atténuer l'émission des GES et pour organiser les activités d'adaptation ; • Renforcement de l'utilisation des NTIC pour la sensibilisation, l'éducation et l'information de la population en matière de protection contre les sources de la maladie, la prévention et le traitement ; • Sensibilisation du public aux incidences du changement climatique et des stratégies d'adaptation adoptées par le gouvernement. • Élargir la conduite d'études d'impact sur la santé pour inclure les

<ul style="list-style-type: none"> ▪ populations pauvres rurales et urbaines 	<p>communautés et les individus qui sont vulnérables aux impacts sur la santé provoqués par le changement climatique.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mesures en prévision de désastres, renforcement des communications d'urgence, préparatifs en prévision d'inondation, renouvellement des infrastructures, formation, recrutement des volontaires, éducation du public, coordination de l'intervention d'urgence, allocation de ressources. • Renforcer l'infrastructure de santé publique (p. ex., meilleur accès aux soins médicaux pour certaines populations, notamment aux soins préventifs et primaires, aux services de santé pour les personnes handicapées, les immigrants, les Autochtones, les enfants et pour les collectivités rurales). • diminution du coût des soins (subvention de l'Etat) pour pallier le faible pouvoir d'achat de la population, ainsi que la facilitation de l'importation de médicaments génériques • Redynamisation et priorisation de la formation continue à tous les niveaux du personnel de la santé. • Amélioration des conditions de travail du personnel de la Santé (plan de carrière, revenu, logement, indemnités...) et la réhabilitation de tous les Centres de Santé de Base afin que les agents de santé puissent offrir le paquet de service de base de qualité d'un CSB2 actuel, • Installation d'équipes mobiles de santé pour les zones enclavées et à faible densité de population • Mise en place d'un système de contrôle de qualité des médicaments au niveau des formations sanitaires périphériques en incluant : les formations, la logistique, le contrôle (Centrale d'achat, pharmacie de gros, FS) • Amélioration des services de vaccinations et de médicaments afin de combattre les maladies infectieuses chez les populations vulnérables. • Planter plus d'arbres et de végétation pour atténuer la chaleur excessive • Envisager la pertinence de zones de plaine d'inondation (élévation du niveau de la mer). • Diversification des sources d'énergie (conditions météorologiques violentes). • Amélioration des pratiques en matière de logement et d'hygiène visant à combattre les maladies infectieuses parmi les populations vulnérables • Elaborer des plans de déplacement de la population dans le cas où il y aurait une hausse du niveau de la mer.
---	--

Problèmes concernant les catastrophes naturelles	Politique et mesures d'adaptation (secteurs concernés : santé, eau, Energie, transport, industrie, bâtiment, agriculture, foresterie, zones côtières)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Orages répétés ▪ inondations ▪ grêle ▪ cyclones ▪ sécheresse 	<ul style="list-style-type: none"> • Consolidation de la synergie entre les Ministères et les ONG afin d'harmoniser les actions à entreprendre pour atténuer l'émission des GES et pour organiser les activités d'adaptation ; • Renforcement de l'utilisation des NTIC pour la sensibilisation, l'éducation et l'information de la population en matière de protection contre les sources de la maladie, la prévention et le traitement ; • Sensibilisation du public aux incidences du changement climatique et des stratégies d'adaptation adoptées par le gouvernement.

	<ul style="list-style-type: none"> • Créer ou accroître les plans de prévention des désastres. Renforcement des communications d'urgence, préparation aux inondations, renouvellement des infrastructures, formation, recrutement des volontaires, éducation du public, coordination de l'intervention d'urgence, allocation de ressources. • Créer ou accroître les plans d'intervention en cas d'urgence (exemple : planification du combat de maladies infectieuses qui découlent après les désastres naturels), des réserves médicales appropriées pour les blessures et les maladies. • Prévoir des abris de tempêtes. • Améliorer les avis aux médias et les systèmes d'alerte rapide des catastrophes naturelles. • Planification de l'utilisation du sol. (exemple dans les zones côtières, les risques associés avec l'inondation et les tempêtes pourraient être gérés en utilisant des structures de protection, le zonage restreignant de l'utilisation du sol incluant les reculs et les limites d'empiètement, le développement de nouvelles zones humides, l'adoption de provisions d'un code de construction pour les structures situées dans les régions vulnérables). • Construction de remparts solides le long du littoral • Fortifier les systèmes d'hygiène. • Elaborer des normes et des codes de construction • Mécanismes de partage des coûts pour les initiatives de compensation et d'adaptation
--	---

Problèmes concernant la mortalité et la morbidité reliées à la température	Politique et mesures d'adaptation (secteurs concernés : santé, eau, Energie, transport, industrie, bâtiment, agriculture, foresterie, zones côtières)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Chaleur (il faut remarquer l'existence des canicules dans les zones littorales et la région de Maevatanana) ▪ Froid (Les températures froides des Régions Amoron'Imania et Vakinankaratra commencent à être insupportables) 	<ul style="list-style-type: none"> • Consolidation de la synergie entre les Ministères et les ONG afin d'harmoniser les actions à entreprendre pour atténuer l'émission des GES et pour organiser les activités d'adaptation ; • Renforcement de l'utilisation des NTIC pour la sensibilisation, l'éducation et l'information de la population en matière de protection contre les sources de la maladie, la prévention et le traitement ; • Sensibilisation du public aux incidences du changement climatique et des stratégies d'adaptation adoptées par le gouvernement (exemple : Mettre en application des campagnes de sensibilisation sur l'habillement approprié) • Créer ou accroître les plans de prévention des désastres. • Plans d'intervention de températures froides et de vagues de chaleur. Par exemple, une alerte de température froide identifierait les abris potentiels, tant publics que privés, (centres communautaires, bibliothèques) et les endroits où résident bon nombre de personnes âgées. • Mettre en application des systèmes de veille météorologique et d'alerte rapide. • Amélioration et normalisation des maisons d'habitations et des bâtiments publics en matière d'isolation thermique.

<p>Problèmes concernant l'appauvrissement stratosphérique de l'ozone</p>	<p align="center">Politique et mesures d'adaptation (secteurs concernés : santé, industrie, bâtiment, zones côtières)</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Exposition aux rayons ultraviolets 	<ul style="list-style-type: none"> • Consolidation de la synergie entre les Ministères et les ONG afin d'harmoniser les actions à entreprendre pour atténuer l'émission des GES et pour organiser les activités d'adaptation ; • Renforcement de l'utilisation des NTIC pour la sensibilisation, l'éducation et l'information de la population en matière de protection contre les sources de la maladie, la prévention et le traitement ; • Sensibilisation du public aux incidences du changement climatique et des stratégies d'adaptation adoptées par le gouvernement • Campagne de sensibilisation à propos des dangers des rayons ultraviolets. • Surveillance accrue de l'épuisement des niveaux d'ozone stratosphérique. • Habillement et lunettes de soleil appropriés. • Information sur les écrans solaires ou lotions plus efficaces lors des baignades en mer ou détente sur les plages.

<p>Problèmes socio-économiques</p>	<p align="center">Politique et mesures d'adaptation (secteurs concernés : santé, industrie, bâtiment, transport, zones côtières)</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ perte de ressources naturelles ou de revenu ▪ sécurité alimentaire ▪ déplacement de populations 	<ul style="list-style-type: none"> • Consolidation de la synergie entre les Ministères et les ONG afin d'harmoniser les actions à entreprendre pour atténuer l'émission des GES et pour organiser les activités d'adaptation ; • Renforcement de l'utilisation des NTIC pour la sensibilisation, l'éducation et l'information de la population en matière de protection contre les sources de la maladie, la prévention et le traitement ; • Sensibilisation du public aux incidences du changement climatique et des stratégies d'adaptation adoptées par le gouvernement • Renforcement de la résistance et de la santé des collectivités grâce à des programmes de santé communautaire (nutrition, maladies infectieuses, soutien aux familles, soins à domicile, etc.). • Augmentation de la surveillance des migrations des espèces sauvages, des habitats du poisson, et des écosystèmes

2.8.-SECTEUR TRANSPORT

2.8.1.- ETAT DES LIEUX

Les principaux GES dus aux transports sont CO₂, CH₄, N₂O, NO_x, CO, COVNM, SO₂.

Tableau des émissions de gaz à effet de serre due aux transports en Gg

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COVNM	SO ₂	Total	%
Aviation civile	38,44	0,00	0,00	0,12	0,12	0,02	0,01	38,71	05,90
Transport routier	495,15	0,08	0,00	4,91	27,17	5,14	0,69	533,14	81,22
Chemin de fer	12,71	0,00	0,00	0,21	0,17	0,03	0,25	13,37	02,03
Navigation maritime	67,44	0,00	0,00	1,36	0,91	0,18	1,34	71,23	10,85
TOTAL	613,74	0,08	0,00	6,60	28,37	5,37	2,29	656,45	100
%	93,49	0,01	0,00	1,01	4,32	0,82	0,35	100	

(Source : Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques- Communication nationale- Ministère de l'Environnement, et des Eaux et Forêts initiale)

Ce tableau indique l'émission de gaz à effet de serre due aux transports en Gg dans les quatre domaines : aviation civile, transport routier, chemin de fer, navigation maritime. A partir de ces données statistiques, plusieurs analyses comparatives sont possibles, notamment l'analyse par nature des gaz émis et par domaine.

Plus de 93 % des gaz émis par les transports sont du dioxyde de carbone (CO₂), plus de 4% sont de l'oxyde de carbone (CO). Les autres gaz sont moindres en pourcentage mais non négligeables en masse au point de vue changement climatique.

Etant donné le nombre important des véhicules motorisés et la densité de son réseau routier (2 476 km pour 1000 km²), la ville d'Antananarivo est la plus polluée.

L'utilisation d'énergies fossiles et l'accroissement du nombre de véhicules vétustes mises en circulation, sont responsables de l'émission de GES

Transport routier

Etant le plus utilisé à Madagascar, son réseau routier mesure 49 638 km dont 5.289 km goudronnés et 44.349 km en terre. Il est en moyenne de faible densité : 9 km/1.000 km² pour les routes goudronnées, 75/1.000 km² pour les routes en desserte. L'âge moyen est relativement élevé. Ces routes sont dans l'ensemble fortement dégradées à défaut d'entretien depuis le milieu des années 70, et sont inégalement réparties entre les régions

Les deux grands axes Nord et Sud partent d'Antananarivo. La route Nationale N°1 (RN.1) reliant Antananarivo et Tsiroanomandidy en passant par le lac d'Itasy est la voie la plus utilisée. L'artère principale est la RN.4 qui va vers Mahajanga. La RN.2 qui relie Antananarivo au port de

Toamasina est la voie commerciale la plus importante. La route du Sud (RN.7) traversant les Hautes-Terres jusqu'à Toliara, en passant par Fianarantsoa, est réhabilitée.

De nombreux véhicules à traction humaine ou animale non émetteur de GES (pousse-pousses, kalesy, charrettes attelées, diligences) sont toujours présents dans les grandes villes.

Des vélos, scooters et motos sont également utilisés.

Dans les grandes villes, des pousse-pousse bicyclettes commencent à être vulgarisées en remplacement des pousse-pousses traditionnelles.



Une pousse- pousse bicyclette

Depuis 5 ans, la réhabilitation des réseaux routiers constitue le leitmotiv de l'Etat malagasy.



Transport maritime

Le trafic maritime joue un rôle primordial pour Madagascar pour deux raisons:

- ♦ les relations avec l'extérieur du fait de l'insularité.
- ♦ le désenclavement de certaines régions où le réseau routier est impraticable durant certaines périodes de l'année. Une particularité réside le trafic au cabotage qui s'effectue par boutres sur la côte Ouest contrairement à la côte Est où les conditions météorologiques sont défavorables.

Madagascar dispose les principaux ports suivants : Toamasina (80% environ du trafic total), Antsiranana, Mahajanga, Nosy-Be, Toliary, Tolagnaro et Morondava.

L'importance du transport maritime est favorisée par l'existence de plusieurs chantiers navals dont le SECREN (Société d'Etudes de Construction et de Réparation Navale), TOKY NAVAL POLYESTER et autres. C - Transport fluvial

Les pirogues sont surtout utilisées pour les transports des matériaux de construction : briques, madriers, sable, etc. dans les Hautes Terres Centrales tandis que dans les zones côtières, elles sont utilisées pour la pêche : lakam- bezo ou pirogue à balancier



Transport ferroviaire

Le Réseau National des Chemins de Fer Malagasy (RNCFM) comprend deux réseaux indépendants, le Nord et le Sud avec 4 lignes à voie unique totalisant 1.030 km.

On constate que certains collecteurs individuels utilisent le train pour acheminer des poissons frais ou traités du lac Alaotra vers Antananarivo ou du canal des Pangalanes vers Toamasina). Actuellement, la RNCFM a été cédée à la société MADARAIL.

Transport aérien

L'île dispose d'un grand nombre d'aéroports fonctionnels. Le transport aérien est assuré en grande partie par la Compagnie Air Madagascar.

Dans le secteur Transport, l'accroissement continu de la consommation de carburant, l'importance du volume de consommation des produits pétroliers et la vétusté des matériels roulants sont des indicateurs significatifs et inquiétants intervenant dans la pollution atmosphérique plus particulièrement dans les centres urbains.

Comme les pollutions émises par les bateaux risquent de troubler la vie aquatique, les réglementations nationales et internationales doivent être appliquées avec rigueur

2.8.2.- ANALYSE DES TECHNOLOGIES ET SAVOIR-FAIRE ECOLOGIQUEMENT RATIONNELS ET L'OPPORTUNITE DE LEURS APPLICATIONS Y COMPRIS LES TECHNOLOGIES ENDOGENES EXISTANTES.

Technologies endogènes

- Véhicules non motorisés

Dans les zones rurales, la majorité des agriculteurs transportent leurs produits agricoles à pied vers les marchés communaux sur une distance parfois impressionnante (10 à 25 km). D'autres utilisent des véhicules non motorisés (charrettes, pirogue, bicyclette, kalesy, pousse-pousse, etc.). Dans les grandes villes, des pousse-pousse bicyclettes commencent à se développer.

- Production d'huile de jatropha pour les moteurs diesels

Actuellement, Madagascar se lance vers la production de biodiesel obtenue à partir du jatropha, plante originaire d'Amérique du Sud. Le carburant issu de cette plante a l'avantage de rejeter de la vapeur d'eau à la place du gaz carbonique. Sa culture a débuté en décembre 2005 dans trois régions de Madagascar sur une superficie totale de 1 631 hectares avec la participation de 1 500 paysans au projet.

La Grande Ile espère en produire 5% de la consommation nationale en carburant en 2008, voire en exporter par le biais de la société D1 Oils. Du point de vue économique, la vente de l'huile constitue un revenu supplémentaire pour les paysans malgaches, estimé à un million d'ariary (472 dollars) par paysan par an.

Hormis les intérêts environnementaux et économiques de l'huile de jatropha, il peut substituer le charbon, l'engrais, la bougie et de savon. Le jatropha peut être utilisée à 100% par les moteurs diesels après une adéquate purification.

- Production d'éthanol pour les moteurs à essence

Actuellement, la société anonyme malgache RAVELOSON Samuel, assistée par la « Chandni Oil Company » implante des usines productrices d'éthanol à partir des cannes à sucre produisant 90000 litres par jour. La production sera effective en août 2008. Les 90% de la production seront exportée. (Source : journal *Taratra* du jeudi 10 mai 2007). L'utilisation directe de l'éthanol fournit un taux de substitution à l'essence qui atteint 85 %, sous réserve d'une adaptation des carburateurs et des moteurs.



Plantation de cannes à sucre à Madagascar

Technologies exogènes

- Les pousse-pousse motorisés au GNC et au GPL

Dans de nombreuses régions d'Asie, le pousse-pousse motorisé est un mode de transport à bon marché. Il est possible d'obtenir une réduction importante de la pollution atmosphérique en convertissant les moteurs ayant pour source d'énergie le gaz naturel comprimé (GNC) ou le gaz de pétrole liquéfié (GPL). Cette conversion a été améliorée au Canada (Centre de Technologie Environnementale de Canada) en collaboration avec Yugo-Tech (Conversion Gas Systems Inc. de Mississauga) pour sa rentabilisation.

- Véhicules propres et filtre à particules

Le plan « véhicules propres » en France qui se veut une mise en œuvre concrète de la stratégie nationale de développement durable (SNDD), s'inscrit dans le cadre de ses engagements dans le domaine de la lutte contre le changement climatique. Il s'agit de "diviser par 4 à 5 les émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050, soit une réduction continue de 3 % par an".

L'ADEME mène une opération d'équipement de « filtres à particules » pour les camions. Le véhicule le plus propre, actuellement sur le marché, selon le groupe PSA Peugeot- Citroën, serait un diesel avec moteur HDI (injection directe) avec « *filtre à particules* » : il émettrait de 25 à 30 % de gaz à effet de serre de moins qu'un moteur à essence et pratiquement sans particules (0,004 g/km).

Il est à noter qu'un nouveau véhicule rejette 90 % de gaz polluants en moins qu'une voiture de quinze ans. Ainsi, le groupe PSA avance la solution de mettre les anciennes véhicules, donc les plus polluants, au cimetière d'automobiles (à la casse) pour renouveler le parc.

- Hybridation des moteurs

L'hybridation des moteurs de voitures repose sur :

- ♦ La filière hydrogène ;
- ♦ La pile à combustible.

L'hydrogène peut être principalement utilisé de deux manières : la combustion directe ou transformé et la combustion indirecte par « pile à combustible » dont le principe est basé sur la réversibilité de l'électrolyse.

Indépendamment des difficultés et des coûts relatifs à la diffusion de la filière hydrogène dans les transports (essentiellement production et infrastructures de distribution), le principal problème à cette technologie est son coût trop onéreux.

L'hybridation des moteurs permet d'économiser de l'énergie (25 à 30 %) et de protéger l'environnement:

- Système d'échantillonnage par dilution dynamique des gaz d'échappement des véhicules routiers et non routiers (DOES2T)

Le DOES2T est un dispositif autonome et portatif conçu afin d'effectuer les tests d'émissions des gaz d'échappement à bord d'un véhicule en service.

Les véhicules électriques, les **Tramways et métros** pour les zones périphériques contribuent considérablement à la réduction des émissions des GES.

2.8.3.- IDENTIFICATION ET ANALYSE DES BARRIERES LIEES AU TRANSFERT DE TECHNOLOGIES ET SAVOIR-FAIRE ECOLOGIQUEMENT RATIONNELS

Compte tenu des problèmes économiques vécus actuellement à Madagascar, des barrières intérieures et extérieures ont été identifiées. Les barrières sont d'ordres socio-culturels et économiques.

- Faible croissance économique comme le montre le tableau de l'évolution du taux de croissance du Produit Intérieur Brut (PIB).

Année	1986	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Taux (%)	1,9	0,0	1,8	2,0	3,7	3,9	4,7	4,8	6,7	-12,0

Cette situation constitue un blocage important du développement du secteur rendant difficile notamment :

- le renouvellement du parc automobile ;
- l'adoption de nouvelles technologies des véhicules et moyens de transport propres ;
- la construction de nouvelles routes et voies ferroviaires
- ♦ Inexistence d'une politique de recherche en matière de transport.
- ♦ Forte dépendance du secteur aux combustibles fossiles.
- ♦ Mauvaise utilisation des infrastructures routières existantes
- ♦ Mauvaise application des réglementations en vigueur.
- ♦ Manque d'informations, de moyens financiers et matériels

2.8.4.- PROPOSITIONS DE MESURES POUVANT AIDER A SURMONTER LES BARRIERES ET AMELIORER LES TECHNOLOGIES ENDOGENES

- ♦ Relance de l'économie par l'adhésion des bailleurs de fonds aux Objectifs Millénaire de Développement.
- ♦ Augmentation de la production de jatropha et de canne à sucre.
- ♦ Production locale des biocarburants (huile de jatropha et éthanol).
- ♦ Construction, aménagement et réhabilitation des routes, voies ferrées et fluviales existantes (canal des Pangalanes, nouvelles lignes ferroviaires, etc.).
- ♦ Remplacement des sources d'énergie en utilisant le GPL, le GNC et les énergies renouvelables.
- ♦ Renouvellement du parc automobile.
- ♦ Gestion rationnelle de la circulation et bonne application des lois en vigueur.
- ♦ Création d'un Centre de Technologies pour assurer la veille technologiques, l'information, la communication, la formation et élaborer la politique de recherche concernant le secteur.
- ♦ Production locale ou importation de véhicules électriques et ou hybrides.
- ♦ Incitation à l'utilisation des bicyclettes.
- ♦ Incitation de la population à se déplacer à pied autant que possible.

2.9.-SECTEUR ZONES COTIERES

2.9.1.- ETAT DES LIEUX

Situé dans le Sud-Ouest de l'Océan Indien, Madagascar dispose environ de 5.000 Km de côtes. Tel qu'il avait été mentionné dans le Programme d'Actions Nationales d'Adaptation au Changement Climatique (PANA), l'estimation du recul des côtes malgaches a été de l'ordre de 5,71 m à 6,54 m en 1997. Ce phénomène risque d'engloutir environ 225 m en 2100.

En matière d'érosion côtière, les cas de la ville de Morondava et ceux de certaines parties du Moyen-Ouest du littoral malgache sont les plus connus depuis plusieurs décennies. Récemment, un cas a été signalé à Mahajanga. La côte Est malgache connaît aussi le même phénomène car une partie de l'avenue bordant la plage de la ville de Toamasina est détruite. A Manakara, un boulevard de la ville se trouve également menacé. Tel qu'il a été souligné plus haut que l'évaluation des reculs de côte en 1997 est entre 5,71 m et 6,54 m ; ce qui laisse supposer qu'à la longue, une bonne partie de 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, voire de disparition.

L'effet du changement climatique est caractérisé par l'inondation des basses côtières et la réduction de la superficie des récifs marginaux, des perturbations des systèmes des courants océaniques. Il y a aussi l'augmentation du niveau de la mer qui, entraînant une érosion côtière et une intrusion d'eau salée, s'est élevé de 10 à 20 cm au cours du 20e siècle, et on prévoit actuellement une hausse de 20 à 100 cm, avec une estimation moyenne de 50 cm, pour le 21e siècle. Il s'ensuivra pour les populations côtières des migrations, des inondations, une élévation des nappes phréatiques, une accentuation de l'érosion des sols, une diminution de la protection corallienne, une baisse des stocks de poisson nécessaires en tant que moyen de subsistance et source de revenu, et une transformation de la couche végétale protectrice sur les côtes.

De telles incidences se traduisent par un énorme coût financier pour l'économie des petits Etats insulaires. De surcroît, il est possible que le tourisme, qui constitue une des bases de leur économie, perde de l'attrait à cause d'une dégradation de l'environnement et de l'infrastructure.

Climat et zones côtières

La partie orientale de Madagascar reçoit beaucoup d'eau, apportée par les alizés humides venus du Sud-est. La mousson du Nord-est est à l'origine des pluies violentes et orageuses qui s'abattent l'été sur les massifs du Nord ; les précipitations annuelles peuvent atteindre 3 050 mm. Le climat se tempère sur le plateau central, où les précipitations sont moins abondantes, les étés assez chauds et les hivers frais. Les régions arides du Sud et du Sud-Ouest reçoivent moins de 380 mm par an. Le plus gros des pluies tombe entre novembre et avril.

La chaleur règne sur les régions côtières toute l'année et le climat de ces zones est caractérisé par :

- ♦ l'humidité dans presque toute la partie orientale du pays d'où le climat tropical humide. Ce dernier concerne plus particulièrement les régions Sava, Analanjorofo, Antsinanana, Vatovavy fitovinany et Atsimo Antsinanana .
- ♦ la sécheresse dans la partie occidentale de Madagascar dont les régions de Diana, Sofia, Boeny, Melaky et Menabe.
- ♦ la semi aridité dans la partie Sud de Madagascar dont les régions d'Anosy, d'Androy et d'Atsimo Andrefana.

Topographie et zones côtières

Étant une île, Madagascar possède une forte potentialité en matière de Biodiversité côtière et marine. Les mangroves, les récifs coralliens, les lagunes et les plages sableuses constituent les principaux écosystèmes marins et côtiers de Madagascar.

Dans les mangroves, la flore est composée des palétuviers (plante à fleurs tropicale, vivant dans la mangrove, dont une partie importante des racines est aérienne. Ce sont des arbres ou des arbustes, qui croissent dans les eaux salées et peu profondes ou saumâtres, généralement le long des estuaires ou du littoral) et les espèces d'arrière mangroves, formant d'importants peuplements. La faune y est par contre assez pauvre.

Dans les zones récifales, les végétaux sont constitués par des algues et phanérogames marines. Tandis que les peuplements animaux sont composés de plusieurs classes comme les Madréporaires, Cnidaires et Mollusques ainsi que les Mammifères marins.

En général, pour ce qui est des ressources marines et côtières, les Crustacés incluant les crevettes, les langoustes et les crabes sont les plus exploités. L'exploitation des poissons est bien connue.

Ecosystèmes marins et côtiers

Les écosystèmes marins et côtiers regroupent la plus vaste communauté d'organismes marins vivants ; il s'agit de : récifs, mangroves, flores et faunes des zones côtières et marines

- Récifs

À Madagascar, les récifs coralliens, zones de haute potentialité biologique, à diversité floristique et faunistique considérable, sont des écosystèmes très complexes et productifs qui offrent des ressources à la population locale.

Plusieurs études dont certaines très récentes, ont été publiées à l'endroit des récifs coralliens malgaches. Le Grand Récif de Toliara fait l'objet de plusieurs publications grâce aux résultats de recherche effectués par les chercheurs et enseignants dont ceux du Centre National de Recherches Océanographiques (CNRO de Nosy-Be) et de l'Institut Halieutique et Sciences Marines (IHSM de Toliary).



Les récifs coralliens sont des milieux très diversifiés de supports durs ou souples, morts ou vivants qui conçoivent chacun des supports pour différents autres organismes vivants. Physiquement, ils protègent la côte en cassant l'action de la houle et des vagues. Pareillement, dans le cas des récifs barrières et intermédiaires, ils créent une zone post-récifale de calme marine, favorable à des installations portuaires

La barrière récifale est un obstacle infranchissable pour les poissons pélagiques, réduisant ainsi le risque de prédation des espèces récifales proies

Les récifs sont une source de devise fondamentale dû au tourisme, principalement concentré en zone littorale récifale. Aussi, les ressources vivrières des récifs sont une source en protéines et vitale où la pêche artisanale est l'une des principales activités des populations côtières

Flore des zones côtières et marines

- Mangroves

A Madagascar, la superficie occupée par les mangroves est d'environ 330.000 hectares (300.000 à 400.000 ha selon Perrier de la Bathie, 1921 ; Kiener, 1972; Lebigre, 1990). La majorité des mangroves s'implantent dans les bassins sédimentaires formant ainsi dans la partie Nord-Ouest de l'île des forêts denses



Les sols de mangroves malgaches, riches en alluvions et en composé de fer oxydé, ont une structure argileuse dans sa partie superficielle. Ils sont rarement sulfatés acides traduisant une faible évolution des composés du soufre, freinant ainsi leur maturation chimique. Le pH des sols est acide à neutre

Pour ce qui est de richesses biologiques dans les mangroves, la flore est composée par 8 espèces : *Sonneratia alba* ; *Avicennia marina* ; *Rhizophora mucronata* ; *Xylocarpus granatum* ; *Bruguiera gymnorhiza*. Dans les endroits à haute précipitation on trouve des palétuviers de plus grande taille. D'autres plantes sont également visibles dans les zones de mangroves tels *Acrostichum aureum* et le *Typha* accompagnées par les espèces *Hibiscus tiliaceus*, *Derris uliginosa* peuplant les arrière mangroves.



Faune des zones côtières et marines

La faune des mangroves présente une grande biodiversité, marquée par une certaine endémisme pour les espèces aquatiques à Madagascar ; l'avifaune en est la plus diversifiée.

Les Poissons, abondants dans les chenaux des mangroves malgaches, appartiennent à plusieurs familles (Sélaciens, Carangidés, Mugilidés, Sparidés, Lutjjanidés, Mullidés, Apogonidés).



Les Mollusques constituent aussi une importante biodiversité dans les mangroves, avec les huîtres (*Crassostrea cucullata*), les littorines fixées sur les troncs, branches et les racines des palétuviers. Parmi les Gastéropodes *Pyrazus palustris*, *Cerithidea decollata* jonchent les sols. Ces animaux constituent parfois une source de nourriture pour la population.

Concernant les *Crustacés*, les crevettes d'eau douce sont présentes dans ces zones avec les *Acetes* (Tsivakiny). Il y a également les crabes de mangroves : *Scylla serrata* et les crabes de vasières tels *Uca*, *Sesarma*, *Cardisoma carnifex*. Ils détiennent un rôle important dans le recyclage de la matière organique dans les mangroves.

De nombreuses évaluations sur les potentialités halieutiques dans les zones de mangroves ont été effectuées ; toutefois, elles devraient faire l'objet de mise à jour, étant donnée la forte exploitation de produits halieutiques ainsi que l'évolution des conditions écologiques des milieux. A titre d'exemple, la capture annuelle de crevette est estimée à 1.700 tonnes par an et le stock de crabes *Scylla serrata*, évalué aux alentours de 7.500 tonnes. La capture des petits poissons des eaux d'estuaires a été estimée à 40.000 tonnes

Bref, la biodiversité marine de Madagascar est menacée à l'heure actuelle. Ces menaces sont très liées à l'environnement côtier et marin, considéré comme relativement préservé. Les principales menaces concernent la pêche, la pollution, la déforestation des mangroves, l'érosion côtière et le tourisme.

(Source : extrait site Internet : <http://www.madatours.com/biodiversite/biomarine.htm>)

Contexte des zones côtières

Le littoral malgache concerne plus de 51% du territoire et abrite près de 65% de la population totale. Il comprend les milieux naturels parmi les plus riches et diversifiés du pays. Les récifs coralliens, les mangroves, les marais littoraux ou les forêts littorales présentent un intérêt économique et écologique majeur pour le devenir des populations côtières et du pays en soi. A titre d'exemple, les récifs coralliens et les mangroves qui abritent généralement des crevettes représentent un revenu potentiel pour les petites et moyennes entreprises et/ou Association paysanne côtières.

Egalement, les récifs coralliens cassent notamment la force des houles et vagues et donc diminuent leur impact sur la côte réduisant d'autant l'érosion du littoral. Il existe ainsi une complémentarité, une solidarité écologiquement utile entre les écosystèmes.

Malgré la faible densité de la population côtière par rapport à celle de la moyenne nationale, de nombreux impacts se font sentir sur le littoral, plus particulièrement sur les milieux sensibles comme les zones récifales et de mangrove. La pollution causée par l'érosion des bassins versants déboisés, affecte presque toutes les zones côtières du pays, il s'agit de l'envasement des plaines côtières et des rizières, salinisation des sols, dégradation des récifs et des zones de mangrove. Dans ces espaces de production, les conflits deviennent parfois aigus comme le cas d'exploitation des pêches crevettières entre la pêche artisanale et la pêche industrielle.

Pour ce qui est de la complémentation de survie de la population côtière, la pêche vient compenser la faible production agricole due à l'irrégularité des pluies afin d'éviter la crise alimentaire bien plus grave. (Source : *Saholy Raminintsaoatra -Vers la gestion intégrée des zones côtières à Madagascar-2006 - Université de Limoges*).

Pour ce qui est de l'industrie touristique, elle est en pleine expansion à Madagascar. Dans les milieux qui sont vitaux pour les activités touristiques et où le tourisme constitue un élément tout aussi vital pour les économies du pays – à savoir les zones côtières - le changement climatique fait peser une menace sur le tourisme. Des mutations importantes sont à craindre sur les marchés.

Le tourisme balnéaire semble appelé à ressentir le plus les effets du changement climatique, notamment l'érosion des plages, l'élévation du niveau des océans, l'aggravation des dommages provoqués par les raz de marée.

L'infrastructure touristique – notamment les hôtels, souvent situés à moins de 100 mètres des rives les plus exposées – est de plus en plus menacée par des conditions climatiques extrêmes, et par les phénomènes physiques qui vont de pair, tels que les cyclones tropicaux et l'élévation du niveau de la mer. (Source : *Acte de la 1ère Conférence internationale sur le changement climatique et le tourisme, Djerba, Tunisie, 9-11 avril 2003*)

Les GES d'origine anthropique et zones côtières

Comme tous les pays du monde, devant le Changement climatique mondial, Madagascar doit faire face aux effets néfastes de tel changement. A cet égard, avec la participation de diverses parties prenantes dont les principales sont : les instances décentralisées et déconcentrées des régions, des experts, d'un comité national regroupant des représentants des administrations et de la société civile, etc., l'établissement d'un Programme d'Actions National d'Adaptation (PANA) au changement climatique s'est avéré donc nécessaire pour renforcer les capacités du pays à s'adapter aux méfaits des variabilités climatiques passées et actuelles et, par conséquent, aux changements climatiques dans l'avenir.

Les objectifs du document PANA - Madagascar consistent entre autres à définir les activités prioritaires à mettre en œuvre pour répondre aux besoins immédiats et aux préoccupations les plus urgentes en ce qui concerne l'adaptation aux effets néfastes des changements climatiques. (*Source : PANA 2006 – Madagascar*).

La hausse du niveau de la mer est une des menaces des zones côtières, plus particulièrement dans les petites îles dont Madagascar avec ses 5.000 kilomètres environ de côte. De ce fait, la hausse de températures modifie le régime des précipitations, ce qui entraîne une conséquence néfaste pour ce qui est de l'approvisionnement en eau.

En général, les deux principaux gaz à effet de serre sont le gaz carbonique (CO₂) et le méthane (CH₄). Cependant, le méthane n'a qu'une faible durée de vie dans l'atmosphère, le gaz carbonique y demeure pendant plus d'un siècle. C'est la raison pour laquelle l'attention se focalise aujourd'hui sur la réduction des émissions de gaz carbonique.

Le changement climatique est une des menaces qui pèsent sur la biodiversité marine de Madagascar considérée comme préservée. Les principales menaces concernent la pêche, la pollution, la déforestation des mangroves (environ 330.000 hectares de superficie), le tourisme et l'érosion côtière.

Le changement climatique pourrait également avoir pour effet d'augmenter l'ampleur, la fréquence et le risque de phénomènes climatiques extrêmes, comme les cyclones.

2.9.2.- ANALYSE DES TECHNOLOGIES ET SAVOIR-FAIRE ECOLOGIQUEMENT RATIONNELS ET L'OPPORTUNITE DE LEURS APPLICATIONS Y COMPRIS LES TECHNOLOGIES ENDOGENES EXISTANTES

Technologies et zones côtières

En terme de mesures et solutions techniques visant à atténuer les émissions de GES, une vingtaine de pays utilisent l'énergie géothermique (chaleur de la terre utilisée en particulier comme sources d'énergie) pour produire de l'électricité. Une quarantaine utilisent directement l'eau géothermale et quatorze disposent d'une puissance installée supérieure à 100 MW.

(*Source : Techniques, politiques et mesures d'atténuation du changement climatique WMO UNEP – Novembre 1996*)

Les nouvelles techniques associant divers types d'émissions à l'énergie géothermique, notamment le CO₂, le sulfure d'hydrogène et le mercure, fonctionnent en circuit quasiment fermé et la libération de polluants est très minime.

Il est à mentionner que les roches chaudes et sèches non hydrothermiques engendrent de nouvelles ressources. Mais l'énergie apportée est faible dans la réduction des émissions de carbone.

Parlant des océans, l'énergie apportée par les marées et les vagues ainsi que les gradients thermiques et de salinité, sont énormes, mais son exploitation serait aléatoire à court et moyen terme.

Une grande évolution a été notée au niveau de technologies portuaires, à savoir l'utilisation des grues et la manutention portuaire. Ces technologies utilisent d'énormes énergies fossiles qui contribuent à l'émission des GES.

Les grandes industries de pêches (Pêcheries de NOsy Be, SOMAPECHE et REFRIGEPECHE de Mahajanga, etc.) se trouvent dans les côtes de Madagascar. La pêche en soi et le traitement de leurs produits halieutiques nécessitent beaucoup d'énergies pour ne citer que les bateaux et la conservation sous froid des poissons, des crevettes, etc.

Des techniques de défense lourde relevant de l'ingénierie, tels les ouvrages en béton ou en enrochement de côte, ont été adoptées pour protéger les littoraux.



Pour la plage, des techniques douces (Alimentation artificielle en sable) assistent les processus naturels et mettent à profit des composants du milieu naturel (étendues de sable, dunes, marais, végétation) pour empêcher l'érosion d'atteindre l'arrière-côte ;

Toujours dans le souci de protéger les littoraux, il y a les techniques de protection des récifs coralliens : la replantation des mangroves et la transplantation corallienne.



Replantation de mangroves

Quant au tourisme, il joue un rôle important dans le changement climatique. Etant donné que la majorité des infrastructures touristiques sont implantées dans les zones côtières, il génère des activités humaines considérables dans ces sites. Toutefois, l'innovation dans le tourisme est aujourd'hui peu connue et difficile à évaluer, en raison du manque de visibilité sur ce secteur, et ses composantes.

Le tourisme ne peut être considéré d'une manière isolée quels que soient les résultats pour l'environnement. Les changements que connaîtra la structure de la demande donneront lieu à des bouleversements plus importants sous de nombreux aspects de la politique économique et sociale, comme l'emploi et la demande de main-d'oeuvre, ainsi que dans des domaines relevant des politiques régionales tels que le logement, le transport et les services sociaux. Une réaction en chaîne pourrait se produire dans d'autres secteurs, comme les branches de l'agriculture qui répondent à la demande touristique, l'artisanat, les réseaux locaux de petites entreprises, etc.

L'innovation dans le tourisme peut se définir de plusieurs façons :

- ♦ *la création d'un nouveau produit* : existence de nouveaux produits et de nouveaux équipements sur les sites (hébergement, loisirs, etc.), de nouveaux services (club enfants, assistance aux touristes, etc.), de nouvelles activités sportive ou culturelle.
- ♦ *l'amélioration des caractéristiques des équipements* : confort ou ergonomie des appartements.
- ♦ *l'amélioration de l'efficacité du service offert* : nouvel équipement informatique, personnel mieux formé.
- ♦ *l'amélioration et maintien du service rendu* : Cela suppose de mobiliser en permanence toutes les ressources existantes telles que les ressources humaines, matériels et financières ainsi que les technologies au service de cette stratégie.

A mentionner que les évolutions technologiques sont particulièrement importantes dans l'hôtellerie et la restauration :

- en ce qui concerne l'hôtellerie, les évolutions technologiques ont permis de réduire les frais fixes d'exploitation à savoir l'installation d'automates et de bornes, etc., d'améliorer le secteur commercial d'exploitation comme la généralisation de l'informatique de gestion ;

- pour ce qui est de la restauration, elles concernent surtout les techniques de management, la cuisson des plats culinaires, et le développement de nouveaux types de cuisson, l'amélioration des techniques de conservation des aliments et de mise en marché de nouveaux produits fournis par l'industrie agro-alimentaire : produits bruts, conserves, surgelés, produits frais crus ou à cuire, plats crus ou cuisinés, etc. (Source : *extrait Internet http://www.tec-conseil.com/pg_clima.htm*)

Hormis les technologies modernes, des technologies dites endogènes existent dans les régions côtières de Madagascar ; il s'agit de :

- ♦ La pêche traditionnelle et artisanale : Cette technique est pratiquée par toutes les régions côtières de Madagascar utilisant des moyens rudimentaires (pirogues, filets maillant, trappe poissons, Valakira, etc.
- ♦ Le séchage et la technique de conservation des produits de pêches et des autres produits locaux. Cette technique est pratiquée par les pêcheurs depuis longtemps pour conserver les produits de mer ; et ce dans le but de prévoir les périodes où la pêche n'est pas possible (période de pluies, cyclone, etc.)
- ♦ La fabrication du poisson braisé et séché : Cette technique est très classique et très utilisée dans l'art culinaire de la population côtière. Un de ses objectifs est de varier l'habitude alimentaire et d'augmenter la rentrée d'argent au niveau des ménages.
- ♦ La fabrication de sel marin : Madagascar est entourée de mer, la technique de fabrication de sel marin est normale et est très pratiquée pour la consommation de toute la population de la grande île.
- ♦ Technique de fermentation de la sève de cocotier (tsijavo) : La plupart des habitants littoraux plus précisément ceux de la région Nord-Ouest de Madagascar fabriquent ce qu'on appelle « tsijavo ». Ce produit est obtenu à partir de la sève de cocotier ; juste après l'extraction, il est exempté d'alcool et est très apprécié par les femmes car il se ressemble beaucoup au jus de fruit naturel. Après quelques heures (4 ou 5) de l'extraction, la fermentation est très rapide et le taux d'alcool augmente. Ce sont les hommes qui sont les plus attirés pour consommer ce produit.

Presque toutes ces technologies endogènes ne contribuent pas aux émissions des GES, toutefois, elles devraient être améliorées pour être conforme aux normes établies.

Bon nombre de pays et de régions où l'on utilise peu le gaz naturel et où l'on ne dispose pas toujours de l'équipement nécessaire (la plus grande partie de l'Afrique subsaharienne) ont une infrastructure trop rudimentaire et une expérience trop succincte pour tirer convenablement parti des émissions de méthane.

Pour que les projets de réduction des émissions de méthane puissent être menés à bien, il importe de lever les obstacles à l'aide de mesures appropriées.

Les technologies se rapportant dans le sous-secteur « tourisme » ne peuvent être étudiées d'une manière isolée, elles sont étroitement liées avec les autres secteurs (agriculture, transport, énergie, bâtiment, etc. Ainsi, des réactions en chaîne pourraient se produire dans ces secteurs qui sont davantage détaillés dans d'autres chapitres.

D'un côté, le sous-secteur tourisme a l'obligation de limiter ses retombées négatives sur l'environnement et donc ses émissions de gaz à effet de serre, lesquelles contribuent au changement climatique. D'un autre côté, l'évolution du climat mondial agira directement sur beaucoup de destinations touristiques, ce qui pourrait se traduire par des incidences d'une portée considérable non seulement dans l'industrie touristique, mais dans d'autres secteurs de l'économie. Il faut que l'industrie touristique soit bien consciente de ces incidences et qu'elle s'engage dans des processus de planification qui lui permettent de s'adapter et de moduler ses activités en conséquence.

La sensibilisation de l'industrie touristique relève d'un effort global ; de ce fait, il faudrait :

- ♦ Encourager les professionnels du tourisme, et notamment les transporteurs, les hôteliers, les voyageurs; les agents de voyages et les guides touristiques à faire évoluer leurs activités et à utiliser des techniques et une logistique plus propres et plus économes en énergie afin de minimiser, dans toute la mesure du possible, leur contribution au changement climatique ;
- ♦ Inviter le Gouvernements à encourager le recours aux sources d'énergie renouvelable dans les entreprises et activités de tourisme et de transport, en apportant une assistance technique et en offrant des avantages fiscaux et autres.

2.9.3.- IDENTIFICATION ET ANALYSE DES BARRIERES LIEES AU TRANSFERT DE TECHNOLOGIES ET SAVOIR-FAIRE ECOLOGIQUEMENT RATIONNELS

Dans les pays en développement, outre les barrières exogènes (les questions de financement, d'application et de diffusion), les barrières endogènes entravant le transfert des technologies sont très accentuées.

Barrières endogènes

Les contraintes socio-culturelles liées aux us et coutumes (utilisation des plages en général pour les décharges fécales) de la population côtière ne contribuent du tout pas à l'atténuation du changement climatique.

Il en est de même pour les industries ou usines implantées dans les zones côtières de l'île, la majorité ne sont pas dotées de stations d'épuration des eaux usées qui sont directement déversées dans les océans ; ce qui contribue au changement climatique.

Barrières exogènes

- Accès difficile aux financements extérieurs.

La pénurie de capitaux, en particulier dans les pays en développement et dans certains pays à économie de transition, constitue une barrière essentielle à l'application de solutions d'atténuation des émissions de GES.

A l'instar des autres secteurs, l'un des majeurs obstacles au transfert de technologies d'adaptation côtière est le manque d'accès à des moyens financiers. Des programmes d'adaptation côtière basés sur un partenariat fort entre les institutions existantes peuvent constituer une répercussion efficace.

– Accès difficile aux T.I.C.

L'accès à l'information est indispensable au transfert de technologie. Il est nécessaire de mieux faire connaître le lien existant entre le changement climatique et le transfert de technologies. Plusieurs besoins se sont manifestés à cet égard et, en premier lieu, celui de diffuser des informations claires et précises sur le sujet de manière que tous les acteurs saisissent bien les retombées à craindre en matière d'émissions de gaz à effets de serre.

On met de plus en plus l'accent sur les campagnes d'information, l'étiquetage écologique et les campagnes de publicité faisant appel à des arguments écologiques, de façon indépendante ou en association avec des subventions d'incitation, pour informer les consommateurs et les fabricants et faire évoluer leur comportement.

2.9.4.- PROPOSITIONS DE MESURES POUVANT AIDER A SURMONTER LES BARRIERES ET AMELIORER LES TECHNOLOGIES ENDOGENES

Face au développement économique rapide des zones côtières, l'environnement marin et les ressources marines sont soumis à des pressions croissantes. Il est nécessaire de les préserver, donc atténuer les émissions des gaz à effet de serre, même si des difficultés majeures se présentent devant la gestion et l'aménagement de ces zones.

Les pays en développement dont Madagascar requièrent à la fois des technologies d'atténuation et d'adaptation et la mise en place d'un bazar des technologies d'adaptation.

Les mesures suivantes devraient être considérées et mises en œuvre pour la promotion de la recherche, de la mise au point, de l'utilisation et de la diffusion mondiale des technologies respectant le climat avec les mesures d'encouragement gouvernementales telles que :

1. le traitement des changements climatiques requiert une volonté politique, une bonne gouvernance et gestion efficiente des ressources financières internes et externes disponibles ;
2. le renforcement des capacités (ressources humaines, financières et matérielles) est nécessaire à toutes les étapes du processus de transfert de technologie. Les structures sociales et les valeurs personnelles évoluent avec l'infrastructure physique et les institutions d'une société, ainsi qu'avec les technologies qui en font partie. De nouvelles trajectoires technologiques impliquent nécessairement de nouveaux enjeux sociaux. Cela exige que les individus et les organisations s'adaptent continuellement à des circonstances nouvelles et acquièrent des compétences nouvelles. Cela est vrai pour les technologies aussi bien d'atténuation que d'adaptation.
3. la sensibilisation de la population côtière en matière de la protection de l'environnement en général et des effets néfastes des GES, la cause principale du changement climatique ;
4. dans le secteur « Zones côtières », le renforcement des capacités doit être focalisé sur le reprofilage du bourrelet littoral, la pose de brise vent, la remise en état des secteurs dégradés par la déflation et l'acquisition foncière du domaine littoral par la communauté de base. Les actions consistent d'une part en la protection des bords de la mer et façade de la côte et d'autre part en l'application d'une politique de gestion efficace et de protection du littoral et du milieu marin par les collectivités territoriales.

5. le transfert de technologie devrait être basé sur des technologies confirmées d'adaptation côtière, y compris des solutions autochtones telle que la restauration et la préservation des zones humides.
6. pour ce qui est du relèvement du niveau des océans, il faudrait empêcher l'inondation des terres intérieures. Trois catégories de stratégies d'adaptation sont en vue ; il s'agit de : la protection, l'adaptation et le retrait. De ce fait, les mesures à prendre sont les suivantes :
 - Construire de digues et murs de défense pour protéger la côte et les terres intérieures les plus proches de la côte ;
 - Renforcer et préserver les défenses naturelles (reboisement des mangroves) ;
 - Construire les infrastructures et stations touristiques plus éloignées de la côte ;
7. le renforcement des plages par l'apport de sable
8. la vulgarisation des nouvelles technologies de l'information et de la communication.

PARTIE 3 : BASE DE DONNEES POUR LES TECHNOLOGIES COMPATIBLES AVEC L'ENVIRONNEMENT

Pour constituer cette base de données, nous avons jugé nécessaire de la présenter sous forme de tableau par secteur, en tenant compte des informations et analyses précédentes.

3.1.-SECTEUR AGRICULTURE ET ELEVAGE.

AGRICULTURE -ELEVAGE			
Technologies existantes	Technologies endogènes	Barrières ou obstacles	Mesures
<p>- Piégeage : Séquestration du carbone dans le sol</p> <p>- transformation du CH₄ en carburant</p> <p>- ammonisation des pailles : Pour le CH₄ issus des ruminants et le CH₄ du paddy :</p> <p>- Fermentation entérique : amélioration de l'efficacité de l'alimentation pour un bon déroulement des phénomènes de digestion et d'absorption donc une meilleure gestion des nutriments doit être effectuée.</p> <p>- Recyclages des déchets issus des ruminants.</p> <p>- Tallage : Augmentation de la matière organique du sol par la pratique du tallage dans l'agriculture, qui est le système multiplication des racines et tiges du riz lors de la culture.</p> <p>- Gestion de crédits : Extension des moyens de crédit et épargne pour</p>	<p>- Enfouissement sur place de déchets agricoles</p> <p>-Gestion du fumier par fermentation</p> <p>-Mise en décharge des déchets solides</p> <p>- SRI et SRA : (système de riziculture intensive et Système de riziculture améliorée)</p> <p>Amélioration de la méthode de culture du riz, régulant le système d'irrigation</p> <p>-Création de nouvelles races : Amélioration des races par croisement des espèces</p> <p>- Création de nouvelles espèces : Amélioration variétale par</p>	<p>-Manque d'informations, de moyens financiers, humains et matériels.</p> <p>-méconnaissance de la protection de propriété intellectuelle, défavorisant ainsi la recherche et développement dans le secteur.</p> <p>- faible niveau d'instruction des paysans : Insuffisance d'éducation voire absence d'informations et communication sur les technologies</p> <p>-Les informations et les conditions climatiques ne sont pas maîtrisées.</p> <p>- laxisme au niveau des conditions pédologiques.</p> <p>-Paradigme de la culture et l'élevage traditionnels par refus d'adoption de nouvelles techniques</p> <p>-Insuffisance de sensibilisation et de vulgarisation par manque de moyens financiers.</p> <p>-diffusion insuffisante de la technique d'amélioration de système d'irrigation dans la culture de riz.</p> <p>-Insuffisance de structure de transformations et de</p>	<p>- Eradication de la culture sur brûlis en augmentant les surfaces cultivables et de l'incinération des déchets agricoles.</p> <p>- Triage des déchets suivi d'une sensibilisation de la population.</p> <p>- Assurer la protection de la propriété intellectuelle pour une meilleure circulation de l'information scientifique.</p> <p>- Valorisation des résultats de recherche</p> <p>- Etablissement de carte pédologique à la portée des paysans</p> <p>- Formation d'agents de vulgarisation et encadrement des paysans pour la - prise en compte de données pédologiques</p> <p>- Proposition de l'introduction de la taxe carbone : L'objectif étant d'avoir un avenir sans carbone donc appliquer la taxe carbone pour décourager les émissions.</p> <p>- Limitation de l'utilisation de pesticides, insecticides et fongicides</p> <p>-Réduire les émissions de l'agriculture en valorisant les résidus agricoles</p> <p>-Amélioration des systèmes d'irrigation</p> <p>-Accès aux informations et formations</p>

assister les paysans à gérer la variabilité croissante de leur environnement - TIC et IEC : Encourager la libre circulation de connaissances des travailleurs qualifiés afin d'expliquer la pratique innovante : machinisme agricole favorisant l'utilisation de carburants	hybridation des espèces.	conservations	-Caractérisation des déchets et/ou des résidus - Valorisation des déchets et produits halieutiques - Mise en place d'une collaboration bilatérale avec des organismes, telle la FAO, dont les activités soutiennent l'accès et la facilitation au transfert de technologie.
---	--------------------------	---------------	---

3.2.- SECTEUR BATIMENT

Base de données pour les technologies compatibles avec l'environnement

D'après les estimations, les bâtiments à usage résidentiel, commercial et institutionnel étaient responsables en 1990 d'environ un tiers de la consommation globale d'énergie et des émissions correspondantes de carbone

Pour réduire de façon sensible les émissions de GES dans le secteur des bâtiments, il conviendrait d'accélérer l'application, dans l'industrie du second œuvre (appareils électroménagers, systèmes de chauffage et de climatisation, éclairage et autres appareils électriques), de techniques visant à réduire la consommation énergétique et de réduire les pertes d'énergie relatives au chauffage et à la climatisation par l'amélioration de l'intégrité thermique des bâtiments

Technologies existantes	Technologies endogènes	Barrières ou obstacles	Mesures
Construction: - orientation convenable - adaptation au climat de l'albédo (pourcentage de flux de lumière réfléchi, ou diffusé, par rapport au flux incident) des parois extérieures - réduction des échanges thermiques de l'enveloppe (façade, pignons et toiture) - utilisation de fenêtres à haut rendement énergétique Chauffage: - chaudière à condensation - thermopompe	- orientation convenable des bâtiments - réduction des échanges thermiques - briques en argile cuites au feu de bois, aux balles de riz, aux tourbes - briques crues stabilisées - briques en terre compactées - habitat vert bioclimatique à haute qualité environnementale (HQE): en "falafá", en ravalala, en "vondro",	Obstacles économiques liés au marché: - diversité sur les utilisations de l'énergie - diversité sur les types de constructions selon les climats - grandes quantités de bois et de charbon de bois utilisées dans les pays en développement pour la cuisson des aliments - croissance démographique plus élevée : augmentation des services énergétiques par habitant - accroissement de l'urbanisation - augmentation de la	<i>Les programmes axés sur le marché</i> - Accords volontaires avec les fournisseurs sur des mesures de bon rapport coût-efficacité visant à améliorer le rendement énergétique dans le cadre de programmes gouvernementaux ou d'utilité publique, sur des programmes d'achat [pour la production d'électricité les gros acheteurs (notamment l'Etat) commandent en grand nombre des appareils à haut rendement énergétique] - Programme d'incitation au progrès : les consommateurs ou les fabricants bénéficient d'une assistance technique et/ou de mesures d'incitation (aide substantielle); - Gestion de la demande de services publics: on encourage l'achat de produits à bon rendement énergétique - Création d'entreprises de services énergétiques qui paient le coût complet des produits à bon rendement

<p>électrique utilisant l'air comme source - thermopompe électrique utilisant le sol comme source</p> <p>Climatisation: - Climatiseur à haut rendement énergétique</p> <p>Chauffage de l'eau: - Chauffe-eau à haut rendement énergétique - Chauffe-eau à thermopompe utilisant l'air comme source - Chauffe-eau à thermopompe utilisant l'air évacué comme source - Chauffe-eau solaire</p> <p>Réfrigération - Réfrigérateur à haut rendement énergétique</p> <p>Autres appareils - lave-linge à axe horizontal et à vitesse d'essorage élevée - sèche-linge à thermopompe</p> <p>Cuisson des aliments: - Fourneau à biocombustibles et à récupérateur de chaleur</p> <p>Eclairage: - Ampoules fluorescentes compactes - Lampes à halogène - Ampoules fluorescentes à haut rendement énergétique - Ballasts électroniques - Surface à réflexions spéculaires - Remplacement des lampes à pétrole - Systèmes de commande d'éclairage</p>	<p>- maisons en pisé (rotso-peta), - en terre compactée (totorano) - en torchis (paille mélangée à boue) - toiture en tôles, en bottes d'herbes sèches (bozaka) ou combinaison des deux (herméticité et anti-pollution sonore) - tuiles en argile cuites</p>	<p>superficie consacrée au logement - augmentation de la consommation énergétique par habitant - accroissement de l'électrification - utilisation accrue des appareils électroménagers - augmentation de l'utilisation des systèmes de climatisation</p> <p>Obstacles d'ordre administratif, institutionnel et politique: imprécision dans le cadre institutionnel et réglementaire existant et absence de structures institutionnelles permettant aux programmes axés sur le marché d'atteindre leurs objectifs.</p> <p>Insuffisance de professionnels qualifiés capables de diagnostiquer et de résoudre les problèmes associés aux systèmes</p> <p>Obstacle à l'amélioration du rendement énergétique si l'énergie n'est pas payée directement par les consommateurs et si des mesures d'incitation en faveur d'une amélioration du rendement énergétique sont inexistantes.</p> <p>Absence de <i>l'environnement habitant</i> dont les composants importants sont socioculturels : faible degré de l'utilisation des</p>	<p>énergétique - Des normes obligatoires permettent aux pouvoirs publics d'exiger que les critères établis en matière de consommation d'énergie soient respectés pour tous les produits en fonction de leur rapport coût-efficacité de rendement énergétique, applicables au moment de la fabrication ou de la construction; il faudra installer des laboratoires et du matériel d'essai pour certifier les performances des appareils en question. - Des normes librement adoptées en matière de rendement énergétique - Intensification des programmes publics ou privés de RD&D en vue de mettre au point des produits de meilleur rendement énergétique.(des travaux efficaces de RD&D pour concrétiser les réductions d'émissions) - Renforcement des capacités en matière de transfert des technologies et dans la cadre des changements climatiques - Création de centres de recherches et de formation, de bibliothèques, de laboratoires, de salles de cours et de conférences, et ateliers, suivant la disponibilité de ces infrastructures.</p> <p><i>Politique et mesures destinées à lever les obstacles</i> Le remplacement des biocombustibles utilisés par des combustibles renouvelables (biogaz ou l'alcool)</p> <p><i>Autres moyens efficaces</i> - Urbanisme et planification de l'utilisation des sols privilégiant les économies d'énergie et réduisant les îlots de chaleur urbains - Remplacement des hydrocarbures - Amélioration de l'efficacité des systèmes de climatisation et de chauffage urbains - Utilisation de techniques de construction s'inscrivant dans l'optique du développement durable - Installation correcte, bonne utilisation et bon dimensionnement de l'équipement - Utilisation de systèmes de gestion énergétique des bâtiments - Remplacement des biocombustibles solides par un combustible liquide ou gazeux</p>
---	--	--	--

<p>Matériel de bureau: - Ordinateurs à haut rendement énergétique - Matériel à faible consommation d'énergie</p> <p>Moteurs - Variateurs de vitesse - Moteurs à haut rendement énergétique</p> <p>Gestion de l'énergie - Systèmes de gestion énergétique perfectionnés des bâtiments - Domotique : gestion automatisée du bâtiment</p> <p>Gestion des déchets Méthanisation des déchets - installation incinérateurs, déchiqueteurs ou compacteurs d'ordures ménagères.</p>		<p>ressources naturelles notamment les ENR,</p> <p>Absence de financement aux PME et aux consommateurs entraîne un faible niveau de formation, d'information et d'éducation des décideurs dans les secteurs privé et public,</p> <p>Méfiance envers l'organe de la protection de propriété intellectuelle, défavorisant ainsi la recherche et développement dans le secteur.</p> <p>Manque de financement entraîne une insuffisance en infrastructure en vue de la mise en œuvre des mesures d'atténuation des GES et d'adaptation aux changements climatiques.</p> <p>Contraintes économiques liées à la situation économique du pays et à celle des différents intervenants du secteur</p> <p>Contraintes socio-culturelles liées aux us et coutumes, à l'exode rural, à la faiblesse de la densité de population à la résistance des populations aux nouvelles technologies et au poids des traditions sur l'esprit d'initiative des technologies solaires photovoltaïques pour la production d'électricité Manque de communication: enclavement des régions</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Application de techniques de pointe à l'utilisation des biocombustibles solides - Utilisation accrue des techniques disponibles d'un bon rapport coût-efficacité - Mise en place de nombreuses techniques et mesures pour réduire la consommation d'énergie dans les bâtiments. - Techniques à haut rendement énergétique" et "Réductions attribuables aux techniques à haut rendement énergétique découlant de l'application de mesures", - Dans les grands bâtiments à usage commerciaux, des progrès dans la conception de l'enveloppe - Adaptation avec soin des mesures à chaque cas de nouvelles constructions par opposition aux bâtiments rénovés et des bâtiments occupés par les propriétaires par opposition aux bâtiments occupés par des locataires - Facilitation d'accès de crédits aux PME - Renforcement des capacités nationales (niveau de formation / qualification des gestionnaires des PME à améliorer) - Elargissement à l'accès aux informations sur les options et opportunités, à la formation aux PME locales (domaines de préparation de plans d'affaires, élaboration de projets d'investissement, analyse des offres d'investissements) - Introduction du GPL dans les ménages pour remplacer le bois de feu et le charbon de bois - Promotion du biogaz domestique, de la fourniture de l'électricité aux bâtiments communautaires par l'énergie solaire non desservies par l'électricité - Applications de l'énergie solaires photovoltaïque en télécommunications, éclairage, réfrigération. - Mise en œuvre des ressources en énergies nouvelles et renouvelables, de la thermodynamique appliquée, des études d'impacts sur l'environnement et des audits énergétiques dans l'industrie et dans les bâtiments
---	--	---	---

33.-SECTEUR ENERGIE

La politique énergétique d'un pays a un impact important sur son développement .L'utilisation de l'énergie fossile provoque une forte émission de CO2 et de plusieurs sortes de GES. Les sources d'énergie « propres » cherchent à éviter l'émission de CO2 ou tout au moins diminuer le taux de CO2 émis par KWh produit.

La dernière réunion du G8 a mis en évidence le problème de la réduction de l'émission de gaz à effet de serre par certains pays.

Plusieurs pays industrialisés proposent des usines clé en main pour les énergies nouvelles mais les prix sont hors de portée des pays du Sud.

Technologies existantes	Technologies endogènes	Barrières ou obstacles	Mesures
Utilisant - Energie fossile (pétrole, gaz naturel, charbon de terre) - Energie éolienne - Energie solaire - Energie nucléaire - Energie hydroélectrique -Biocarburant : - jatropa, - canne à sucre - Comme combustible des produits forestiers Energie nouvelle : - récupérations des déchets végétaux - CET (Centre d'enfouissement technique : traitements des ordures ménagères) - Biogaz : - production de CH ₄ à partir de déchets végétaux. - production de granulés à partir de déchets solides - géothermie (pompes à chaleur) - Photovoltaïque - Centrales solaires thermiques - Marées motrices - Piles à combustibles (hydrogènes)	Utilisant - les combustibles bois, charbon de bois. - Charbon de terre (fopotra) - Meilleure utilisation de bois (fatana mitsitsy) Four solaire. - les balles de riz. les copeaux de bois	Barrières politiques : - Manque d'incitation pour l'utilisation de l'énergie hydroélectrique Cf ADER - Monopole de l'état pour la politique énergétique Barrières socio-culturelles - Manque de prédisposition pour l'application des techniques sur les énergies renouvelables - Manque de ressources humaines qualifiées pour le secteur énergie - Non implication des ingénieurs et des intellectuels dans la politique énergétique	- Mise en place d'une politique claire de l'énergie pour l'ensemble du pays. Cf Texte - Sensibilisation de la population sur les relations entre changement climatique et production d'énergie - Sensibiliser les industriels sur l'économie d'énergie dans les entreprises. - Initier le transfert de technologie concernant les énergies nouvelles et renouvelables vers les pays du Sud. - Renforcement de la capacité (formation dès l'enseignement secondaire, formation de techniciens supérieurs) - Information, Education, Communication IEC - Utilisation rationnelle et optimale de personnes ressources qualifiées

3.4.-SECTEUR FORESTERIE

Technologies existantes	Technologies endogènes	Barrières ou obstacles	Mesures
<p>Entretien des réservoirs de carbone existants dans un but de conservation</p> <ul style="list-style-type: none"> - Limitation des cultures sur brûlis - Surveillance par satellite maîtriser des perturbations anthropiques (incendies, invasion de parasites, etc.). <p>Création de forêts.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Technologies de création de forêt de conservation - Technologies de création de forêts de production (agroforesterie) - Technologies maîtrise de la déforestation - Techniques de protection des forêts situées dans des réserves - Techniques de reboisement et de boisement <p>Gestion durable des forêts (GDF) et agroforesterie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Technique de substitution - Modernisation des techniques d'exploitation forestière - Substitution des combustibles fossiles de la biomasse - Utilisation des produits de bois recyclés - Utilisation du bois obtenu dans des conditions écologiquement rationnelles à la place des produits non ligneux (ciment, acier, ..) 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilisation des fours à charbon - Adduction d'eau des rizières en escalier. - Utilisation des foyers améliorés - Techniques proposées par les travaux locaux de la recherche 	<ul style="list-style-type: none"> - Manque de moyens financiers, humains et matériels. - Absence de financement et de mesures d'incitation à la recherche sur le reboisement adéquat - Existence des investissements et/ou des subventions pour les activités incitant indirectement au déboisement. - Insuffisance d'éducation, d'informations et de communication sur les technologies forestières. - Absence de transparence sur l'état de l'utilisation des ressources forestières. laxisme en matière de reboisement - Existence de problèmes fonciers 	<ul style="list-style-type: none"> - Renforcement des Programmes Forestiers Nationaux (PFN) - Augmentation des assistances financière et technique pour les pays qui possèdent des programmes de gestion durable des forêts - Etablissement et financement des programmes de recherche développement dans le domaine de l'agroforesterie et dans les aires protégées - Accorder une place prépondérante à la recherche établir des partenariats et des réseaux de recherches multidisciplinaires - Valoriser la recherche menée dans les centres de recherche - Mettre au point des outils et des techniques d'aménagement forestier. - Encourager le Secteur privé, par des allègements fiscaux ou des subventions, à investir ce domaine. - Augmenter les budgets gouvernementaux affectés à la protection de la forêt et à la création de forêts. - Identifier des mesures efficaces de lutte contre la corruption lors des transactions commerciales du bois. - Continuer à promouvoir le développement intégré - Reboiser avec plusieurs variétés d'espèces diversifiées. - Créer un centre de transfert de technologie - Reconsidérer la politique de reboisement et de boisement à Madagascar. - Assurer que le régime foncier soit dépourvu d'ambiguïté

3.5.-SECTEUR INDUSTRIE

Technologies existantes	Technologies endogènes	Barrières ou obstacles	Mesures
<p>Techniques et procédés nouveaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> - réduction par l'hydrogène des oxydes métalliques dans les minerais - fabrication d'hydrogène et d'ammoniac sans émission de carbone - électrodes non réactives adaptées à la fabrication de l'aluminium - fabrication de l'Al sans fluor <p>Amélioration du rendement énergétique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - amélioration de l'efficacité des ampoules, des moteurs et des pompes, - récupération améliorée de la chaleur, - utilisation de l'énergie thermique en cascade comme la récupération de la chaleur résiduelle de faible température à des fins appropriées. <p>Remplacement des combustibles</p> <ul style="list-style-type: none"> - passage au gaz naturel - passage à la biomasse (en particulier pour les produits forestiers, le papier et les produits agricoles) - passage aux sources d'énergie renouvelables (séchage solaire) - remplacement de l'électricité <p>Cogénération et utilisation de l'énergie thermique en cascade</p> <ul style="list-style-type: none"> - chaleur et électricité combinées - turbines à gaz et à vapeur combinées - piles à combustibles <p>Perfectionnement des procédés</p> <ul style="list-style-type: none"> - réduction de N₂O dans la fabrication du nylon - réduction de CF₄ dans la fabrication de l'Al - élimination des HCFC <p>Remplacement des matériaux</p> <ul style="list-style-type: none"> - les métaux par les matières plastiques, - le ciment par le bois ou les matières plastiques - l'utilisation de produits chimiques tirés de végétaux <p>Recyclage et réutilisation des matériaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> - utilisation à la conception des matériaux recyclés même de moins bonne qualité 	<ul style="list-style-type: none"> - fabrication de savon traditionnel « savony gasy » - fabrication de pâte de sucre traditionnel « Siramamy gasy » - presses à huile traditionnelles manuelles - séchage de fruit artisanal utilisant l'énergie solaire - séchage de divers produits alimentaires utilisant l'énergie solaire - récupération de caoutchouc - fabrication de foyers améliorés «Fatana mitsitsy» - élevage de soie - tissage de tapis mohair - vannerie - production de foie gras - fabrication de papiers Antemoro - fabrication de poterie céramique - fabrication de four solaire - ... 	<ul style="list-style-type: none"> - manque de moyens financiers - inexistence de programme de recherche-développement en matières de technologie et savoir faire écologiquement rationnel. - insuffisance de compétences. - insuffisance de savoir-faire - Instabilité politique et macro-économique. - manque d'information et de communication. 	<ul style="list-style-type: none"> - trouver le financement nécessaire pour promouvoir et développer l'industrialisation à Madagascar - instaurer un programme de recherche-développement en matière de technologie - créer un centre de transfert de technologies - renforcer les formations professionnalisantes dans l'enseignement public et privé. - instaurer un système politique stable en adoptant une structure de l'Etat favorisant cette stabilité. - normaliser l'implantation industrielle à Madagascar en accord avec la loi MECIE : <ul style="list-style-type: none"> - traitement des eaux d'égout, des eaux usées et des déchets solides des industries - alimentation en eau valable - choix des lieux d'implantation des industries bien fondé. - technologies permettant la réduction des produits chimiques toxiques - technologies permettant de réduire la demande en oxygène chimique - établissement d'une carte des sources d'émission en fonction de leur emplacement

Utilisation du simulateur multi-dynamomètre_Technologie innovatrice de dynamomètre de châssis dans le cadre de la vérification des gaz d'échappement des véhicules			géographique - technologies ayant recours à des systèmes d'épuration et de récurage chimique - technologies permettant de réduire les décharges de fumées (exemple hottes d'aspiration)
Ajout de sous-produits de déchets au ciment : afin de réduire les émissions de dioxyde de carbone.			
Purification et réutilisation des réfrigérants hydrocarbonés			

3.6.- SECTEUR RESSOURCES EN EAU

Madagascar a un ratio de dépendance en eau nul. Malgré ce privilège naturel, la Grande Ile n'en demeure pas moins avertie de la diminution importante de ses ressources en eau. En effet, l'estimation de la FAO/AQUASTAT révèle une diminution importante des ressources en eau internes renouvelables versus population de Madagascar indépendamment des ressources en eau versus climats (précipitations et topographies). Pour une période de 27 ans seulement (1998 à 2025), cette diminution est estimée à 59%. Ceci remet en cause ce ratio de dépendance nul.

Cependant, étant une source de vie et une ressource vitale pour le développement humain durable, l'amélioration de l'efficacité et de la rentabilité de l'eau est impérative. Au niveau mondial, Madagascar a un taux d'accès en eau potable parmi les plus faibles car son taux moyen d'accès à la distribution d'eau est seulement de 27% de la population. La situation en milieu rural est d'autant plus préoccupante car seuls 12 % de la population ont accès à l'eau potable contre 66 %, dans les zones urbaines (*source : Ambassade de France, Mission Economique de Tananarive : Eau Potable et Eaux usées à Madagascar, Création du 03 juillet 2005, MINEFI – DGTPE, <http://www.missioneco.org/documents>*). Selon l'Unicef et l'Association Voarisoa Observatoire (AVO), ce taux est d'autant plus faible car seuls 3% des ruraux et 34% des urbains ont accès à l'eau potable à Madagascar. L'accès à l'eau potable s'est davantage compliqué avec l'officialisation de la libéralisation du secteur en 1998. « L'eau pour tous et tous pour l'eau » exige d'une part la participation et solidarité de toute la communauté et, d'autre part l'utilisation efficiente des ressources notamment financières.

Technologies existantes	Technologies endogènes	Barrières ou obstacles	Mesures
Amélioration de l'efficacité et le rendement de l'eau par l'économie de l'eau ; de la protection, la conservation, l'exploitation et la gestion des ressources en eau par l'utilisation de diverses technologies et savoir faire écologiquement rationnels notamment : - puits, forages, et adduction d'eau ;	- puisages, - adduction d'eau -pompe à eau manuelle, à pédale, auto fonction sans apport extérieur d'énergie que celle de l'eau elle-même : "Pompe RASETA" ;	<i>Economiques et financières :</i> - instabilité et faible croissance économique ; - ressources financières internes insuffisantes et mal affectées ; - ressources financières internationales difficilement accessibles aux pays économiquement faibles (PED et PPTE)	<i>Renforcement du cadre institutionnel et assistance technique :</i> - accent mis sur le renforcement des institutions au plan local et national à des fins de gestion intégrées des ressources en eau, de gestion d'élimination des déchets et l'épuration des eaux usées (Autorité Nationale de l'Eau et de l'Assainissement : ANDEA,

<ul style="list-style-type: none"> - pompe à eau sous ses diverses formes : manuelles (japy, Canzee, etc.), à pédales, solaire, éolienne, à chaleur, à moteur, etc. ; - barrages de retenues (pour les centrales hydroélectriques, les irrigations agricoles des périmètres irrigués) ; - traitement des eaux usées (procédés anaérobies; méthodes classiques d'épuration des eaux usées en milieu aérobie) et réutilisation des eaux épurées ; - bassin de décantation (traitement des eaux usées industrielles) ; décantation chimiquement assistée à l'aide d'un polymère cationique; - désalinisation ou dessalement de l'eau de mer pour les zones côtières (ressources en eau alternatives : REA); - la distillation (REA) ; - l'osmose inverse (REA) ; - récupération des eaux de pluie ; - modes d'irrigations économes en eau ; - recyclage des eaux usées (Re-use) ; - amélioration des politiques de gestion et réduction de la pollution des ressources en eau ; - géomatique ; - système d'informations géographiques (SIG) pour la surveillance spatiale et temporelle de l'évolution des ressources en eau - nanofiltration ; - ultrafiltration ; - pervaporisation ; - électrodialyse ; - compression mécanique de vapeur (CMV) -Captage par 	<ul style="list-style-type: none"> - petites barrages de retenues pour l'irrigation en agriculture ; - assainissement des eaux (digue de Betsimitatatra) ; - adduction d'eau par gravitation 	<p><i>Sociales et culturelles :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - acceptabilité sociale et culturelle (fady : tabou); - bas niveau d'instruction et de conscience de la masse ; - méconnaissance et négligence des enjeux de l'eau - insuffisance de l'IEC de la plus grande partie de la population de l'état actuel du secteur ; <p><i>Ressources humaines qualifiées :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - insuffisance des ressources humaines qualifiées (RHQ) ; - faible mobilisation et valorisation des RHQ ; <p><i>Institutionnelles et juridiques :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - faible participation des acteurs privés du développement durable ; - application insuffisante et/ou sélective des réglementations sur les ressources en eau (relatives à la gestion, aux pollutions, etc.) ; - contrôle insuffisant des sources de dégradation des ressources en eau ; 	<p>Organisme Régulateur du Service Public de l'Eau et de l'assainissement : SOREA), etc.;</p> <ul style="list-style-type: none"> - renforcement des compétences de l'Office Nationale de l'Environnement (ONE) ; <p><i>Programmes volontaires</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - mise en œuvre des programmes de coopération avec les industries, les pouvoirs publics et les exploitants des installations en vue d'appliquer les solutions techniques ; - mise en œuvre des programmes de coopération avec la population locale, les pouvoirs publics et les exploitants des installations en vue d'appliquer les solutions techniques (alimentation en eau potable et assainissements) ; - mise en œuvre des programmes de lutte contre l'érosion hydrique (bassins versants dénudés) - favoriser la participation du secteur privé (efficacité assurée) ; <p><i>Dispositions réglementaires :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -établissement de normes et règlements relatifs à l'élimination des déchets, à la gestion des eaux usées et /ou à la récupération des GES comme le méthane - Respect du code de l'eau et des différents textes d'application (rôle et attribution ANDEA); <p><i>Programmes économiques :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - octroi d'incitations financières (allègements fiscaux) en vue d'encourager les pratiques de gestion des déchets souhaitées, les activités de réduction de la pollution des ressources en eau et des technologies permettant de posséder des ressources en eau alternatives ; - mobilisation efficiente des ressources financières locales et
---	---	--	--

<p>condensation. - décontamination par oxydation ; par photooxydation (utilisation concentrée des rayons du soleil sur les polluants) ; par la phytoremédiation (culture des plantes appropriées sur le site contaminé) ; par l'atténuation du risque inhérent aux perturbateurs endocriniens souvent contenus dans les eaux usées municipales. - l'hydrologie isotopique</p>			<p>internationales.</p> <p><i>Programmes de recherche :</i> - valorisation des résultats de recherche adaptés aux conditions socio-économiques locales ; - augmentation des RHQ et des Experts nationaux (formation) ; - dotation de matériels techniques nécessaires pour la préservation de la quantité (surveillance spatiale et temporelle : SIG, géomatique) et de la qualité de l'eau.</p> <p><i>Programmes socio-éducatifs :</i> - renforcer les actions de sensibilisation générale de la population (rendre profitable la journée mondiale de l'eau); - élever le niveau d'instruction de la masse populaire par l'utilisation optimale et efficiente de l'IEC ; - optimiser les NTIC au service de la protection et de la conservation des ressources en eau menacées. - promouvoir la communication simplifiée et transparente des objectifs, activités requises et les résultats à atteindre de tout projet de développement durable dans le secteur eau par exemple le projet WASH,</p>
---	--	--	---

3.7.-SECTEUR SANTE

L'adaptation doit devenir un élément clé de toute politique en matière de santé publique. Le besoin le plus criant est la planification et la préparation en cas de catastrophe naturelle ou d'autres urgences liées aux changements climatiques (inondations, cyclone, sécheresses prolongées) et le maintien à l'état d'efficacité optimum de ces plans.

Technologies existantes	Technologies endogènes	Barrières	Mesures
- utilisation de carburant sans plomb - technologies de potabilisation de	- fabrication de Remède Traditionnel Amélioré (RTA)	- barrières psychologiques vis-à-vis de la médecine traditionnelle - impossibilité de	- éducation de la population en matière de protection (source de la maladie, prévention, traitement) - accès à l'eau potable - réduction des sources vectrices de maladies par amélioration de l'environnement - adoption des carburants sans plomb

<p>l'eau (nano filtration, Sur'eau...) - amélioration de l'architecture des maisons et des régulations de température. - assainissement et Traitement des eaux usées - acupuncture - kinésithérapie - Imagerie médicale (radiologie, scanner, échographie, etc.) -Appareils de dépistage des différentes maladies comme la RMN ou la résonance magnétique nucléaire</p>		<p>maîtrise des variations des températures dues aux impacts environnementaux - faible pouvoir d'achat de la population - us et coutumes - salubrité publique - manque de personnels de la santé et la mal nutrition - cherté des médicaments scientifiques et des équipements sanitaires - pauvreté du pays - insuffisance de financement pour améliorer les technologies déjà existantes - impossibilité de maîtrise des variations des températures - faible pouvoir d'achat de la population - insuffisance de financement extérieur</p>	<p>- diminution du coût des soins - synergie d'actions entre les Ministères - renforcement des NTIC pour la sensibilisation, l'éducation et l'information de la population. - développement, multiplication et valorisation des résultats des centres de recherche (IMRA , CNARP , HOMEOPHARMA , RIRA ...) - amélioration de l'hygiène publique (assainissement des eaux usées) - utilisation de moustiquaires (surtout pour les femmes enceintes et les enfants) - construction en matériaux locaux (briques stabilisées ayant des propriétés thermophysiques avantageuses et prouvées) - création d'usines pharmaceutiques locales - importation de médicaments génériques - redéploiement du personnel médical (Ministère de la Santé) - redynamisation de la formation continue à tous les niveaux et priorisation de la formation du personnel. - amélioration des conditions de travail du personnel de Santé (plan de carrière, revenu, logement, indemnités...) (Ministère de la Santé) - prévision d'équipes mobiles de santé pour les zones enclavées et à faible densité de population (Ministère de la Santé) - réhabilitation de tous les Centres de Santé de Base afin que les agents de santé puissent offrir le paquet de service de base de qualité d'un CSB2 actuel (Ministère de la Santé) - mise en place d'un système de contrôle de qualité des médicaments au niveau des formations sanitaires périphériques en incluant: les formations, la logistique, le contrôle (Centrale d'achat, pharmacie de gros, FS) (Ministère de la Santé)</p>
---	--	--	---

3.8.- SECTEUR TRANSPORT

Technologies existantes	Technologies endogènes	Barrières ou obstacles	Mesures
<p>- pousse-pousse, motocyclette avec moteurs à deux temps au gaz naturel comprimé ou au gaz de pétrole liquéfié. -Véhicules propres et filtre à particules -Voitures moteurs hybrides: hydrogène</p>	<p>-Véhicules non motorisés : charrettes à traction animale, pirogue, kalesy, -pousse-pousses bicyclettes -Production d'huile de jatropha -Production d'éthanol pour</p>	<p>- Faible croissance économique rendant difficile : ♦ le renouvellement du parc automobile ; ♦ l'adoption de nouvelles technologies des véhicules et moyens de transport propres ; ♦ la construction de nouvelles routes et voies ferroviaires</p>	<p>- Relance de l'économie par l'adhésion des bailleurs de fonds aux Objectifs Millénaire de Développement. - Production locale des biocarburants (huile de jatropha et éthanol). - Construction, aménagement et réhabilitation des routes, voies ferrées et fluviales existantes (canal des Pangalanes, nouvelles lignes ferroviaires, etc.).</p>

<p>et pile à combustible</p> <p>-Système d'échantillonnage par dilution dynamique des gaz d'échappement des véhicules routiers et non routiers (DOES2T)</p> <p>-Véhicules électriques (automobiles, motos, tramways, métros)</p> <p>- Reforestation rapide : la forêt de Toyota</p>	<p>les moteurs à essence</p> <p>- construction de pirogue)</p>	<p>- Inexistence d'une politique de recherche en matière de transport.</p> <p>- Forte dépendance du secteur aux combustibles fossiles.</p> <p>- Mauvaise utilisation des infrastructures routières existantes</p> <p>- Mauvaise application des réglementations en vigueur.</p> <p>- Manque d'informations, de moyens financiers et matériels</p>	<p>- Remplacement des sources d'énergie en utilisant le GPL, le GNC et les énergies renouvelables.</p> <p>- Renouvellement du parc automobile.</p> <p>- Gestion rationnelle de la circulation et bonne des lois en vigueur.</p> <p>- Création d'un Centre de Technologies.</p> <p>- Production locale ou importation de véhicules électriques et ou hybrides.</p> <p>- Incitation à l'utilisation des bicyclettes.</p> <p>- Incitation de la population à se déplacer à pied autant que possible</p>
---	--	---	--

39.-SECTEUR ZONES COTIERES

Liste des technologies existantes	Technologies endogènes	Barrières	Solutions (mesures)
<p>-Energie apportée par les marées et les vagues</p> <p>-Les nouvelles technologies portuaires (grues, manutention portuaire, etc.)</p> <p>-Les technologies de traitements des produits halieutiques (conservation sous froid, etc.)</p> <p>- Technique de plantation des cocotiers et palmiers</p> <p>- Technique de Désalinisation</p> <p>- des techniques de défense lourde relevant de l'ingénierie, tels les ouvrages en béton ou en enrochement de côte pour protéger ainsi les biens qui se trouvent en arrière.</p> <p>- des techniques douces (l'alimentation artificielle en sable), qui assistent les processus naturels et mettent à profit des composants du milieu naturel (étendues de sable, dunes, marais, végétation) pour empêcher l'érosion d'atteindre l'arrière-côte ;</p> <p>-Réalignement des biens par le déplacement ou l'abandon de maisons et d'autres constructions</p>	<p>-Pêches traditionnelle et artisanale</p> <p>-fabrication du poisson braisé et séché</p> <p>- séchage et technique de conservation des produits de pêches et des autres produits locaux en saison de pluie</p> <p>-Technique de fermentation de la sève de cocotier (tsijavo)</p>	<p>-Manque d'accès à des moyens financiers</p> <p>- Contraintes socio-culturelles liées aux us et coutumes (utilisation des plages en général pour les décharges fécales) de la population côtière</p> <p>- Insuffisance de stations d'épuration des eaux usées</p> <p>- Mauvaise application de législation relative à la prévention de la pollution contribue à accélérer de façon progressive le processus de la dégradation des ressources en eau.</p> <p>-Urbanisation</p>	<p>- Partenariat fort entre les institutions (nationales et internationale) existantes</p> <p>- Délimitation de zones de constructions</p> <p>-Sensibilisation de la population sur la fabrication et utilisation des toilette ou WC.</p> <p>- Epuration des eaux usées sortant des industries ou usines implantées dans les zones côtières</p> <p>- traitement des eaux usées des ménages</p> <p>- reboisement des arrières pays</p> <p>- Application de</p>

<p>dans les zones affectées par l'érosion.</p> <p>-Technique de protection des récifs coralliens (http://www.ifremer.fr/gascogne/actualite/colloque/atelier-biodiversite/joannot2005.pdf) :</p> <ul style="list-style-type: none"> ♦ Protection de la côte contre l'érosion et réduction de la sédimentation dans les récifs : par exemple : replantation des mangroves ♦ transplantation corallienne : ♦ Il faut voir les exigences du corail au niveau de leurs conditions de vie ; c'est pourquoi il faut faire attention à la température, à la lumière, à la salinité de la mer, à sa propreté ♦ Surveillance de la croissance et de la repousse <p>-Traitement des eaux usées</p> <p>-En <u>tourisme</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> ♦ Technique d'alimentation en eau et en énergie ♦ Technique de traitement des déchets ♦ Technique de l'installation sportive ♦ L'artisanat, visites guidées ♦ Tourisme d'aventure et scientifique 		<p>rapide entraînant l'apparition de nombreux bidonvilles à proximité des rivières et cours d'eau</p> <p>- Manque de surveillance des zones côtières</p> <p>- Avancée progressive de la mer vers l'intérieur (vers les villes côtières de Madagascar)</p>	<p>la législation en vigueur</p> <p>- tourisme : Conception d'un développement touristique viable sur le plan de l'Environnement.</p>
---	--	---	---

PARTIE 4 : BESOINS PRIORITAIRES EN MATIERE DE TECHNOLOGIE ET SAVOIR FAIRE ECOLOGIQUEMENT RATIONNEL

Les bases de données précédentes ont permis l'analyse de la situation à Madagascar pour prioriser les besoins de chaque secteur. Les tableaux suivants donnent ces priorités en première colonne par ordre d'importance.

4.1.-SECTEUR AGRICULTURE ET ELEVAGE

L'insécurité alimentaire et la pauvreté affectent un quart de la population mondiale. Au niveau national, le taux d'incidence de la pauvreté est de 69,6% en 2001. C'est un des plus fort taux de pauvreté dans le monde. Le taux de pauvreté dans les zones rurales est très élevé (autour de 80%) à l'exception des régions rurales autour de la capitale (autour de 56,7%). La réponse aux préoccupations de sécurité alimentaire et de pauvreté passe immanquablement par l'agriculture durable et le développement rural .Il existe une différence structurelle rural/urbain sur la distribution de la pauvreté dans le pays, avec une pauvreté plus élevée pour les personnes travaillant dans le secteur agricole. Des actions devraient donc se concentrer sur la création de nouvelles opportunités dans les zones rurales sur l'augmentation de la productivité agricole. Toutefois, l'éducation émerge comme un outil puissant pour réduire la pauvreté non seulement de manière instructive, mais surtout dans le domaine agricole.

La vulnérabilité agricole est étroitement liée au changement climatique. En effet, dans le contexte de l'alimentation et de l'agriculture mondiales, le changement climatique a un impact réel sur les agro-écosystèmes. De ce fait, une approche de recherche sur la gestion des ressources naturelles et sur l'atténuation du changement climatique s'avère prioritaire d'autant plus que l'agriculture et l'élevage ont un rôle important à jouer dans la réduction des gaz à effets de serre.

Projet de besoins prioritaires	Activités	Institutions responsables, partenaires et intervenants
Réduction des émissions de méthane	<ul style="list-style-type: none"> - Valorisation des résidus agricoles permettant d'augmenter la production agricole - Perfectionnement des techniques rizicoles - Amélioration de la gestion des ruminants (Qualité régime, équilibre nutritif) - Meilleure utilisation du fumier (lagunage en milieu fermé, emploi digesteur) 	CNR, FOFIFA, ESSA Laboratoire biotechnologie
Stockage du carbone pour réduire l'accroissement de CO2	<ul style="list-style-type: none"> - Orientations vers de nouveaux usages des terres agricoles : boiser des terres cultivées, convertir en prairies permanentes des terres labourées, implanter des haies, enherber les inter rangs dans les vignes et les vergers - Améliorer les pratiques de productions agricoles : proscrire la jachère nue, 	<ul style="list-style-type: none"> - MAEP - MENRS

	pratiquer l'engrais vert entre les cultures, privilégier les enfouissements de résidus de culture apportant plus de carbone au sol (céréales)	
Réduction de CO ₂	- Valorisation des résidus et déchets halieutiques et caractérisations des produits afin d'utiliser les sous-produits dans l'alimentation animale - Production de biocombustibles sur les terres cultivable existantes	MAEP FAO Labo Biochimie (LABASAN)
Maîtriser les inondations de champs riziers : mise au point de nouvelles pratiques avec l'ajustement du calendrier des cultures et des techniques culturales (fertilisation, irrigation)	- Amélioration des systèmes d'irrigation en propageant l'information aux agriculteurs : (organisation de l'irrigation, gestion éléments nutritifs, emploi nouveaux cultivars)	Agents vulgarisateurs du MAEP FAO
Identification des espèces résistantes : choix d'un matériel génétique approprié avec la sélection de variétés à cycle plus long ou plus tardif, plus résistantes à la chaleur	- Screening botanique, suivi et évaluation, quantification, pratique de la biologie moléculaire	Faculté des Sciences (Botanique, Chimie, Biochimie), FOFIFA, CNR, Ministères chargés de l'Environnement, Agriculture, Coopération multilatérale
Cerner et quantifier l'étendue de l'insécurité alimentaire, de la pauvreté rurale et de la dégradation des ressources	Etude ethnobotanique dans toutes les régions, étude démographique	Ministère de l'environnement ONN Coopération multilatérale Ministères chargés, Santé, Recherche scientifique
Amélioration des systèmes de transformation et de conservation des ressources alimentaires	Identification des facteurs limitants de la qualité alimentaire, marchande et hygiénique permettant de promouvoir la sécurité alimentaire du pays	FAO, bailleurs ONN CNR LABASAN
Amélioration de la diffusion de l'information et communication concernant la météorologie et la technologie innovante	Mise en place de plusieurs ateliers rassemblant les paysans dans les régions afin d'améliorer le niveau d'information des paysans	Coopération multilatérale Vulgarisateurs agricoles MAEP
Optimiser les compromis entre avantages pour l'environnement mondial et avantages pour le simple agriculteur	Pratique du système suivi et évaluation de l'impact à différents niveaux : Extrapoler et diffuser les résultats, y compris les recherches sur la mise en œuvre des stratégies ; évaluer l'impact ; assurer une remontée de l'information	Collaborations inter-ministérielles Coopération multilatérale

42.-SECTEUR BATIMENTS

Estimation des besoins en Bâtiments

Objectif	Activités (projet)	Résultat attendu	Acteurs
Expertise et conseil en construction économe en énergie (bâtiments anciens et en construction)	Formation de techniciens capables de traquer et éliminer toutes les causes de pertes possibles d'énergie	Traque et élimination des pertes en énergie	Consultants en transfert de technologie sur les changements climatiques. IME
Sensibilisation de tous en matière d'économie d'énergie	Organisation de séminaires sur les changements climatiques et leurs impacts sur les qualités des constructions	Propagation de l'information aux utilisateurs	Consultants en transfert de technologie sur les changements climatiques. IME
Amélioration des enveloppes .	Identification des facteurs limitants la qualité de l'isolation thermique des bâtiments	Augmentation de la qualité des isolations thermiques	Centres de recherche 'CNRIT, Ecole Polytechnique, Ecoles Privées de Formation Professionnelle en Bâtiments et Travaux Publics
Amélioration de la diffusion de l'information et communication concernant l'économie d'énergie dans les constructions	Mise en place de plusieurs ateliers rassemblant les ingénieurs en bâtiments	Amélioration du niveau d'information des responsables en construction	Ministère de l'Energie, Ministère de la Communication, Fondations pour Formation Professionnelle des Adultes (Fridrich Ebert..)IME,
Trouver de nouveaux matériaux locaux susceptibles d'améliorer les isolations	Recherche sur les matériaux de construction locaux économes en énergie	Nouveaux matériaux	CNRIT, Ecole Supérieure Polytechnique, IME.
Installations de fenêtres à haut rendement énergétique	Formation de main-d'œuvre qualifiée pour les poses des fenêtres	Maîtrise dans les poses	Centre de Formation Spécialisée en Changement Climatique, Consultants en transfert de technologie sur les changements climatiques. IME
Améliorer les chauffages	Formation d'ingénieurs en chauffage et climatisation	Experts en chauffage et climatisation	Centre de Formation Spécialisé en Changement Climatique, Consultants en transfert de technologie sur les changements climatiques. IME

Gestion des dépenses en énergie dans les bâtiments	Gérer toutes les dépenses en énergie dans les bâtiments	Gestionnaire en dépense d'énergie	Université: Faculté DEGS, Ecoles de Gestion Privées
Fabrication de chauffage et de chauffe-eau solaire	Formation d'ingénieurs en chauffage et chauffe-eau solaire et réparateurs qualifiés	Experts en chauffage et chauffe-eau solaires	CNRIT, IME, Ecoles Polytechniques
Formation de frigoristes et réparations d'appareils ménagers	Formation de techniciens en réfrigération	Maîtrise en réfrigération et en réparation d'appareils ménagers.	CNRIT, IME, Ecoles Polytechniques
Vulgarisation de fourneaux et fours améliorés	Formation de vulgarisateurs	Augmenter le nombre de techniciens en la matière	CNRIT, IME, Ecoles Polytechniques
Sensibilisation sur les gestes quotidiens qui économisent l'énergie	Introduction dans le programme scolaire de ces gestes	Conscientisation des tous jeunes	Ministère de la Communication, Ministère chargé de la Population, Ministère de l'Education Nationale, Ecoles et Centres de Formation Professionnelles
Expertise en domotique	Formation d'experts en domotique (gestion par ordinateurs de toutes les dépenses en énergie dans les bâtiments)	Conception et productions de logiciels en la matière	IME, Faculté des Sciences: MISA, Ecole Nationale en Informatique.

Besoins prioritaires en Bâtiments

Besoins prioritaires ou projets	Mesures proposées	Résultats escomptés	Intérêts pour Madagascar	Acteurs possibles
Sensibilisation sur les gestes quotidiens qui économisent l'énergie dans les bâtiments privés et publiques	Introduction dans le programme scolaire de ces gestes	Conscientisation des tous jeunes	Economie d'énergie	Ministères de l'Education Nationale, de la Santé, de l'Information, de l'Energie, Ecoles et centres de formation
Sensibilisation du public sur les changements climatiques et l'économie d'énergie	Organisation de séminaires sur les changements climatiques et leurs impacts sur les qualités des constructions	Propagation de l'information aux utilisateurs	Conscientisation de tous sur la nécessité de faire des économies d'énergie	Les consultants en transfert de technologie sur les changements climatiques, les artistes et partis politiques, les responsables de centres confessionnels
Amélioration de la diffusion de	Mise en place de plusieurs ateliers rassemblant les	Amélioration du niveau d'information des	Amélioration des connaissances sur les types	Les experts en énergie, les universitaires, les

l'information et communication concernant l'économie d'énergie dans les constructions	ingénieurs en bâtiments et autres responsables en communication	responsables à tous les niveaux sur les constructions économes en énergie Centres de formation (à mettre en place) et vulgarisation par les masse média	d'économies d'énergie possibles	organes de presse
Expertise et conseil en construction économe en énergie (bâtiments anciens et en construction)	Formation de techniciens capables de traquer et éliminer toutes les causes de pertes possibles d'énergie	Traque et élimination des pertes en énergie	Formation continue de techniciens et expert en énergie et en économie d'énergie	Centres de formation (à mettre en place) Consultants en transfert de technologie sur les changements climatiques. IME
Gestion des dépenses en énergie dans les bâtiments	Gérer toutes les dépenses en énergie dans les bâtiments	Gestionnaire en dépense d'énergie	Amélioration des capacités	Centres de formation (à mettre en place). IME, Ecoles de gestion
Amélioration des enveloppes	Identification des facteurs limitants la qualité de l'isolation thermique des bâtiments	Augmentation de la qualité des isolations thermiques	Développement des connaissances en matière de construction respectueuse de l'environnement	Ecoles d'ingénieurs en bâtiments Centres de formation (à mettre en place) IME
Trouver de nouveaux matériaux locaux susceptibles d'améliorer les isolations	Recherche sur les matériaux de construction locaux économes en énergie	Nouveaux matériaux locaux	Découvertes de matériaux locaux intéressants limitant les importations	Centres de recherche, Ecole Polytechnique, CNRIT Centres de formation (à mettre en place) IME
Installations de fenêtres à haut rendement énergétique	Formation de mains-d'œuvre qualifiées pour les poses des fenêtres	Maîtrise dans les poses	.Amélioration des capacités	Entreprises Privées ,IME Consultants en transfert de technologie sur les changements climatiques
Améliorer les chauffages	Formation d'ingénieurs en chauffage et climatisation	Experts en chauffage et climatisation	.Amélioration des chauffages économes en énergie	IME, Consultants en transfert de technologie sur les changements climatiques
Fabrication de chauffage et de chauffe-eau solaire	Formation d'ingénieurs en chauffage et chauffe-eau solaire et	Experts en chauffage et chauffe-eau solaires	Augmentation du nombre de techniciens et expert en chauffage et	Centres de recherche, Ecole Polytechnique, Entreprises

	réparateurs qualifiés		chauffe-eau non conventionnels et en matériaux locaux intéressants limitant les importations	privées
Formation de frigoristes et réparations d'appareils ménagers	Formation de techniciens en réfrigération	Maîtrise en réfrigération et en réparation d'appareils ménagers.	Augmentation du nombre de frigoristes qualifiés	IME, Centres de formation (à mettre en place), les différentes fondations.
Vulgarisation de fourneaux et fours améliorés	Formation de vulgarisateurs	Augmenter le nombre de techniciens en la matière	Emplois pour la recherche Centres de formation (à mettre en place) réduction du nombre de chômeurs	Masses média, CNRIT Entreprises Privées
Expertise en domotique	Formation d'experts en domotique (gestion par ordinateurs de toutes les dépenses en énergie dans les bâtiments)	Conception et productions de logiciels en la matière	En prévision des constructions futures	IME, Centres de formation (à mettre en place)

43.- SECTEUR ENERGIE

Objectif	Activité (projet)	Résultat attendu	Acteurs
Réduction de l'émission des GES	Appui à l'électrification rurale	Modérer le réchauffement de la planète	Ministère de l'énergie Université
Réduire la déforestation	Recours aux énergies renouvelables	Conservation de la forêt	Ministère des eaux et forêts Collectivités décentralisées Sociétés privées opérant dans le domaine des énergies renouvelables
Promouvoir les énergies renouvelables	Formation dans le domaine des énergies renouvelables Inventaire des sites favorables à - l'énergie éolienne - l'énergie solaire - l'énergie hydraulique à Madagascar	Maîtrise des énergies renouvelables Pollution réduite	Ministère de l'énergie Université ONG
Promouvoir le froid solaire	Former des techniciens du froid solaire	Conservation des produits alimentaires et médicaux	Ministère de la santé Ministère de l'énergie

4.4.-SECTEUR FORESTERIE

Ce sont les mesures qui ont été énoncées précédemment qui sont traduit en terme de projets prioritaires. L'ordre d'apparition est l'ordre de priorité.

Projet de besoins prioritaires	Activités	Institutions responsables, partenaires et intervenants
Créer un centre de transfert de technologie	Prise de décision et TDRs du centre Recherche de financement durable du centre Identification du local ou nouvelle construction Lancement des activités	<ul style="list-style-type: none"> ♦ MENVEF ♦ MIN industrie ♦ Min Energie ♦ Min Education ♦ Département Forêt de l'ESSA ♦ IME ; CNRE ; CNRIT ♦ FOFIFA
Valoriser la recherche menée les différents centres de recherche	Elaborer le programme de valorisation avec le centre de transfert de technologie	<ul style="list-style-type: none"> ♦ MENVEF ♦ MIN industrie ♦ Min Energie ♦ MENRS ♦ Département Forêt de l'ESSA ♦ IME ; CNRE ; CNRIT ♦ FOFIFA
Renforcer les Programmes Forestiers Nationaux (PFN)	Elaboration et/ou amélioration des PFN	<ul style="list-style-type: none"> ♦ MENVEF ♦ Département Forêt de l'ESSA ♦ CNRE
Augmenter les budgets gouvernementaux affectés à la protection de la forêt et à la création de forêts.	Insertion dans le budget de l'Etat	<ul style="list-style-type: none"> ♦ MENVEF
Identifier des mesures efficaces de lutte contre la corruption lors des transactions commerciales du bois.	Elaboration de la stratégie Application	<ul style="list-style-type: none"> ♦ MENVEF ♦ BIANCO
Encourager le Secteur privé, par des allègements fiscaux ou des subventions, à investir ce domaine.	Montage du projet Application	<ul style="list-style-type: none"> ♦ MENVEF ♦ MIN FIN ♦ FOFIFA ♦ CNRE
Assurer que le régime foncier soit dépourvu d'ambiguïté	Elaboration de la stratégie Montage du projet Application	<ul style="list-style-type: none"> ♦ MIN aménagement ♦ MINAGRI
Continuer à promouvoir le développement intégré	Elaboration du projet Rechercher le financement de programme	<ul style="list-style-type: none"> ♦ MENVEF ♦ MIN FIN ♦ FOFIFA ♦ CNRE ♦ ANGAP ♦ ONE
Reboiser avec plusieurs variétés d'espèces diversifiées.	Elaboration de la stratégie Montage du projet et application	<ul style="list-style-type: none"> ♦ MENVEF
Reconsidérer la politique de reboisement et de boisement à Madagascar.	Elaboration de la stratégie Montage du projet Application	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Gouvernement ♦ Collectivités (Régions, communes, fokontany)

45.-SECTEUR INDUSTRIE

Un certain nombre de technologies ont été identifiées pour pallier aux effets du réchauffement climatique. Dans le domaine de l'industrie, nous proposons la liste de mesures ci-après par ordre de priorité :

Projet de besoins prioritaires	Activités	Institutions responsables, partenaires et intervenants
- Création d'un centre de transfert de technologie	- Prise de décision et TDRs du centre - Recherche de financement durable du centre - Identification du local ou nouvelle construction - Lancement des activités	<ul style="list-style-type: none"> ♦ MENVEF ♦ MIN industrie ♦ Min Energie ♦ Min Education ♦ IME ♦ CNRIT ♦ FOFIFA
- Mise en œuvre d'un programme de recherche-développement en matière de technologie	- Elaboration d'un programme de valorisation avec le centre de transfert de technologie	<ul style="list-style-type: none"> ♦ MENVEF ♦ MIN industrie ♦ Min Energie ♦ MENRS ♦ IME ♦ CNRIT ♦ FOFIFA
- Recherche de financement nécessaire pour promouvoir et développer l'industrialisation à Madagascar	- Elaboration de la stratégie - Présentation du projet - Mise en œuvre du projet	<ul style="list-style-type: none"> ♦ MENVEF ♦ Min Industrie ♦ Min Finances ♦ Opérateur économique
- Renforcement des formations professionnalisantes dans l'enseignement public et privé	- Identification des formations - Mise en œuvre des formations	<ul style="list-style-type: none"> ♦ MENVEF ♦ Min Education ♦ Opérateurs économiques ♦ Min Industrie ♦ Enseignement public et privé
- Instauration d'un système politique stable en adoptant une structure de l'Etat favorisant cette stabilité	- Elaboration de la stratégie - Application	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Gouvernement ♦ Sociétés civiles
- Normalisation de l'implantation industrielle à Madagascar en accord avec la loi MECIE	- Elaboration de la stratégie - Application	<ul style="list-style-type: none"> ♦ MENVEF ♦ Min Industrie ♦ Opérateurs économiques ♦ Collectivités (Régions, Districts, Communes)

4.6.- SECTEUR RESSOURCES EN EAU

Mise à part les régions du Sud et du Sud-Ouest, le problème majeur des ressources en eau à Madagascar n'est pas un problème de manque ou d'insuffisance. L'accès des populations urbaines et rurales à l'eau potable et aux assainissements, la protection, la conservation, l'exploitation rationnelle et la gestion durable des ressources constituent les principaux problèmes dans le cadre du développement humain durable de Madagascar. Ces problèmes ne peuvent être surmontés sans la participation active, consciente et généralisée de tous les citoyens qui nécessitent une mobilisation générale. L'information, l'éducation et la communication sont les voies et moyens par excellence pour faire connaître au public la situation actuelle des ressources en eau, pour conscientiser tous les citoyens de la responsabilité de chacun face aux menaces de ces ressources. Pour que l'eau soit pour tous et tous pour l'eau, quelques programmes d'actions jugés prioritaires sont recommandés pour améliorer l'efficacité et le rendement de l'eau par l'économie de l'eau ; assurer la protection, la conservation, l'exploitation et la gestion des ressources en eau.

Projet des besoins prioritaires	Activités	Institutions responsables, partenaires et intervenants
<p>Démocratisation de l'information et de l'éducation sur les ressources en eau</p>	<ul style="list-style-type: none"> - mise en place des systèmes d'information de proximité et d'éducation pour tous : promotion à outrance des postes radio et télévision avec mesure d'accompagnement l'électrification des milieux ruraux en panneau solaire et en aérogénérateur à moindre coût. - lever le monopole étatique de la couverture nationale sur l'audio visuel et l'étendre à toutes les antennes et chaînes privées sous réserve d'assurer ce rôle éducatif et de sensibilisation au changement climatique. - projection des documentaires sur le changement climatique suivi de débats et discussions avec résolution collective. - pérennisation et systématisation des émissions par radio et télévision (locales et nationales) les impacts environnementaux des activités humaines et les effets néfastes du changement climatique. - élaboration des programmes éducatifs scolaires opérationnels et adaptés - renforcement de l'utilisation des NTIC surtout dans le secteur éducation 	<ul style="list-style-type: none"> - ANDEA et les différents ministères impliqués : Ministère de l'Environnement, des Eaux et Forêts (MEEF), Ministère des Télécommunications, des Postes et de la Communication (MTPC), Ministère de l'Education Nationale et de la Recherche Scientifique (MENRS), Ministère de l'Energie (ME), Ministère de la Santé et du Planning Familial (MSPF); Ministère de l'Intérieur et de la - Office National de l'Environnement (ONE), - Experts en communication et éducation de masse - Institut pour la Maîtrise de l'Energie (IME)-Université d'Antananarivo et les opérateurs privés dans le domaine des Energies renouvelables
<p>Meilleure connaissance des ressources en eau (pour l'efficacité des actions)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - inventaire national quantitatif et qualitatif (normes de potabilité) des ressources en eau internes renouvelables - constitution d'une base des données nationales sur les ressources en eau. - inventaire et recensement national des actions sur les ressources en eau (projets relatifs à l'eau et assainissement, alimentation en eau potable, 	<p>Ministères tutelles (MEEF, MENRS, MTPC, ANDEA INSTANT Foiben-Taontsaranin'i Madagasikara (FTM) ou Institut géographique et hydrologique national</p>

	<p>prélèvement, captage, etc.)</p> <ul style="list-style-type: none"> - mise en place et opérationnaliser la géomatique et le système d'information géographique au niveau national - formation des experts et techniciens spécialisés nationaux 	<p>Organisme Régulateur du Service Public de l'Eau Potable et de l'Assainissement (SOREA) ; Université d'Antananarivo : Dpt Géographie, Faculté des Lettres et Sciences Humaines ; Laboratoire de Chimie minérale de la Faculté des Sciences – Laboratoires agréés. Centres de recherche. INSTN.</p>
<p>Meilleure coordination des interventions des partenaires dans le secteur (services publics, Associations et ONG locales, étrangères et internationales, actions de coopération, etc.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - recensement national de tous les partenaires et associations de gestion de l'eau avec appréciation objective de leur niveau de performance respectif (coût/efficacité des actions entreprises) - utilisation efficace des ressources financières - application généralisée des textes législatifs (notamment loi 98-029 : Code de l'eau, loi 2003-010 relative à la Politique Nationale de Gestion des Risques et des Catastrophes ; loi sur la Pollution industrielle, etc.) et les différents décrets d'application - suivi et évaluation technique, économique et financière de toutes les actions et interventions dans le secteur (utilisation des cahiers de charges) - application transparente du principe pollueur - payeur 	<p>MEEF. Ministère de la justice (MJ). ANDEA : (rôle de coordonnateur national) ONE. SOREA Collectivités décentralisées (Provinces, Régions, Districts, Communes, Fokontany)</p>
<p>Décentralisation de la gestion des ressources en eau</p>	<ul style="list-style-type: none"> - concrétisation de la Déclaration de la politique sectorielle de l'Eau - respecter le projet prioritaire n°2 du Plan d'Action National d'Adaptation aux changements climatiques (PANA) : <i>Gestion durable des ressources en eau</i> - améliorer les performances et capacités de la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) - renforcer et généraliser la Gestion locale sécurisée (GELOSE : forêts) et la Gestion Conservatoire de l'Eau et des Sols (GCES). - implication des collectivités locales et des populations cibles dans le processus de prise de décision et de réalisation (financement et apport) - encourager, renforcer et contractualiser les programmes volontaires sur les ressources en eau, eau et assainissement, traitement des eaux usées (domestiques, industrielles, etc.), eaux minérales et thermales, eaux marines, protection des bassins versants, construction et amélioration des infrastructures de production (réseaux hydrauliques, périmètres irrigués), etc. 	<p>MEEF. ANDEA : (rôle de coordonnateur national) SOREA Collectivités décentralisées. Ministère de la défense (surveillance côtière)</p>

Exploitation et amélioration des techniques endogènes à usage communautaire pour l'alimentation en eau potable de la population pour réaliser l'objectif 7 : assurer un environnement durable, Cible 10: "réduire de moitié la proportion de personnes privées d'accès à l'eau potable (salubre) et aux services d'assainissement de base en 2015 " des OMD (76% en 1997 à 38% en 2015)" (Indicateurs des Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) et objectif des Nations Unies)	<ul style="list-style-type: none"> - promotion et vulgarisation à moindre coût (subvention de l'Etat et/ou des collectivités) des technologies locales adaptées pour l'alimentation en eau potable respectant les normes de potabilité des zones rurales notamment les régions Sud et Sud Ouest de Madagascar : différents types de pompes à eau manuelles et à pédales, de la pompe Raseta - renforcement des adductions d'eau potable gravitaires (AEPG) 	MEEF. ANDEA : (rôle de coordonnateur national) SOREA Collectivités décentralisées. Ministère de la justice (MJ) : Office Malgache de Protection de la Propriété Industrielle (OMAPPI) IME
--	---	---

4.7.- SECTEUR SANTE

L'air que nous respirons est très important pour la santé. C'est un des aspects essentiels de la pollution atmosphérique que l'on néglige souvent d'aborder. Les combustibles fossiles (essence, gaz naturel et charbon) libèrent des GES responsables du changement climatique et de la pollution atmosphérique.

Les mesures permettant de limiter la combustion des combustibles fossiles ont des effets significatifs et immédiats sur la santé. Ceci permet de réduire aussi la pollution de l'air.

Face à ces problèmes que pose le changement climatique et la pollution de l'air, un des besoins prioritaires exigera l'adoption de politiques gouvernementales fermes limitant les émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques et préconisant des mesures adéquates d'adaptation aux changements. Le seul moyen efficace de réduire ces émissions est de ralentir substantiellement notre consommation de combustibles fossiles. Cette réduction est aussi bénéfique pour la santé que pour l'économie.

Le tableau ci-après nous indique les besoins prioritaires ou Projets pouvant être menés afin que le secteur Santé puisse contribuer à l'atténuation de l'émission des GES à Madagascar :

Mesures proposées	besoins prioritaires ou Projets	Intérêts pour Madagascar	Responsables
Education de la population en matière de protection de l'environnement	Renforcement des NTIC pour la sensibilisation, l'éducation et l'information de la population	Synergie d'actions entre les Ministères	MinEnvEF MinSAN
Réduction des sources vectrices de maladies par amélioration de l'environnement	Utilisation de moustiquaires (surtout pour les femmes enceintes et enfants) Accès à l'eau potable	Réduction des maladies dans tout le territoire malgache	MinSAN

Diminution du coût des soins	Importation de médicaments génériques Création d'usines pharmaceutiques locales	Promotion du secteur Santé	MinSAN Ministère chargé du Commerce et de l'Industrie
Développement, multiplication et valorisation des résultats des centres de recherche (IMRA , CNARP , HOMEOPHARMA , RIRA ...)	Valorisation des plantes médicinales (pour le traitement du paludisme et des maladies hydriques)	Promotion du secteur Santé	MinSAN MENRS Ministère chargé des Secteurs Privés -
Assainissement des eaux usées	Aménagement des ouvrages de franchissement dans les quartiers denses (en vue d'améliorer l'écoulement les eaux)	Amélioration de l'hygiène publique	MinSAN MinEnvEF
Redéploiement du personnel médical	Prévision d'équipes mobiles de santé pour les zones enclavées et à faible densité de population Mise en place d'un système de contrôle de qualité des médicaments au niveau des formations sanitaires périphériques en incluant: les formations, la logistique, le contrôle (Centrale d'achat, pharmacie de gros, FS)	Leadership au sein du secteur	MinSAN MinFOP
Amélioration des conditions de travail du personnel de Santé (plan de carrière, revenu, logement, indemnités...)	Redynamisation de la formation continue à tous les niveaux et priorisation de la formation du personnel Réhabilitation de tous les Centres de Santé de Base afin que les agents de santé puissent offrir le paquet de service de base de qualité d'un CSB2 actuel	Amélioration des conditions de vie des fonctionnaires	MinSAN

Il se peut que toute adaptation aux changements climatiques exige une transformation de notre civilisation et culture, une réévaluation de nos valeurs. Un changement social, culturel, politique et économique permanent est tout à fait essentiel à l'atténuation.

4.8.- SECTEUR TRANSPORT

Projet des besoins prioritaires	Activités	Institutions responsables, partenaires et intervenants
Création d'un Centre de Technologies	<ul style="list-style-type: none"> - Prise de décision et TDRs du centre - Recherche de financement durable du centre - Identification du local ou nouvelle construction - Lancement des activités 	<ul style="list-style-type: none"> - Ministère chargé du Transport - Ministère de l'Environnement, des Eaux et Forêts (MEEF), - - Ministère de l'Education Nationale et de la Recherche Scientifique (MENRS), - CNRIT ; IME
Relance de l'économie par l'adhésion des bailleurs de fonds aux Objectifs Millénaire de Développement	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboration de stratégies - politique de mise en oeuvre 	<ul style="list-style-type: none"> - Gouvernement malagasy - Bailleurs de fonds
Augmentation de la production de jatropha et de canne à sucre	<ul style="list-style-type: none"> - élaboration de stratégies - recherche de financement - motivation de la population 	<ul style="list-style-type: none"> - Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche ; - Collectivités décentralisées - Secteurs privés
Production locale des biocarburants (huile de jatropha et éthanol).	<ul style="list-style-type: none"> -Financement de la collecte de jatropha. -Financement de la création d'usines locales de raffinage d'huile de jatropha. -Créations de stations de vente d'huile de jatropha pour les voitures Diesel. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ministère chargé de l'Energie - Ministère chargé de l'Industrie - CNRIT - IME
Production locale ou importation de véhicules électriques et ou hybrides	<ul style="list-style-type: none"> - élaboration de stratégies et de projet - recherche de financement et de partenariat - mise en place de l'unité de production 	<ul style="list-style-type: none"> - Ministère chargé de l'Energie - Ministère chargé de l'Industrie - Ministère chargé du Commerce - CNRIT ; IME
Construction, aménagement et réhabilitation des routes, voies ferrées et fluviales existantes (canal des Pangalanes, nouvelles lignes ferroviaires, etc.).	<ul style="list-style-type: none"> - Création d'autoroutes reliant les zones suburbaines et la ville d'Antananarivo afin de diminuer les embouteillages. - Aménagement des routes communales et provinciales. - Bitumage des routes secondaires dans les zones rurales et provinciales. - Création de nouvelles routes nationales reliant les différents districts. - Enfouissement du canal des Pangalanes. - Rénovation des rails de chemin de fer - Création des nouvelles lignes de chemin de fer 	<ul style="list-style-type: none"> - Ministère des Travaux Publics - Collectivités décentralisées - Secteurs privés - MADARAIL - AGETIPA

Remplacement des sources d'énergie en utilisant le GPL, le GNC et les énergies renouvelables	<ul style="list-style-type: none"> - élaboration de stratégies et de projet - recherche de financement et de partenariat - mise en place de l'unité de production 	<ul style="list-style-type: none"> - Ministère chargé de l'Energie - Ministère chargé de l'Industrie - Ministère chargé du Commerce - CNRIT ; IME
--	--	---

49.- SECTEUR ZONES COTIERES

Tel qu'il avait été mentionné dans le tableau relatant les bases de données, diverses technologies sont disponibles pour faire face au changement climatique et atténuer les gaz à effets de serre dans le secteur « Zones côtières ». Avant de prioriser ces technologies, il faudrait voir de près les moyens nécessaires (financement, etc.) pour nous permettre de mettre en œuvre les techniques efficaces et appropriées.

Dans les pays moins avancés, le financement de projet de développement reste toujours un problème à résoudre, dont Madagascar n'échappe malheureusement pas à la règle. Ainsi, le partenariat fort (national et international) et la nécessité d'accroître la coopération internationale dans le domaine de la dissémination des technologies propre seraient une des solutions à y remédier.

Aussi, faudrait-il appliquer les textes ou législations en vigueur concernant la protection de l'environnement, plus particulièrement la surveillance des zones côtières. Pour ce qui est de la prévention de la pollution qui contribue à accélérer de façon progressive le processus de la dégradation des ressources en eau, il faudrait établir une législation s'y rapportant.

La sensibilisation de la population locale en matière de la protection de l'environnement est aussi une des mesures à prendre avant la mise en œuvre des techniques jugées importantes pour réduire le gaz à effet de serre.

Le renforcement des capacités est une des priorités de long terme.

Il est à signaler qu'il est possible d'éliminer pratiquement toute émission de méthane en stockant et en traitant les eaux usées et les boues résiduaires en milieu aérobic. Le traitement primaire et secondaire en milieu aérobic et l'épandage figurent parmi les solutions visant à empêcher la production de méthane pendant l'épuration des eaux usées et l'évacuation des boues. Il est également possible d'épurer les eaux usées en milieu anaérobic et de recueillir le méthane en vue de l'utiliser comme source d'énergie pour chauffer le digesteur d'eaux usées ou de boues résiduaires. Quant au méthane en surplus, on peut l'utiliser comme combustible ou s'en servir pour produire de l'électricité.

En dernier ressort, le CH₄ peut être brûler, ce qui le transforme en CO₂, un gaz doté d'un potentiel de réchauffement de la planète (PRP) bien inférieur.

Le tableau ci-après décrit les mesures proposées et les projets soulevant les besoins jugés prioritaires ainsi que les intérêts que pourrait porter Madagascar dans le secteur « zones côtières ».

Mesures proposées	Besoins prioritaires et/ou Projets	Intérêts pour Madagascar	Responsables
Partenariat entre les institutions (nationales et internationale) existantes	Etablissement de convention ou protocole d'accord avec les bailleurs de fonds s'occupant du problème causé par le changement climatique (MAP. Eng.7, défi 3)	Renforcement de la collaboration avec les organismes internationaux pour le développement du pays en général.	-MinEnvEF -MENRS
Application des textes ou législations en vigueur concernant la protection de l'environnement plus particulièrement la surveillance des zones côtières	Mis en œuvre des plans d'utilisation durable pour les zones terrestres, lacustres, marines et côtière	Crédibilité de Madagascar envers les pays du monde entier	MinEnvEF ONE
Etablissement de la législation se rapportant sur la prévention de la pollution	Elaboration des plans d'utilisation durable pour les zones terrestres, lacustres, marines et côtière (MAP. Eng.7, défi 3)	Environnement protégé	MinEnvEF
Sensibilisation de la population locale en matière de la protection de l'environnement	Information et sensibilisation de toutes les parties prenantes (MAP. Eng.7, défi 1)	Préservation de la biodiversité	-MinEnvEF -ONE -Collectivités décentralisées (Régions, Districts, Communes, Fokontany)
Epuration des eaux usées sortant des industries ou usines implantées dans les zones côtières	Mis en place des stations d'épuration des eaux usées	-Mis aux normes des industries et/ou usines locales -Environnement protégé	-MinEnvEF -Ministère chargé de l'industrie -MENRS -ONE -Régions concernées
Reboisement des arrières pays	Création de réserve foncière et promotion des actions de reboisement (MA P Eng.7 défi 2)	Equilibre écologique de l'environnement -Madagascar deviendra une « île verte »	MinEnvEF Régions concernées
Conception d'un développement touristique viable sur le plan de l'Environnement	Aménagement des « zones spéciales » pour l'Ecotourisme (MA P Eng.7 défi 3 et Eng. 6 défi 8).	Promotion du secteur « Tourisme ». Les grandes chaînes hôtelières internationales seront suscitées à s'investir à Madagascar	Ministère chargé du Tourisme

Les tableaux précédents donnent les priorités par secteur.

Pour généraliser l'ordre de priorité, les mesures sont subdivisées en trois catégories :

- Mesures d'ordre institutionnel
- Mesures d'adaptation
- Mesure d'atténuation des émissions de GES

Pour traduire les différentes solutions proposées en projets et évaluer leur coût de réalisation, le groupe estime qu'un autre projet d'étude constitue une priorité à court terme.

Les tableaux suivants résument l'ordre de priorité des mesures d'adaptation et d'atténuation proposées

Mesures d'ordre institutionnel

Numéro d'ordre	Solutions	Responsables
1	Mise en place d'un autre projet d'étude pour la traduction de ces mesures en projets ainsi que l'estimation des coûts de réalisation	MENVEF, Groupe d'experts TT
2	Création d'un centre de transfert de technologie	Ministères chargés de l'Education Nationale, de l'Energie, de l'Agriculture, de l'Elevage, de la Santé, de l'Industrie et de l'Environnement, Groupe d'experts TT
3	Renforcement de l'éducation de masse	Ministères chargés de l'Education, de la Communication, de l'Environnement, et de la Santé
4	Amélioration des formations de formateurs	Ministères chargés de l'Education, Environnement,
5	Renforcement des formations professionnalisantes dans l'enseignement public et privé	Ministères chargés de l'Education, Environnement, Institutions de formation professionnelle privées
6	Mise en œuvre d'un programme de recherche-développement en matière de technologie	MENRS, Centres de recherches appliquées (CNRIT, FOFIFA, CNRE, IME, LABASAN, IMRA, CNARP, INSTN, etc.)
7	Développement et multiplication des centres de recherche comme l'IMRA, le CNARP, l'HOMEOPHARMA, le RIRA, le CNRE, le CNRIT, l'IME et valorisation des résultats	Ministères chargés de l'Education, de la Communication, de l'Environnement, et de la Santé
8	Résolution des problèmes fonciers	Ministères chargés de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire
9	Acquisition foncière du domaine littoral par la communauté de base.	Ministères chargés de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire
10	Développement des usines pharmaceutiques locales	Ministères chargés de l'industrie et de l'artisanat, de l'Environnement, et de la Santé
11	Redéploiement du personnel médical généralement concentré dans les grandes	Ministère chargé de la Santé

	villes	
12	Amélioration des conditions de travail du personnel de la Santé	Ministère chargé de la Santé
13	Renforcement des coopérations internationales	Ministères chargés des Finances, du Plan, de l'Economie et des Affaires Etrangères.
14	Echange des informations internationales sur la nature et sur l'étendue du commerce international de bois illicitement abattu	Ministères chargés des Finances, du Plan, de l'Economie et des Affaires Etrangères
15	Identifier et mettre en œuvre des mesures efficaces de lutte contre la corruption lors des transactions commerciales nationales et/ou internationales du bois	Ministères chargés des Finances, du Plan, de l'Economie et des Affaires Etrangères, BIANCO
16	Accorder un mécanisme de financement novateur à l'agroforesterie et à la recherche y afférente	Ministères chargés des Finances, du Plan, de l'Economie, de la recherche, de l'Agriculture, de l'Elevage, de l'Industrie et de l'Environnement et des eaux et forêts,
17	Reconsidérer la politique de reboisement et de boisement à Madagascar.	Ministères chargés des Finances, du Plan, de l'Economie, de la recherche, de l'Agriculture, de l'Elevage, de l'Industrie et de l'Environnement et des eaux et forêts,
18	Créer un environnement économique qui permet de garantir une demande soutenue de produits forestiers	Ministères chargés des Finances, du Plan, de l'Economie, de la recherche, de l'Agriculture, de l'Elevage, de l'Industrie et de l'Environnement et des eaux et forêts
19	Adoption d'une structure d'Etat favorable à une stabilité politique	Représentant de toutes les Forces vives de la nation (Partis politiques, Sociétés Civiles, etc.)

Mesures d'adaptation

1	Mise en application des recommandations du PANA.	MENVEF, Groupe d'experts en TT
2	Amélioration des technologies endogènes	Ministères chargés des Finances, du Plan, de l'Economie, de la recherche, de l'Agriculture, de l'Elevage, de l'Industrie et de l'Environnement et des eaux et forêts
3	Renforcement de la vulgarisation de moustiquaires pour la prévention du paludisme	Ministère chargé de la Santé
4	Amélioration de l'accès à l'eau potable	Ministères chargés des Finances, du Plan, de l'Economie, de la recherche, des travaux publics, de l'Environnement et des eaux et forêts
5	Installation des équipes mobiles de santé pour les zones enclavées	Ministère chargé de la Santé

6	Valorisation des résidus végétaux et des déchets animaux	Ministères chargés des Finances, du Plan, de l'Economie, de la recherche, de l'Agriculture, de l'Elevage, de l'Industrie et de l'Environnement et des eaux et forêts
7	Amélioration des systèmes de transformation et de conservation alimentaire	Ministères chargés des Finances, de l'Economie, de la recherche, de l'Agriculture, de l'Elevage, de l'Industrie et de l'Environnement.
8	Le reprofilage du bourrelet littoral, la pose de brise vent, la remise en état des secteurs dégradés par la déflation ;	Ministères chargés des Finances, du Plan, de l'Economie, de la recherche, des travaux publics, de l'Environnement et des eaux et forêts
9	Amélioration du confort thermique des bâtiments	Ministères chargés des Finances, du Plan, de l'Economie, de la recherche, de l'énergie, des travaux publics, de l'Environnement, et de l'aménagement du territoire
10	promouvoir le développement intégré, pratiqué actuellement dans les parcs nationaux et les aires protégés	Ministères chargés des Finances, du Plan, de l'Economie, de la recherche, de l'Environnement, et de l'aménagement du territoire
11	Réduction des sources vectrices de maladies	Ministère chargé de la Santé
12	Diminution du coût des soins (subvention de l'Etat) et facilitation de l'importation de médicaments génériques;	Ministères chargés des Finances, du Plan, de l'Economie et de la Santé
13	Amélioration de l'hygiène publique, entre autres, l'assainissement des eaux usées	Ministères chargés des Finances, du Plan, de l'Economie, de la recherche, de l'énergie, des travaux publics, de l'Environnement, et de l'aménagement du territoire
14	La protection des bords de la mer et façade de la côte	Ministères chargés des Finances, du Plan, de l'Economie, de la recherche, de l'énergie, des travaux publics, de l'Environnement, et de l'aménagement du territoire
15	La construction de digues et murs de défense pour la protection des côtes et des terres intérieures.	Ministères chargés des Finances, du Plan, de l'Economie, de la recherche, de l'énergie, des travaux publics, de l'Environnement, et de l'aménagement du territoire
16	Le reboisement des mangroves ;	Ministères chargés des Finances, du Plan, de l'Economie, de la recherche, de l'Environnement, des eaux, des forêts et de l'aménagement du territoire

Mesures d'atténuation

1	L'utilisation des énergies renouvelables et des biocarburants	Ministères chargés des Finances, du Plan, de l'Economie, de la recherche, de l'énergie, des travaux publics, de l'Environnement, et de l'aménagement du territoire
2	Renforcement des <i>Programmes Forestiers Nationaux (PFN)</i>	Ministères chargés des Finances, du Plan, de l'Economie, de la recherche, de l'Environnement, des eaux, des forêts et de l'aménagement du territoire
3	Augmenter les budgets gouvernementaux affectés à la protection de la forêt et à la création de forêts.	Ministères chargés des Finances, du Plan, de l'Environnement, des eaux, des forêts et de l'aménagement du territoire
4	Reboiser ou boiser avec plusieurs variétés d'espèces diversifiées	Ministères chargés des Finances, du Plan, de l'Environnement, des eaux, des forêts et de l'aménagement du territoire
5	Mise en place d'un programme de grande envergure de reboisement et de boisement	Ministères chargés des Finances, du Plan, de l'Environnement, des eaux, des forêts et de l'aménagement du territoire
6	Mise en place d'un programme d'assainissement écologique, de lutte contre l'eutrophisation et lutte contre l'érosion hydrique,	Ministères chargés des Finances, du Plan, de l'Environnement, des eaux, des forêts et de l'aménagement du territoire
7	L'étude de la possibilité d'utilisation de l'énergie nucléaire	Ministère chargé de l'Energie

CONCLUSION GENERALE

Le changement climatique est réel à Madagascar. En effet, plusieurs secteurs d'activités sont affectés par ce phénomène. Cependant, le recensement des technologies endogènes relatives à l'atténuation des émissions de GES, a montré une insuffisance palpable nécessitant donc une innovation technologique.

L'agriculture sera le premier secteur touché en cas de modification du climat (sécheresses, tempêtes, développement de ravageurs, etc.). Elle a donc tout intérêt à réduire dès aujourd'hui ses émissions de gaz à effet de serre, pour préserver son avenir. Comme le pays est à vocation agricole, le changement climatique aura un impact sur l'économie malgache en ralentissant le développement et en accentuant la pauvreté de la population. Une volonté politique s'impose alors de ce fait en mettant en œuvre une stratégie pertinente rassemblant plusieurs instances ministérielles.

Parmi les neuf secteurs étudiés dans ce document, le secteur énergie est probablement celui qui est responsable de l'émission de GES. Cependant, ce secteur est également celui qui présente plusieurs alternatives pour la réduction de l'émission de GES afin d'atténuer le réchauffement climatique.

Les pays riches doivent aider les pays pauvres dans le transfert de technologie. La pénurie de capitaux, en particulier dans les pays en développement et dans certains pays à économie de transition, constitue une barrière essentielle à l'application de solutions d'atténuation des émissions de GES. Ainsi, lorsque plusieurs projets sont sur la balance, celui dont les coûts du cycle de vie sont relativement bas et qui libérera relativement peu d'émissions, mais dont la mise en œuvre requiert le plus de capitaux, risque fort de ne pas attirer les fonds nécessaires à son application. Pour atteindre la visée de la CCNUCC, il faut miser sur le transfert rapide et sur l'application de technologies. En vue de l'adaptation aux changements climatiques, le transfert de technologie est aussi un système important dans la réduction de la vulnérabilité aux changements climatiques.

Les concentrations de gaz à effet de serre se stabilisent et la vulnérabilité aux changements climatiques se réduit au fur et à mesure que l'innovation technologique survient assez rapidement et se poursuit dans le temps. La technologie d'atténuation des changements climatiques et d'adaptation à ces changements devrait être une technologie écologiquement rationnelle (TER), en faveur d'un développement durable.

Le développement économique dans les pays en développement ne sera pas durable si ces pays suivent les tendances que les pays développés ont suivies par le passé. Les pays en développement nécessitent une assistance pour mettre en place des institutions et des réseaux appropriés et pour acquérir le matériel correspondant à leurs besoins, en optant des adaptations indispensables.

A la lumière des besoins prioritaires identifiés relatifs à chaque secteur, nous avons pu dégagé, pour le pays, trois catégories de mesures

- Mesures d'ordre institutionnel
- Mesures d'adaptation
- Mesure d'atténuation des émissions de GES

Il importe, pour Madagascar de veiller à ce que les technologies transférées répondent aux priorités et aux besoins locaux afin d'en garantir le succès, et à ce qu'un environnement propice approprié existe pour promouvoir des technologies écologiquement rationnelles (TER).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Acte de la première conférence internationale sur le Changement Climatique et le tourisme, Djerba, Tunisie, 9 -11 avril 2003.
- Climat du futur : Le témoignage du passé, Natures, Sciences, Sociétés (4), p. 293-308.
- Conducting Technology needs Assessments for climate change, UNDP, New York 26pp.
- Forum International pour le Transport Rural et le Développement (FITRD) la sécurité dans les transports à Madagascar - Evaluation des Problèmes majeurs de Sécurité des Transports en Milieu Rural sur les Hauts-Plateaux de Madagascar *Cas d'étude du District de Soavinandriana*.
- IPCC WGI Third Assessment Report. The scientific basis; report of working group 1 of the intergouvernemental panel on climate Change, 2005.
- J. JOUZEL, C. LORIUS et D. RAYNAUD Le Réchauffement climatique, 1994.
- Madagascar Action Plan (MAP).
- Novethic. Fr. Le média en ligne du développement durable. Madagascar carbure au vert, mai 2007.
- Novethic. Fr. Le média en ligne du développement durable. Un plan pour des véhicules propres, mai 2007.
- Pêches et aquaculture à Madagascar : bilan diagnostic - Archives de documents de la FAO.
- Programme d'Action National d'Adaptation au Changement Climatique. (PANA) Ministère de l'Environnement, des Eaux et Forêts - Direction Générale de l'Environnement, 2006.
- Saholy RAMBINISAOTRA- Vers la zone intégrée des zones côtières à Madagascar- 2006- Université de Limoges.
- SAR - Deuxième rapport d'évaluation du GIEC (IPCC) 1995.
 - i) CLIMATE CHANGE 1995 — The Science of Climate Change. (Avec résumé destiné aux décideurs). Report of IPCC Working Group I, 1995.
 - ii) CLIMATE CHANGE 1995 — Scientific-Technical Analyses of Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change. (Avec résumé destiné aux décideurs). Report of IPCC Working Group II, 1995.
 - iii) CLIMATE CHANGE 1995 — The Economic and Social Dimensions of Climate Change. (Avec résumé destiné aux décideurs). Report of IPCC Working Group III, 1995.
 - iv) Document de synthèse des informations scientifiques et techniques relatives à l'interprétation de l'article 2 de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, 1995.
- S. GOTO, H. HAMAMOTO, M. YAMANO Climatic and environmental changes at southeastern coast of lake Biwwa past 3000years, inferred from borehole temperatura data Physics of the earth and planertary interiors 152 314-325, 2005.
- Textes CCNUCC versions anglaise et française de la Convention-cadre des nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC / UNFCCC) le Protocole de Kyoto (PK) en français Décisions pertinentes du CP au UNFCCC et du PK sur le transfert de technologies et renforcement des capacités.
- Techniques, politiques et mesures d'atténuation du changement climatique. Groupe d'experts intergouvernementaux sur l'évolution du climat-wmo unep-Novembre 1996.
- Sites Internet consultés à partir du mois d'avril 2007 au mois de juillet 2007:
 - www.ec.gc.ca/etad/default.asp
 - www.madareve.com/tran/transports.htm
 - www.madatour.com/biodiversite/biomarine.htm

- <http://www.iisd.ca/climate/bonn98f.html>
- <http://www.minenvef.gov.mg/index.php/item/479>
- <http://www.novethic.fr/novethic/>
- <http://www.planete-terra.fr/>
- <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/dossiers/changement-climatique/index.shtml>
- http://fr.wikipedia.org/wiki/Changement_climatique
- <http://www.greenfacts.org/fr/dossiers/changement-climatique/>
- <http://www.greenfacts.org/fr/dossiers/changement-climatique/niveau-1.htm>
- <http://www.changement-climatique.fr/>
- <http://www.ademe.fr/htdocs/publications/publipdf/climatiq.htm>
- http://fr.wikipedia.org/wiki/Groupe_d'experts_intergouvernemental_sur_l'evolution_du_climat
- <http://www.ecologie.gouv.fr/-Changement-climatique-un-defi-.html>
- http://www.wwf.fr/s_informer/nos_missions/changement_climatique
- <http://www.senat.fr/rap/r01-224-1/r01-224-1.html> -
- http://www.auxilia.asso.fr/pages/liste.php?s_wbg_menu=68
- <http://www.mediaterre.org/international/actu,20060322103154.html>
- <http://www.ipcc.ch/pub/un/giecg2.pdf>
- <http://www.idrc.ca/ACCA/>
- <http://www.umadev.com/mies/images/documents/AR4%20SPM%20GR2%20FR%2007-04-07.pdf>
- <http://www.manicore.com/documentation/serre/GIEC.html>
- <http://www.ipcc.ch/languageportal/frenchportal.htm>
- <http://www.greenfacts.org/climate-change/giec/giec.htm>
- http://www.ec.gc.ca/international/unorgs/giec_f.htm
- http://tempsreel.nouvelobs.com/actualites/international/europe/20070202.OBS0277/les_principales_conclusionsdu_giec.html
- <http://www.fao.org/newsroom/fr/focus/2006/1000247/index.html>
- www.bruchenvironnement.org/foret_deforestation.html
- http://www.notre-planetes.info/actualites/actu_894_forets_changement_climatique.php
- <http://czc06.ca/f/program/program.html>
- http://www.ramsar.org/info/values_climate_f.htm
- <http://fr.allafrica.com/stories/200708290059.html>
- <http://www.napa-pana.org/private/modules/knowledgebox/io/file.php?entry=570&field=22>